



# **EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA SUB-CUENCA DEL RÍO CARRIZAL, MANABÍ-ECUADOR**

**FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN  
GLORIA ANNABELL COBEÑA RUIZ  
ANA MARÍA AVEIGA ORTÍZ  
LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**2022**



**EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN  
PARTICIPATIVA EN LA SUBCUENCA DEL  
RÍO CARRIZAL, MANABÍ- ECUADOR**

**hum**s  
EDITORIAL

**EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN  
PARTICIPATIVA EN LA SUBCUENCA DEL  
RÍO CARRIZAL, MANABÍ- ECUADOR**

Flor María Cárdenas Guillén  
Gloria Annabell Cobeña Ruiz  
Ana María Aveiga Ortíz  
Laura Gema Mendoza Cedeño

**2022**



## EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL, MANABÍ-ECUADOR

© Flor María Cárdenas Guillén, Gloria Annabell Cobeña Ruiz, Ana María Aveiga Ortíz y Laura Gema Mendoza Cedeño.

1era. Edición: Editorial Humus

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López

Calle 10 de Agosto No. 82 y Granda Centeno

Calceta, cantón Bolívar

Teléfono: (593 6) 2685 134

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)

Manabí-Ecuador

### CONSEJO EDITORIAL

Presidenta:

Eco. Myriam Elizabeth Félix López, Ph.D.

Miembros del consejo:

Lic. María Piedad Ormaza Murillo, Ph.D.

Ing. Gabriel Antonio Navarrete Schettini, Ph.D.

Ing. Ángel Monserrate Guzmán Cedeño, Ph.D.

ISBN:

978-9942-773-34-0

Diseño y diagramación:

Editorial Humus

Publicado:

Diciembre, 2022 – Versión digital

La versión original del texto que aparece en este libro fue sometida a un proceso de revisión por pares académicos, conforme a las normas de publicación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Cárdenas, F., Cobeña, G., Aveiga, A y Mendoza, L. (2022). *Experiencias de investigación participativa en la subcuenca del río Carrizal, Manabí- Ecuador*. Editorial Humus.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>10</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO PRIMERO.....</b>	<b>14</b>
<b>INVESTIGACIONES SOCIALES, ECONÓMICAS PRODUCTIVAS Y AMBIENTALES DESDE EL ENFOQUE DE CAPITALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....</b>	<b>14</b>
1.1. ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE CAPITALES DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS AGROPECUARIAS DE LAS COMUNIDADES Balsa en Medio, Julián y Severino.....	15
1.2. IDENTIFICACIÓN DE BIODIVERSIDAD ARBÓREA Y ARBUSTIVA, Y SU VALOR DE USO EN ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....	28
1.3. DISPONIBILIDAD DE CAPITALES EN LAS FAMILIAS PRODUCTORAS- AGROPECUARIAS, COMUNIDAD LA PAVITA, SUBCUENCA BAJA DEL RÍO CARRIZAL....	41
<b>CAPÍTULO SEGUNDO.....</b>	<b>57</b>
<b>GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA Y ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA, CONDICIONES DE SUELO Y SU USO, CALIDAD DE AGUA, MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....</b>	<b>57</b>
2.1. ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CARRIZAL.....	58
2.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS EN ZONA DE RECARGA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RÍO CARRIZAL.....	94
2.3. INCIDENCIA DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO CON LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CO <sub>2</sub> .....	103
2.4. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL.....	114
2.5. INCIDENCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....	123
2.6. CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL MEDIANTE LA PONDERACIÓN DE SUS PARÁMETROS AMBIENTALES.....	139
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>146</b>
<b>BIOGRAFÍA.....</b>	<b>155</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Ubicación de las zonas en estudio de la microcuenca del río Carrizal. ....	17
<b>Gráfico 2.</b> Representación de riqueza y abundancia en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal. ....	31
<b>Gráfico 3.</b> Ranking de abundancia de especies de la microcuenca del río Carrizal. ....	32
<b>Gráfico 4.</b> Dendrogama de conformación de grupos de productores de La Pavita, provincia de Manabí-Ecuador, 2012. ....	47
<b>Gráfico 5.</b> Representación esquemática de la disponibilidad de capitales por tipología de productores agropecuarios. ....	54
<b>Gráfico 6.</b> Biplot construido del análisis de componentes principales de los índices de los capitales. ....	55
<b>Gráfico 7.</b> Interpretación geométrica de la extracción de dos factores para los parámetros X, Y y Z al área tridimensional de variables. ....	65
<b>Gráfico 8.</b> Determinación geográfica de los factores F1 y F2, tomados de los parámetros de las características X, Y y Z en un espacio tridimensional. ....	65
<b>Gráfico 9.</b> Distribución espacial de los conglomerados. ....	73
<b>Gráfico 10.</b> Uso de los árboles según los encuestados. ....	85
<b>Gráfico 11.</b> Uso de los árboles según los encuestados. ....	85
<b>Gráfico 12.</b> Uso de los árboles según los encuestados. ....	87
<b>Gráfico 13.</b> Uso de los árboles según los encuestados. ....	87
<b>Gráfico 14.</b> Uso de los árboles según los encuestados. ....	89
<b>Gráfico 15.</b> Superficie de la comunidad Balsa en Medio. ....	97
<b>Gráfico 16.</b> Identificación de las zonas homogéneas por reflectancias. ....	97
<b>Gráfico 17.</b> Mapa de áreas de producción agrícola. ....	98
<b>Gráfico 18.</b> Contribución porcentual de la subcategoría suelos agrícolas (2012). ....	110
<b>Gráfico 19.</b> Balance de emisión y absorción de CO <sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2009). .	111
<b>Gráfico 20.</b> Balance de emisión y absorción de CO <sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2010). .	111
<b>Gráfico 21.</b> Balance de emisión y absorción de CO <sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2011). .	111
<b>Gráfico 22.</b> Balance de emisión y absorción de CO <sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2012). .	112
<b>Gráfico 23.</b> Clima de la Provincia de Manabí. ....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital humano utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.....	22
<b>Tabla 2.</b> Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital político utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.....	24
<b>Tabla 3.</b> Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital natural utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.....	26
<b>Tabla 4.</b> Número de familias, género, especies e individuos presentes en la zona alta, media y baja de la microcuenca del río Carrizal.....	33
<b>Tabla 5.</b> SEQ Tabla \* ARABIC 5. Número y porcentaje de especies para las familias registradas en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal. ....	33
<b>Tabla 6.</b> Índices de biodiversidad en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal.	34
<b>Tabla 7.</b> Valores promedios del índice Shannon (variable diversidad). ....	35
<b>Tabla 8.</b> Valores promedios del índice Simpson (variable dominancia). ....	35
<b>Tabla 9.</b> Valores promedios del índice de biodiversidad (variable equidad).....	35
<b>Tabla 10.</b> Promedios de tres indicadores relacionados con el nivel de escolaridad del productor agropecuario y su familia y valor p del ADEVA. ....	47
<b>Tabla 11.</b> Análisis de contingencia de los grupos de productores y las instituciones que han contribuido en su capacitación. ....	48
<b>Tabla 12.</b> Promedios de tres indicadores relacionados con el capital cultural de los productores y el valor p del ADEVA.....	48
<b>Tabla 13.</b> Análisis de contingencia del productor y dos indicadores relacionados con el capital social. ....	49
<b>Tabla 14.</b> Análisis de contingencia del productor y su participación en organizaciones comunitarias y la capacidad de gestión.....	50
<b>Tabla 15.</b> Promedios de dos indicadores relacionados con el capital político y valor de p del ADEVA.....	50
<b>Tabla 16.</b> Promedio de tres indicadores relacionados con el capital natural y valor p del ADEVA. ....	51
<b>Tabla 17.</b> Promedio de cinco indicadores del capital físico y valor p del ADEVA. ....	52
<b>Tabla 18.</b> Análisis de contingencia del productor y tres indicadores relacionados con entidades bancarias. ....	52
<b>Tabla 19.</b> Promedios de los índices de los capitales disponibles por los productores agropecuarios y valor p del ADEVA. ....	53
<b>Tabla 20.</b> Valores de comunalidades de las variables seleccionadas.....	69
<b>Tabla 21.</b> Explicación de varianza total del análisis de componentes principales para sitios, especies y usos.....	70
<b>Tabla 22.</b> Composición de componentes principales de acuerdo a las variables seleccionadas. ....	71
<b>Tabla 23.</b> Composición de Componentes Principales de acuerdo a las Variables Seleccionadas.....	73
<b>Tabla 24.</b> Áreas parcelas. ....	98
<b>Tabla 25.</b> Resultados de los análisis físicos de suelo.....	102



<b>Tabla 26.</b> Emisiones y absorciones de GEI (Gg CO <sub>2</sub> -eq) por categorías de fuente en Bolívar (2009 - 2012). .....	108
<b>Tabla 27.</b> Orden, familias, números individuos presentes en el río Severino.....	128
<b>Tabla 28.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Libellulidae.....	129
<b>Tabla 29.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Coenagrionidae.....	129
<b>Tabla 30.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Corydalidae.....	130
<b>Tabla 31.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Ptilodactylidae.....	130
<b>Tabla 32.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Lestidae.....	130
<b>Tabla 33.</b> Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Leptophlebiidae.....	131
<b>Tabla 34.</b> Transecto con mayor abundancia de individuos en el río Severino.....	132
<b>Tabla 35.</b> Transecto con menor abundancia de individuos en el río Severino.....	133
<b>Tabla 36.</b> Clasificación de la calidad del agua mediante el índice de BMWP de cada transecto con su respectivo monitoreo.....	133
<b>Tabla 37.</b> Análisis de EPT en los tres transectos.....	134
<b>Tabla 38.</b> Análisis de métodos estadísticos biológicos en los tres transectos.....	134

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Diferencias estadísticas entre los siete capitales disponibles por los productores en relación a la conformación de conglomerados.....	74
<b>Cuadro 2.</b> Resultados de los análisis físicos de suelo.....	101
<b>Cuadro 3.</b> Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).....	119
<b>Cuadro 4.</b> Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).....	120
<b>Cuadro 5.</b> Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).....	121
<b>Cuadro 6.</b> Matriz de categorías, componentes y parámetros.....	141
<b>Cuadro 7.</b> Potenciación de los parámetros identificados.....	143

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1.</b> Muestra de especies arbóreas en Julián. ....	81
<b>Mapa 2.</b> Muestra de especies arbóreas en Severino. ....	82
<b>Mapa 3.</b> Muestra de especies arbóreas en Balsa en Medio. ....	83
<b>Mapa 4.</b> Uso de árboles como madera o estaca, según los encuestados. ....	84
<b>Mapa 5.</b> Uso de árboles según los encuestados. ....	86
<b>Mapa 6.</b> Uso de árboles como leña, según los encuestados. ....	88
<b>Mapa 7.</b> Capitales en Julián. ....	90
<b>Mapa 8.</b> Capitales en Severino. ....	91
<b>Mapa 9.</b> Capitales en Balsa en Medio. ....	92

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> Identificación de los macroinvertebrados. ....	127
---	-----

## **DEDICATORIA**

A las familias productoras de las comunidades de la microcuenca del río Carrizal, por permitirnos participar e involucrarnos en su diario vivir desde sus saberes locales para aprender y compartir estas experiencias investigativas.

## AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo agradecimiento por hacer posible esta publicación a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), en especial a la Ph.D. Miriam Félix López, Ph.D. Leonardo Félix López, Ph.D. Maryuri Zamora Cusme, Ph.D. Ángel Guzmán Cedeño, Q. F M.Sc. Ana María Aveiga, Ph.D. Juan Carlos Luque, Ph.D. Leonardo Vera Macías y Ph.D. Julio Saltos Solorzano.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) aliado estratégico institucional, en especial al Ph.D. Juan Manuel Domínguez, que desde la Estación Experimental Portoviejo a través del Ing. M.Sc. Marat Rodríguez Moreira, y el Ing. M.Sc. Eddy Zambrano, dieron el valioso aporte técnico – humano, y de equipos que posibilitaron esta investigación.

A la Ing. M.Sc. Elena del Pilar Cruz Collaguazo, gestora de la idea de esta investigación, que ha posibilitado acumular esta valiosa experiencia investigativa, Ph.D. Víctor Barrera Mosquera, Ing. M. Sc Ricardo Limongi Andrade, selecto grupo de investigadores del INIAP, Ph.D. Carlos León Velarde (CIP-Perú) por sus valiosos asesoramientos.

A los estudiantes, las estudiantes, tutores, tutoras de pregrado y postgrado de las carreras participantes por su aporte a través de sus diferentes investigaciones que se presentan en esta publicación. A los estudiantes, las estudiantes, tutores, tutoras del Programa de Semillero de Investigadores de la convocatoria 2011, por su valiosa participación investigativa.

Agradecemos a las familias productoras de las comunidades de la subcuenta del río Carrizal por su valiosa participación.

Compiladoras

## PRÓLOGO

Esta publicación constituye la recopilación de las experiencias investigativas acumuladas durante el desarrollo del proyecto institucional: Planificación participativa para la gestión integrada del sistema hidrográfico Carrizal-Chone que promueve la seguridad y soberanía alimentaria y reduzca impactos negativos del cambio climático: caso microcuenca del río Carrizal, bajo la dirección de Flor María Cárdenas Guillén M.Sc. y de un selecto grupo de docentes investigadores(as) y colaboradores de la ESPAM MFL, así como de investigadores(as) del INIAP, Estación Experimental Portoviejo.

Sus resultados son un aporte al sector agropecuario de la zona de intervención de la Politécnica, como es la microcuenca del río Carrizal, que contribuyen al buen vivir de estas comunidades y al fortalecimiento de las capacidades locales y de la matriz productiva, ya que la economía de este capital humano se basa en las actividades agropecuarias.

Ángel Guzmán Cedeño, Ph.D.

## INTRODUCCIÓN

*Flor María Cárdenas Guillén, Gloria Cobeña Ruiz, Ana María Aveiga Ortiz,  
Laura Mendoza Cedeño*

La publicación presenta resultados de investigación socioeconómica productivo ambiental como la caracterización de los capitales disponibles de las comunidades, la optimización de las estrategias de vida de las comunidades y el análisis de las funciones técnicas de las cadenas de valor. Además, investigación biofísica, productiva y ambiental como el análisis del ciclo hidrológico de la cuenca (cantidad y calidad), el análisis de la vulnerabilidad física y ambiental, el análisis de la biodiversidad arbórea y arbustiva en zonas de recarga hídrica, estudios sobre capital social comunitario alrededor del recurso agua, la generación de información temática especializada (SIG).

La publicación abarca un abanico de artículos realizados por un selecto grupo de docentes – investigadores (as), relacionados con los recursos disponibles en la subcuenca del río Carrizal con énfasis en la microcuenca del mismo nombre, que conlleva al manejo de los recursos naturales para la gestión integrada de la cuenca. Se muestran las experiencias de tres años de arduo trabajo operativizado con el apoyo técnico y financiero de la ESPAM MFL y del aliado estratégico INIAP – Estación Experimental Portoviejo.

Sus valiosos resultados abren las puertas para continuarlas en el futuro inmediato. Las lecciones aprendidas demuestran que estas experiencias investigativas se han dado como procesos participativos de aprendizaje social compartido, innovador y emprendedor. El grupo humano participante de los artículos de este libro dejan un legado investigativo para quienes toman decisiones políticas que permitan un manejo adecuado de los recursos naturales y del ambiente para el buen vivir de las comunidades rurales involucradas



# **CAPÍTULO PRIMERO**

**INVESTIGACIONES SOCIALES, ECONÓMICAS  
PRODUCTIVAS Y AMBIENTALES DESDE EL ENFOQUE  
DE CAPITALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO  
CARRIZAL**

## **1.1. ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE CAPITALES DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS AGROPECUARIAS DE LAS COMUNIDADES Balsa EN MEDIO, JULIÁN Y SEVERINO**

*Flor María Cárdenas Guillén, Héctor Miguel Zambrano Lucero, Fanny María Zambrano Pinargote, Erika Solanda Zambrano Vélez*

### **RESUMEN**

En la microcuenca del río Carrizal-Manabí-Ecuador, el desconocimiento y la no identificación de los diferentes capitales disponibles por los hogares rurales no permite diseñar estrategias de intervención que promuevan su desarrollo. El estudio tuvo como objetivo caracterizar los capitales: humano, cultural, social, político, natural, físico y financiero disponibles en las comunidades e identificar sus estrategias de vida que fortalezcan la interrelación para su conservación y valorización. La metodología para análisis de variables e indicadores se basó en el enfoque de capitales de las comunidades, donde todos tienen el mismo grado de importancia para la generación de bienestar. Los resultados mostraron que en la caracterización y tipificación de familias se identificaron tres grupos, diferenciados por los capitales: humano y natural. El grupo uno dispone medianamente los capitales humano, cultural, social y natural. El grupo dos posee menos capitales humano, cultural, social, natural y físico, con necesidades de capacitaciones y aprendizaje, afectando el uso de los recursos para conservar la biodiversidad. El Grupo tres dispone en mayor proporción los capitales humano, económico, político y físico. Para los tres grupos el capital financiero, es el de menor disponibilidad, como el recurso de las familias para el logro de sus medios de vida, que está interactuando negativamente con el capital natural, probablemente por sus estrategias de vida, formación, capacitaciones e intervención hacia los recursos naturales. Se concluye que las familias productoras de la microcuenca disponen en mayor o menor proporción de los siete capitales como parte de sus estrategias de vida.

**Palabras clave:** Caracterización, disponibilidad, recursos naturales, estrategia de vida, tipificación.

## INTRODUCCIÓN

El enfoque de los capitales de las comunidades (CCF) incluye conceptos claves como la cultura, el poder y la experiencia de los actores, criterios fundamentales para entender el proceso de toma de decisiones y la actitud de gentes ante las innovaciones propuestas por la ciencia y la tecnología (Meinzen et al., 2004). El CCF operativiza los conceptos de conocimiento local y valores que determinan la toma de decisiones como capital cultural, así también las relaciones de poder y la presencia institucional y legal como el capital político. Este enfoque es integrador y provechoso para analizar y entender dinámicas dentro de las comunidades rurales enfocándose, principalmente en el balance de las interacciones y sinergias entre los capitales y en cómo se construyen los mismos (Flora, 2005).

Las comunidades rurales de la microcuenca del río Carrizal no están exentas de esta problemática que aqueja a los ecosistemas ecuatorianos. En este ecosistema se evidencia la disminución del caudal de agua provocado por un proceso de deforestación intensivo, con lo cual se están desprotegiendo las zonas de recarga hídrica, el recurso suelo que por falta de cobertura vegetal sufre procesos erosivos y los caudales de los esteros y ríos disminuye en cantidad y calidad. Otra actividad degradante al ecosistema es la quema de pastizales (destrucción de las plantas leñosas, pérdida de nutrientes, microorganismos), una de las acciones humanas más realizada en la zona, esta práctica desencadena procesos más complejos de destrucción del ecosistema.

No existe suficiente información sobre fuentes, requerimientos específicos caudales o déficit de agua por zonas o cantones, poca información sobre la disponibilidad de infraestructura productiva. Adicionalmente hay una baja inversión pública para la protección de las cuencas hidrográficas y falta de apropiación de los problemas y soluciones por parte de los usuarios.

Desde esta perspectiva, el estudio se basó en el Marco de Capitales de la Comunidad (*Community Capitals Framework*), que contempla un análisis de los capitales disponibles que influyen las decisiones sociales, humanas, culturales, naturales, físicos, financieros y políticos (Flora et al., 2004), ya que conocerlos permite diseñar estrategias

de vida considerando las condiciones bajo las cuales las familias productoras de la microcuenca del río Carrizal toman decisiones productivas en torno a su disponibilidad y sostenibilidad en el tiempo. Dentro del enfoque de ordenamiento territorial y manejo de la microcuenca del río Carrizal, el conocimiento y la identificación de los diferentes capitales disponibles por los hogares rurales permite diseñar estrategias de intervención que promuevan el mejoramiento del capital natural (suelo, agua, aire, biodiversidad, servicios y bienes ecosistémicos) y utilizarlos balanceadamente para impulsar el desarrollo de este sector.

Se generó información técnico-científica sobre la disponibilidad de capitales de las comunidades de la microcuenca del río Carrizal que contribuya en la toma de decisiones para el mejoramiento de las condiciones agrosocioeconómicas y ambientales de las familias productoras del sector.

## METODOLOGÍA

El área de la microcuenca abarca un total de 19.3792 km<sup>2</sup> (19379 ha) (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Ubicación de las zonas en estudio de la microcuenca del río Carrizal.

El método de investigación empleado fue el deductivo, mediante el cual, a partir del cálculo de un tamaño de muestra de las poblaciones por zona de la microcuenca del río Carrizal (alta, media y baja) permitió su determinación; para lo cual se utilizó la variable continua "Superficie de las unidades de producción en hectáreas", que se

estableció en el marco de muestreo. La fórmula (Sukhatme, 1953 citado por Asián et al., 2004) utilizada para estimar el tamaño de la muestra fue:

$$n = \frac{\frac{t^2_{\alpha} S^2}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{X}_N^2}}{1 + \frac{1}{N} x \frac{t^2(\alpha, \beta)}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{X}_N^2}} \quad (3.1)$$

Donde:

$t$  = valor tabular de "t" de *Student* al 95 % de confiabilidad

$\varepsilon$  = error permisible al 20 %

$S^2$  = varianza de la población

$\bar{X}_N$  = media de la población

$N$  = número de familias productoras

$n$  = tamaño de la muestra

Las entrevistas fueron dirigidas a 62 familias productoras presentes en las tres zonas de la microcuenca del río Carrizal: Balsa en Medio con 12, Severino con 18 y Julián con 32 familias entrevistadas. Se realizó un taller en cada zona, para definir la combinación de capitales con las estrategias de vida, se incluyeron características de las familias de la microcuenca, como educación, propiedad de bienes, fuentes de ingreso, tipos de cultivos, acceso al crédito y remesas, membrecías a organizaciones, uso del agua, que los hogares disponen para desarrollar las estrategias de vida.

Para la caracterización de los capitales se realizó un recorrido de reconocimiento del territorio, acompañado por actores clave (líderes comunales y miembros del proyecto), y tener una perspectiva general del funcionamiento biofísico de la microcuenca. Asimismo, los datos tomados por observación directa fueron complementados con entrevistas no estructuradas, las cuales fueron realizadas a informantes clave de comunidades ubicadas en diferentes puntos del área de estudio. Esta apreciación visual de la microcuenca y las entrevistas apoyó para lograr una caracterización rápida utilizando el enfoque de medios de vida y capitales de la comunidad.

Para la caracterización de capitales, se evaluó los siete capitales: humano, cultural, social, físico, natural, político y financiero. Dentro de cada capital se consideraron las siguientes variables: capital humano (capacidad laboral, conocimientos/educación, salud y alimentación); social (tejidos sociales y reglas del juego) y financiero (recursos económicos de los factores de la producción agrícola, créditos y entidades bancarias y mercados y negociaciones), en total 112 indicadores.

Para el análisis se utilizó la información obtenida y se formaron bases de datos multivariadas, se calculó un índice por capital a partir de la transformación de los valores de cada uno de los indicadores, a valores dentro del intervalo cerrado de 0 a 1. Para la asignación de los valores de los indicadores, se consideró 1 al valor máximo del indicador y 0 al mínimo. El resto de valores se transformaron a equivalentes proporcionales entre 0 y 1. Posteriormente, se sumaron los valores de los indicadores por capital y nuevamente las sumatorias fueron transformadas, también a un valor dentro del rango de 0 a 1.

Para la tipificación de productores(as), basados en la disponibilidad de capitales, se empleó una herramienta estadística que permitió agruparlos en función de sus características de similitud y diferenciación. El método multivariado usado fue el análisis de conglomerados o grupos. Desde esta perspectiva, para obtener los grupos de productores que se diferencien entre sí, se utilizó el método de Ward, medido con el intervalo de la Distancia Euclidiana (Everett, 1993).

Los análisis de contingencia y pruebas de  $\chi^2$  se aplicaron para definir las relaciones de dependencia entre los indicadores y los grupos de productores(as) para su caracterización. Basados en la aplicación del plan de análisis diseñado para la información los productos generados a partir de la información, corresponden a dos bases de información multivariada (BMV) sistematizadas en función del enfoque de capitales de la comunidad, e índices por capital.

Se realizó la sistematización de las relaciones de vinculación entre los hogares de productores y la comunidad a partir de los análisis de capitales disponibles, similitud, estrategias de vida (roles, responsabilidades) y toma de decisiones de inversión productiva.

Se caracterizaron los capitales: humano, cultural, social, político, natural, físico y financiero, disponibles en las comunidades e identificaron sus estrategias de vida que fortalecen su interrelación (ser humano- naturaleza) con fines de su conservación y valorización. La metodología para el análisis de las variables e indicadores se basó en el enfoque de capitales de las comunidades en donde todos tienen el mismo grado de importancia para la generación de bienestar.

La caracterización de las familias productoras de la microcuenca del río Carrizal se tipificó en tres grupos, de acuerdo a su disponibilidad de capitales y sus estrategias de vida que giran alrededor de lo agropecuario: así el grupo 1, disponen de capitales humano, cultural, social, natural. El grupo 2 dispone de capitales, humano, cultural, social, natural, físico, y el grupo 3, se caracteriza porque dispone en mayor proporción capitales: humano, cultural, social, político, natural, físico. Se evidencia que el capital financiero para los tres grupos representa la externalidad más negativa (Villarreal, 2016), el análisis realizado desde el enfoque de capitales permitió conocer sus características desde sus tres agrupamientos, siendo relevante lo siguiente:

### **Capital humano**

**Capacidad laboral.** - Se evidencia la mayor disponibilidad de capital humano, en el ámbito de las familias productoras de las tres zonas de estudio se asocia al número promedio de las familias que fluctuó entre tres y nueve miembros por hogar, lo que les da la oportunidad de contar con mano de obra disponible para sus actividades, siendo un costo de oportunidad. Se observa que, en algunos casos de las familias con menor número de miembros, solo el jefe de familia participa en el proceso productivo.

**La emigración.** - Es un factor común en las familias productoras de la microcuenca del río Carrizal, que han visto desplazarse al menos a un miembro por familia por razones de trabajo o estudio. Los principales sitios donde migran corresponden a las ciudades de Guayaquil, Quevedo, Santo Domingo, aunque se registran otros cantones de la provincia y fuera de ella como Calceta, Bahía, Manta, Pichincha, Buena Fe y Patricia Pilar.

**Conocimiento y educación.** - Se observa que los productores más experimentados en el manejo de sus cultivos son los que forman parte de las familias que tienen más de 40 años ejerciendo este oficio y además disponen de mayor conocimiento en cuanto a diversidad de variedades. Los sistemas productivos predominantes de estas tres zonas en estudio, son: arroz, maíz, plátanos, cacao, café, maní, entre otros cultivos, y en tiempo de vegas los más comunes son los compuestos por frejoles, haba, yuca, papaya, habichuelas, etc. Hay cultivos que se realizan en el mismo terreno, que se producen en dos ciclos al año y en algunos casos, hacen rotación; además forma parte de la estrategia de vida basada en la producción de cada familia. Las actividades productivas de estas tres zonas no involucran la participación familiar: quien asume las responsabilidades de dirigir el proceso productivo y la comercialización es el jefe de familia. En el último año, los productores señalan no haber participado en procesos de capacitación relacionados con la conservación del medio ambiente, pero muestran interés por capacitarse, especialmente en el manejo del cultivo e innovaciones tecnológicas más productivas, organización social y búsqueda de mercados.

**Disponibilidad de educación.** - De las 62 familias encuestadas, el número de años de estudio en los adultos, presentó un bajo nivel, con un rango de uno a seis años de escolaridad, además se encontró a 14 personas analfabetas; donde se señala el grado de educación más alto corresponde a mujer (18 de años de escolaridad), mientras que en el hombre el grado de educación es bajo (12 años), el 73,19 % de los niños estudian (Tabla 1).

**Salud.** - En relación a la salud los tres grupos, no disponen de centros de atención médica dentro de sus comunidades, pero acuden al centro de salud más cercano (El Desvío vía Calceta-Pichincha). Las enfermedades más frecuentes, en niños y adultos son las estomacales e infecciosas (dengue y paludismo).



**Tabla 1.** Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital humano utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.

Capital Humano	Indicadores			Valor <i>p</i>
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	
# de personas integran su familia	2.95 <b>a</b>	4.79 <b>b</b>	8.86 <b>b</b>	0.0004*
# de personas o familias integran esta comunidad	33.50 <b>b</b>	40.71 <b>c</b>	21.79 <b>a</b>	<0.0001*
# de miembros de su familia se han ido fuera de la comunidad	2.40 <b>b</b>	0.33 <b>a</b>	0.00 <b>a</b>	<0.0001*
# de capacitaciones que han recibido	0.05 <b>a</b>	0.11 <b>a</b>	0.07 <b>a</b>	0.7746
Hace cuánto tiempo fue la última capacitación	0.10 <b>a</b>	0.11 <b>a</b>	0.14 <b>a</b>	0.9525
# de familia dentro de su comunidad aplican estos conocimientos	0.00 <b>a</b>	0.04 <b>a</b>	0.00 <b>a</b>	0.5526
Grado de estudio del jefe de familia.	4.05 <b>a</b>	4.79 <b>a</b>	5.00 <b>a</b>	0.3960
# de estudio de la mujer	5.55 <b>a</b>	5.57 <b>a</b>	4.79 <b>a</b>	0.5809
¿Cuántas personas de su hogar están estudiando actualmente?	0.25 <b>a</b>	1.46 <b>b</b>	1.93 <b>b</b>	<0.0001*
Edad del estudiante	1.89 <b>a</b>	4.00 <b>ab</b>	5.20 <b>b</b>	0.2405*
¿A qué tiempo de su comunidad está? (minuto) el centro de salud	30.25 <b>b</b>	27.86 <b>b</b>	23.93 <b>a</b>	0.015*
¿Número de fármacos que utiliza la comunidad?	2.35 <b>b</b>	1.86 <b>ab</b>	2.07 <b>a</b>	0.0162*
Número de plantas tradicionales para curar enfermedades	3.10 <b>a</b>	3.04 <b>a</b>	3.5 <b>ab</b>	0.009*

Valor de  $\alpha=0.05$ ; *p*=probabilidad; \*significación estadística al 5%; ns no significación estadística.

### Capital cultural

Sobre este capital no se registran diferencias entre las familias productoras de las tres zonas de estudio, debido a que la cultura está asociada a su estrategia de vida y forma parte de sus actividades como comunidad. En la zona alta Balsa en Medio celebran festividades navideñas, velorios de la Virgen del Carmen, al igual que su fiestas patronales en el mes de julio, por otro lado la zona media de Severino festejan velorios como los Juanes, San Pedro y Pablo, la Virgen de Guadalupe y sus fiestas patronales en el mes de octubre, también la zona baja de Julián tiene su cultura en cuanto a actividades y protocolos ellos festejan Navidad, Año Nuevo, velorios a la Virgen María, Virgen del Carmen, Pedro Pablo: sus adornos son decorados por la comunidad con flores de la zona.

### Capital social

**Tejido social.** - Referente a estos indicadores las tres zonas, muestran que las familias productoras de la microcuenca no forman parte de una asociación, ellos no están

funcionando como comunidad por cuanto no hay quien lidere o se pueda establecer vínculo con un mercado agroindustrial permanente, con un precio atractivo del producto. Debido al poco capital social, los grupos productores de la microcuenca pierden oportunidades que conlleven a los programas de asociaciones al productor campesino y puedan fortalecer a futuro para constituirse en un grupo sólido, con objetivos ambiciosos y con participación activa. Los productores perciben que una asociación fuerte de productores puede beneficiarles incluso para ser sujetos de créditos, buscar nuevos mercados, apoyo de instituciones e inclusive procesar sus productos.

En la comunidad de Balsa en Medio, su forma de existencia está alrededor de la agricultura, rubro de importancia en la zona, aquí no hay posibilidad de créditos por agricultura, lo que está induciendo a una baja en los rendimientos de los cultivos. Asimismo, en la comunidad de Severino su estrategia de vida se basa en la agricultura y ganadería; ellos tienen posibilidad a créditos, solo que no aprovechan los beneficios de estos por falta de comunicación dentro de la comunidad.

En la comunidad de Julián, su estrategia de vida se enfoca en la agricultura, ganadería y explotación de madera; estas son las actividades que proporcionan a las familias ingresos económicos para su subsistencia. A diferencia de Severino, esta comunidad sí tiene conocimiento de crédito, se han realizado algunos con la finalidad de mejorar la producción ganadera, agrícola, y forestal con el propósito de obtener un mejor ingreso económico.

Los productores de esta zona señalan que no existen instituciones que desarrollen actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería, pero manifiestan que el GAD Provincial está presente en la zona durante los últimos años, aunque no observan beneficios concretos de su presencia.

### **Institucionalidad**

Se constituye como punto fundamental de la consolidación de grupos sociales, es decir, las normas que regulan el comportamiento de sus miembros dentro de la organización y las familias. Dentro de la microcuenca señala la importancia de valores cívicos, amistad, solidaridad y colaboración para un buen vivir; sin embargo, existen

conflictos entre vecinos de la comunidad, por desacuerdos de herencias, apropiación de tierras, riñas entre vecinos.

### Capital político

Las organizaciones de mayor interés, y donde la gente más participa, están en la zona baja de la microcuenca del río Carrizal (Julián). Al seguro campesino del cantón Bolívar pertenece siete de 12 entrevistados de la zona alta (Balsa en Medio), 14 de 18 entrevistados de la zona Media (Severino), y 28 de 32 entrevistados de la zona baja (Julián). La organización de mayor convocatoria es la Cooperativa de Ahorro y Créditos Limitada Calceta. Los productores señalan que las organizaciones mencionadas sí tienen capacidad de gestión y han sido útiles para la comunidad.

La comunidad de Julián, posee un líder comunitario, se ha buscado obras para su comunidad, lo cual es reconocido por los productores entrevistados, pero la comunidad tiene poco interés por el conocimiento y manejo adecuado de los recursos y capitales dentro de la comunidad para la protección del medio ambiente. En las comunidades de Balsa en Medio y Severino se desconoce la participación de un líder, estas dos comunidades optan por considerar como líder al profesor de la escuela, como la mayor autoridad dentro de su comunidad (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital político utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.

<b>Indicadores</b>				
<b>Capital político</b>	<b>Grupo I</b>	<b>Grupo II</b>	<b>Grupo III</b>	<b>Valor p</b>
Leyes a nivel nacional que estén relacionadas con el ambiente y la conservación de la biodiversidad que usted conoce	0.00 <b>a</b>	0.04 <b>a</b>	0.00 <b>a</b>	0.5526 ns
¿Cada cuánto y cómo se elige el presidente en la comunidad?	10.00 <b>a</b>	6.96 <b>a</b>	17.50 <b>b</b>	<0.0001*
¿Cuántas personas de la comunidad han ocupado cargos públicos?	0.00 <b>a</b>	0.04 <b>a</b>	0.00 <b>a</b>	0.5526*

Valor de  $\alpha=0.05$ ; p=probabilidad; \*significación estadística al 5%; ns no significación estadística.

## **Capital natural**

En las tres zonas de estudio los productores señalan que existen pocas áreas comunitarias de bosques. Ciertos productores agropecuarios consideran que la actividad productiva de la agricultura y ganadería ocasiona impactos negativos sobre el buen estado del capital natural (agua, suelo, biodiversidad, paisaje, servicios ecosistémicos). En cuanto al abastecimiento de agua para consumo familiar y producción agrícola, tienen inconvenientes en las dos zonas de estudio (Severino-Julián). Referente a la descarga de las aguas servidas, en las tres zonas, las familias productoras señalan que poseen pozos sépticos y letrinas. Todos los productores entrevistados coinciden en señalar que los recursos más importantes para ellos y la producción son los recursos agua y suelo (Tabla 3).

En las tres zonas señalan que los suelos tienen igual fertilidad: catalogados como buenos, pero no disponen servicio de recolección de basura. Los principales problemas ambientales identificados y sentidos en las zonas de estudio son las variaciones climáticas, los deslaves, la deforestación, quema de pastizales, mal uso de productos agroquímicos que contaminan las vertientes, acuíferos y cuerpos receptores, puede relacionarse con problemas de salud asociados a enfermedades estomacales, respiratorias y de piel.

Algunos productores señalan que los problemas y cambios en el ambiente son consecuencia de sus actividades y de la mala práctica como por ejemplo la quema, la ganadería excesiva, la deforestación, exceso de agroquímicos y otros. Causantes de problemas ambientales, afectando la distribución de los recursos y por ende las estrategias de vida de cada familia. Todos los productores mencionan la importancia de cuidar y preservar los recursos naturales.

Con relación a la percepción sobre la pérdida de especies animales y vegetales de sus fincas o la comunidad, los productores coinciden en señalar que se han perdido entre 10 a 15 especies. En la zona alta (Balsa en Medio) se menciona la pérdida de tigres, venados, lobos, antílopes, cascabeles, osos, guacamayos, leones, llenas, pumas y en cuanto a las especies vegetales como moral fino, laurel, samán, moral, roble y tejón; especies que están desapareciendo dentro de esta zona. En lo que se refiere a la zona Media

(Severino), se menciona especies de animales como: avestruces, osos hormigueros, jaguares, puercos espín, puercos salvajes, tapir, tigres, venados, lobos, leones y en las especies vegetales como: castaño, laurel, roble y sangre. En la zona baja (Julián) se mencionan especies animales como: antílopes, cascabeles, ardillas rojas, conejos y en las especies vegetales: cola de pava, tamarindo, palo santo, caucho, santa maría.

**Tabla 3.** Análisis de los indicadores cuantitativos para el capital natural utilizados para la conformación de grupos de productores de la microcuenca del río Carrizal 2012.

<b>Indicadores</b>	<b>Grupo I</b>	<b>Grupo II</b>	<b>Grupo III</b>	<b>Valor p</b>
<b>Capital Natural</b>				
Números de animales que existen en la comunidad	2.90 <b>a</b>	3.18 <b>a</b>	3.07 <b>a</b>	0.3754 ns
Número de plantas silvestres que existen en la comunidad	4.00 <b>b</b>	3.82 <b>ab</b>	3.64 <b>a</b>	0.0182*
Cuántas familias de su comunidad realizan actividades agropecuarias	81.75 <b>b</b>	87.32 <b>c</b>	75.00 <b>a</b>	<0.0001*
Actividades pesqueras	3.65 <b>b</b>	2.54 <b>a</b>	5.00 <b>c</b>	<0.0001*
Actividades maderables	14.60 <b>b</b>	10.14 <b>a</b>	20.00 <b>c</b>	<0.0001*
# de lo que usted más valora de la naturaleza y de los recursos naturales alrededor suyo? (Valores NO económicos)	3.40 <b>ab</b>	3.61 <b>b</b>	3.00 <b>a</b>	0.0177*
Disponibilidad de agua (cantidad) para riego o para consumo	57.50 <b>a</b>	53.57 <b>a</b>	75.00 <b>b</b>	0.0026*
Disponibilidad de agua (cantidad) para riego	57.50 <b>a</b>	53.57 <b>a</b>	75.00 <b>b</b>	0.0026*
¿Calidad del agua en la comunidad (contaminación)?	70.50 <b>b</b>	63.75 <b>a</b>	82.50 <b>c</b>	<0.0001*
¿Especies de animales que están desapareciendo o han desaparecido?	3.05 <b>a</b>	3.18 <b>a</b>	2.93 <b>a</b>	0.3307 <b>ns</b>
Número de especies vegetales que están desapareciendo	2.15 <b>a</b>	2.07 <b>a</b>	2.50 <b>b</b>	0.00026*

Valor de  $\alpha=0.05$ ; p=probabilidad; \*significación estadística al 5%; ns no significación estadística.

Al momento de encontrar la significación en este capital se observa que los tres grupos tienen una aceptación; indicando que tienen una calidad de agua diversa en cada grupo con una probabilidad ajustada al medio.

**Interacciones existentes entre capitales (externalidades).** - El análisis de capitales a través del análisis FODA. (Fortaleza, Oportunidad, Debilidad, Amenaza) permitió identificar las externalidades positivas y negativas sobre los capitales, y a la interacción entre ellos, una de las consecuencias encontradas en estas interacciones negativas, fue el análisis de vulnerabilidad física y ambiental generada por acciones antropogénicas, que sumado a las condiciones edafoclimáticas de la microcuenca

evidencian que pueden acelerar el proceso de degradación del capital natural, ya que la actividad de una unidad económica repercute sobre la actividad de otras, modificando consecuentemente la actitud que estas últimas adoptan.

Que esta interacción no se produce necesariamente a través del mercado, sino que reconoce un fenómeno de interdependencia directa, que pueden tener efectos positivos o negativos, que definen a su vez externalidades tanto positivas o negativas y lo que es importante, desde la perspectiva medio ambiental reversible o irreversible.

## **CONCLUSIONES**

Se evidencia que las comunidades de la microcuenca del río Carrizal disponen en mayor o menor proporción de los siete capitales.

En la conformación de las familias productoras, se distingue tres grupos identificados a través de 50 indicadores cualitativos y 62 cuantitativos. El grupo tres corresponde a los productores(as) que más disponibilidad de capitales tienen dentro de cada zona de estudio. El grupo dos corresponde a los productores(as) que tienen recursos limitados o tiene poca disponibilidad de capitales, a diferencia del grupo uno que corresponde a las familias productoras que tienen poca disponibilidad de capitales para su subsistencia.

Asimismo, se detectó que dichas familias son vulnerables porque no tienen recursos suficientes para sostener una estrategia de vida adecuada, lo que hace que estas familias salgan de la comunidad en busca de trabajo. Dependen en gran medida de las actividades agropecuarias; es decir, del estado y conservación del capital natural (servicios eco sistémicos de los activos suelo, agua, biodiversidad).

Se identificó las externalidades positivas y negativas sobre los capitales, y a la interacción entre ellos. Una de las consecuencias fue el análisis de vulnerabilidad física y ambiental generada por acciones antropogénicas, que sumado a las condiciones edafoclimáticas de la microcuenca evidencian que pueden acelerar el proceso de degradación del capital natural.

## 1.2. IDENTIFICACIÓN DE BIODIVERSIDAD ARBÓREA Y ARBUSTIVA, Y SU VALOR DE USO EN ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL

*Flor María Cárdenas Guillén, Jasmina Annabel Del Pino Fernández, Eliana Josefa Mera Zambrano*

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo identificar la biodiversidad arbórea y arbustiva, su valor de uso y selección de especies que sirva de base para propuestas de planes de reforestación en zonas de alta vulnerabilidad física dentro de la microcuenca del río Carrizal – Manabí – Ecuador. Se utilizaron métodos de investigación no experimental, con técnicas de entrevistas *in situ*, transectos, muestreos, claves taxonómicas, que permitieron identificar género, especie y familia, y una breve descripción de acuerdo a protocolo; apoyado con el conocimiento de investigadores especialistas, fortalecido con la experiencia nativa de productores/as. Para identificar el sitio de mayor diversidad vegetativa se aplicaron Índices de biodiversidad e Índice de equidad empleando los índices *Shannon-Weaver*, *Simpson* y *Equidad de Pielou*; mismos que fueron analizados estadísticamente. En las tres zonas de la microcuenca (alta, media y baja) se encontró un total de 53 géneros, 62 especies, 27 familias y 2464 individuos, algunas de ellas en peligro de extinción, por tala y reemplazo por pastos y cultivos agrícolas, no existió diferencias estadísticas significativas para los índices de biodiversidad medidos como riqueza y abundancia de especies. En cuanto a valor de uso mayormente se lo hace como leña, madera, y alimento de animales silvestres. Se propusieron especies para reforestación seleccionadas participativamente con las familias productoras, de acuerdo al valor de uso productivo y ecológico, según bases elaboradas. Se concluye que, aprovechando la riqueza y abundancia de especies arbóreas y arbustivas identificadas, existen especies que proporcionan valor de uso ecológico y productivo, como opciones de desarrollo sustentable de estas comunidades.

**Palabras claves:** Biodiversidad arbórea y arbustiva, valor de uso, recarga hídrica, sistema agroforestal y silvopastoril.

## INTRODUCCIÓN

Según investigaciones realizadas por el Consejo Provincial de Manabí (CPM, 2005), la pérdida de los bosques nativos es el principal problema que históricamente ha debido enfrentar esta provincia. La extracción del recurso forestal y la conversión de hábitat naturales, principalmente para el establecimiento de pastizales, ha conllevado a procesos de erosión, desertización, deslizamientos, sedimentación y azolvamiento de las cuencas hidrográficas en sus secciones medias y bajas. Esto ha ocasionado múltiples consecuencias, entre ellas: la disminución de la vida útil de los embalses de las cuencas hidrográficas, por ejemplo, de los ríos Chone y por ende el río Carrizal; y alteraciones en los ciclos hidrológicos, que se ponen de manifiesto sobre todo en épocas invernales, cuando se enfrenta inundaciones y deslaves.

Toda esta situación es un enorme problema para una provincia que es deficitaria en recursos hídricos, que dependen básicamente de la conservación de sus cuencas hidrográficas; sin embargo, estas se vienen deteriorando por las actividades agropecuarias, al ir ocupando en agricultura y ganadería tierras que por su aptitud son forestales. La mayoría de sus cuencas están degradadas al haberse destruido la vegetación protectora de sus vertientes en sus lugares de origen. Esto está ocasionando una disminución del recurso hídrico en ríos que en la mayoría son de régimen intermitente y muy pocos mantienen su caudal durante todo el año.

Además, el crecimiento de la frontera agrícola se hace con base en la destrucción de los bosques protectores y a la ocupación de tierras de aptitud forestal. Existe un sobrepastoreo, luego de haber destruido los bosques protectores, continúa con la destrucción del suelo, se realiza cultivos en fuertes pendientes, para lo cual, primero destruye la vegetación protectora en las zonas de recepción de las cuencas hidrográficas, que generalmente son áreas con fuertes pendiente; para cultivar, no protege el suelo y este pierde su fertilidad y disminuye su producción (CPM, 2005). Todas las vertientes de las cuencas deben manejarse manteniendo una cobertura vegetal suficiente que permita amortiguar las precipitaciones, controlar la erosión y las inundaciones (Sánchez, et al., 2003).



Vázquez, et al., (1999), mencionan que para hacer un uso exitoso de las especies nativas de cada región en programas de desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles, restauración ecológica y reforestación es indispensable profundizar conocimiento sobre la biología, la ecología, la propagación y el manejo de las especies nativas disponibles, a fin de posibilitar la domesticación de dichas especies y desarrollar técnicas eficientes de propagación. Es importante también tomar en consideración la utilidad de las especies para la población local, ya que ello redundará en una mejor conservación de las zonas restauradas.

Por lo expuesto, el estudio de la biodiversidad arbórea y arbustiva, en la microcuenca del río Carrizal, es una alternativa de investigación que apunta al manejo sostenible de estas áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental. Para contribuir en su solución, esta investigación pretende identificar aquellas especies arbóreas y arbustivas más adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de esta microcuenca, que permitan proteger las zonas de recarga hídrica a través de elaborar bases para propuestas de planes de reforestación. Además, identificar aquellas especies que cumplan esta función ecológica, pero que también tengan valor de uso productivo para sus poblaciones.

## **METODOLOGÍA**

Se seleccionaron las zonas (alta, media y baja) de los sitios: Balsa en Medio, Severino y Julián de la microcuenca del río Carrizal, del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador.

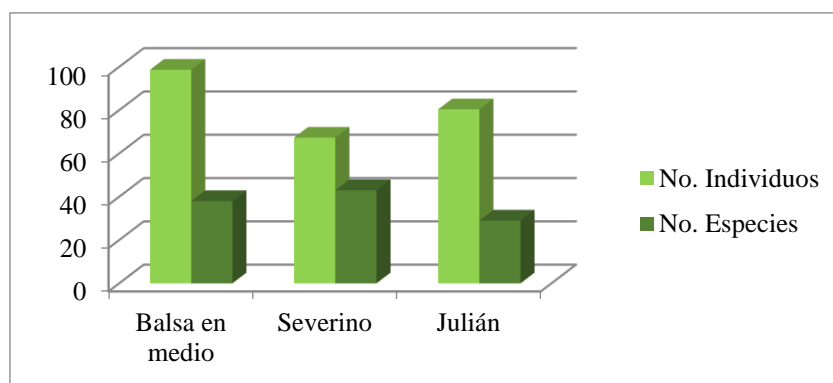
Las técnicas que se utilizaron para la ejecución de esta investigación fueron las siguientes: Para la identificación de especies arbóreas y arbustivas se utilizaron varios métodos de investigación no experimental con técnicas de entrevistas *in situ*, implementación de transectos (10 000 m<sup>2</sup>) permanentes de observación en cada zona de la microcuenca del río Carrizal (alta, media y baja)., muestreos, claves taxonómicas utilizadas por el Herbario Nacional de Quito, que permitieron identificar género, especie y familia, y hacer una breve descripción de acuerdo a protocolo; apoyado con el conocimiento de investigadores expertos del INIAP y del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), fortalecido con la experiencia nativa de

productores/as. Además, se apoyó en las claves taxonómicas recomendadas por varios autores tales como el manual de identificación de especies forestales de la subregión andina INIAP- OIMT (1996), Alwyn (1996), De la Torre, et al., (2008). Su muestreo fue aleatorio en zigzag dentro de cada transecto, se tomó el material vegetativo, se hizo una descripción de las especies, identificación taxonómica. Para identificar el sitio de mayor diversidad vegetativa se aplican los Índices de biodiversidad e Índice de equidad empleando los índices *Shannon-Weaver* y *Simpson* (Feinsinger y Ventosa, 2003), entrevistas a informantes claves para determinar el valor de uso de las especies arbóreas y arbustivas (uso de protocolos o entrevistas semiestructuradas); así como la sistematización de la información en bases de datos multivariadas y foto documentación de especies y análisis estadístico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS

En las tres comunidades de la microcuenca de río Carrizal (Balsa en Medio, Severino y Julián) se hallaron un total de 2464 individuos representados en 27 familias arbóreas, 53 géneros y 62 especies (Gráfico 2). Estos resultados coinciden con los reportados por investigaciones de la Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí (CRM, 2007) en la misma microcuenca, registra también 27 familias; superior a los 47 géneros reportados e inferior a 64 especies encontradas;

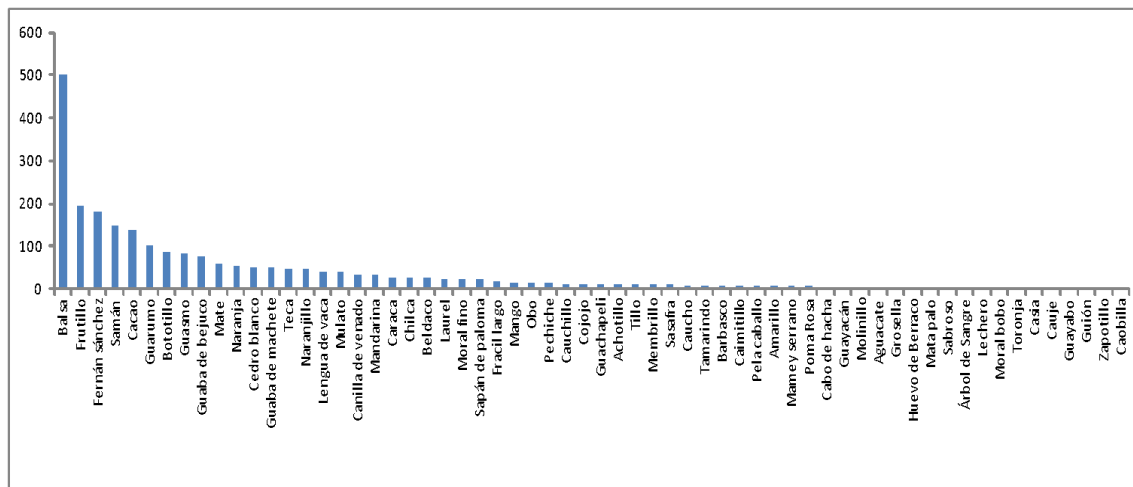


**Gráfico 2.** Representación de riqueza y abundancia en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal.

Referente a la riqueza de especies, se encontraron un total 62 especies en la microcuenca del río Carrizal. La zona alta- sitio Balsa en Medio con 38 especies, que aportó con el 61% del total de las especies representado en 987 individuos la zona media- sitio Severino tuvo 43 especies y representó el 69% de la riqueza arbórea y 673 individuos; y la zona baja- Sitio Julián presentó 29 especies con el 46% de riqueza y 804 individuos.

La zona media Severino fue la zona de la microcuenca que presentó mayor diversidad en especies, debido a que en esta zona no existen plantaciones con fines comerciales, esto refleja la diversidad de la zona y la baja cantidad de individuos en comparación de la zona alta y baja de la microcuenca.

En términos de abundancia más representativa, 19 especies que contribuyen con el 81,12% de la abundancia total con 1999 individuos, donde la zona alta (Balsa en Medio) presentó 810 individuos, seguida por la zona baja (Julián) con 695 individuos, mientras que la zona media (Severino) se encontraron 494 individuos. La Balsa por su condición de especie comercial y establecida en altas densidades fue la más abundante con el 25%, seguida de Frutillo (10%), Fernán Sánchez (9%), Samán (7,5%), Cacao (7%) y otras especies de variados usos y beneficios que estaban en bajas proporciones (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Ranking de abundancia de especies de la microcuenca del río Carrizal.

La zona alta de la microcuenca (Balsa en Medio) fue la zona que más individuos tuvo, le sigue zona baja de la microcuenca (Julián) seguida de la parte baja y media en su

orden; influenciado, en su mayoría por la presencia de plantaciones comerciales de balsa, y que en el futuro esta tendencia puede revertirse si se aplican las normas y leyes establecidas para el uso y aprovechamiento de áreas definidas netamente para conservación del agua y suelo con pocas opciones para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias.

Las familias arbóreas presentes tenían un rango de 15 a 23, los géneros entre 26 y 37 y las especies de entre 28 y 42, donde los sitios Balsa en Medio (zona alta) y Severino (zona media) eran más o menos similares (Tabla 4).

**Tabla 4.** Número de familias, género, especies e individuos presentes en la zona alta, media y baja de la microcuenca del río Carrizal.

Sitios	Área (ha)	# Familias	# Género	Especies arbóreas #	Abundancia arbórea #
Alta-Balsa en Medio	3	23	34	38	987
Media- Severino	3	20	37	42	673
Baja- Julián	3	15	26	28	804
<b>Total</b>	9	27	53	62	2464

Los géneros y especies (16 géneros y 43 especies) estuvieron presentes en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal (Balsa en Medio, Severino y Julián) fueron similares en el 90,63% de las familias (13 familias) y el 76,43% de Carrizal (Tabla 5).

**Tabla 5.** SEQ Tabla \\* ARABIC 5. Número y porcentaje de especies para las familias registradas en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal.

Familias	Número y % de especies para las familias registradas en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal												Total
	Balsa en medio				Severino				Julián				
	Spp	% spp	Ind	% ind	spp	% spp	ind	% ind	spp	% spp	ind	% ind	
Malvaceae	5	13	488	49	5	12	117	17	5	17	302	38	1068
Otras	12	32	137	14	14	33	153	23	8	28	100	12	566
Fabaceae	5	13	54	5	7	16	92	14	4	14	67	8	299
Moraceae	4	11	81	8	4	9	27	4	4	14	61	8	235
Polygonaceae	1	3	67	7	1	2	59	9	1	3	56	7	216
Eleocarpaceae	1	3	70	7	2	5	48	7	1	3	54	7	208
Rubiaceae	3	8	14	1	2	5	82	12	1	3	34	4	169
Euphorbiaceae	4	11	31	3	3	7	25	4	2	7	37	5	139
Bixaceae	1	3	16	2	1	2	19	3	1	3	55	7	113
Bignoniaceae	1	3	20	2	2	5	29	4	1	3	16	2	88
Apocynaceae	1	3	9	1	2	5	22	3	1	3	22	3	75

El género *Ochroma* en los sitios de Balsa en Medio y Julián (zonas alta y baja), fue el más abundante debido a la presencia de la balsa, en comparación con la zona Media (Severino), se muestra que en la zona no hay equilibrio en cuanto a género.

Los índices de diversidad (Shannon y Weaver, 1949), dominancia (Simpson, 1949) y equidad, fueron calculados para los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal (Balsa en Medio, Severino y Julián) (Tabla 6).

**Tabla 6.** Índices de biodiversidad en los tres sitios de la microcuenca del río Carrizal.

Índices	Balsa en Medio (zona alta)				Severino (zona media)				Julián (zona baja)			
	r1	r2	r3	Promedio	r1	r2	r3	Promedio	r1	r2	r3	Promedio
Shannon Weaver	2,24	3,02	1,82	2,70	2,84	2,78	2,91	3,41	2,50	2,64	2,53	2,91
Simpson	0,20	0,05	0,3	0,15	0,07	0,06	0,07	0,04	0,10	0,08	0,09	0,07
Equidad	0,76	0,94	0,67	0,74	0,92	0,96	0,92	0,91	0,80	0,93	0,89	0,865

r1, r2, r3 = repeticiones por cada transecto 1,2 y 3.

El análisis de varianza no determinó diferencias significativas entre los índices de diversidad (Shannon y Weaver, 1949), dominancia (Simpson, 1949) y equidad en árboles y arbustos, calculado para cada zona de la microcuenca del río Carrizal (Tabla 7, 8, 9).

A pesar que el análisis de varianza no presentó diferencias significativas para ninguno de los índices, en términos estadísticos, especies de la zona media (Severino). Con especies de frutillo, fernán sánchez y samán, no se presentó dominancia, la diversidad presente en la microcuenca puede considerarse media, sin embargo, la balsa es la especie con mayor dominancia en las zonas alta y baja de la microcuenca, debido a que es plantada con fines comerciales; en lo que se refirió a la equidad, la zona media (Severino) presentó similaridad de abundancia de especies de acuerdo con las otras dos zonas. Esto no concuerda con lo que indican Añazco, et al., (2004), que los bosques andinos son poseedores de una invaluable riqueza en biodiversidad, considerándose a la misma como el producto forestal no maderable (PFNM) que tiene el Ecuador. Jorgensen y León (2000) señalan que la mayor diversidad de especies vasculares del Ecuador está en la zona andina y que esta riqueza se atribuye a la diversidad de climas, al gran rango de altitudes debido a la presencia de Los Andes, a los tipos de suelo, al efecto de los vientos alisios y

monzónicos del Atlántico que chocan en los flancos orientales de la cordillera andina y a su complejidad geomorfológica.

**Tabla 7.** Valores promedios del índice Shannon (variable diversidad).

Tratamientos	Medias	
1	2,53	a
2	2,81	a
3	2,42	a
<b>Promedio</b>	2,59	
<b>Cv %</b>	13,84	

**Tabla 8.** Valores promedios del índice Simpson (variable dominancia).

Tratamientos	Medias	
1	0,79	a
2	0,75	a
3	0,80	a
<b>Promedio</b>	0,78	
<b>Cv %</b>	0,0018	

**Tabla 9.** Valores promedios del índice de biodiversidad (variable equidad).

Tratamientos	Medias	
1	0,84	A
2	0,94	A
3	0,83	A
<b>Promedio</b>	0,87	
<b>Cv %</b>	7,90	

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Es de señalar que, la riqueza de las especies dentro de cada zona de la microcuenca, probablemente obedece a los distintos valores de uso que les den las familias productoras, esto coincide con lo mencionado por Cruz y Chamorro (2009), quien señala que la identificación de las especies arbóreas y arbustivas nativas y su riqueza, localizadas en los márgenes de los ríos y en las áreas de recarga hídrica, promuevan la función ecológica de proteger, manejar y conservar las áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental.

### **1.2.2. CONSULTA PARTICIPATIVA SOBRE EL VALOR DE USO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS PARA LAS FAMILIAS PRODUCTORAS Y VALOR ECOLÓGICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL**

De acuerdo al estudio participativo realizado con los productores/as de la microcuenca del río Carrizal, en la zona alta (Balsa en Medio), 38 especies de árboles y arbustos identificados pertenecientes a 22 familias indican 10 usos, las especies que más prevalecieron en cuanto al valor de uso productivo fue el guayabo con 7 usos (0,3% ssp), seguido por cedro con 6 (1% ssp), samán con 5 (4,5% ssp), cacao, caucho, cojojo, frutillo, guaba, guasmo, naranja, naranjillo, y sasafrá con 4 (23,3% ssp), agr, balsa, guarumo, guión, laurel, matapalo, pela caballo, poma rosa, teca y tillo con 3 usos (48% ssp), barbasco, beldaco, caobilla, caraca, cauchillo, chilca, fernán sánchez, lechero, lengua de vaca, mate, sapan de paloma con 2 usos (18% ssp) y mulato con 1 uso (0,60 % ssp), la leña generó el 100% de los usos, seguida por la madera y alimento para animales silvestres 90% (uso ecológico).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la zona alta (Balsa en Medio), se evidencia que, de las 10 categorías, se da mejor uso en: leña, madera y alimento para animales silvestres (uso ecológico). Estos resultados concuerdan con los reportados Cruz (2007).

En el estudio participativo realizado con los productores/as de la microcuenca del río Carrizal, en zona media (Severino), a 43 especies de árboles y arbustos se le atribuyen; 10 usos, especie árbol de sangre y mamey serrano, 7 usos (1,8% ssp), frasil largo, frutillo, mango, naranja, pechiche, 6 usos (16% ssp), guachapelí, guasmo, mandarina, sapatillo con 5 usos (9% ssp), aguacate, amarillo, caucho, guaba, guayacán, molinillo, samán, tamarindo, tillo, toronja con 4 usos (25,5% ssp), balsa, cacao, cauge, fernán sánchez, grosella y naranjillo con 3 usos (21,4% ssp), cabo de hacha, caimitillo, caraca, huevo de verraco, lengua de vaca, mate, moral fino y bobo, membrillo y teca con 2 usos (19% ssp) y mulato con un uso que representa el (2,4%).

Los resultados de la encuesta a familias productoras reflejan que, de la zona media (Severino) de la microcuenca del río Carrizal constan 10 categorías presentadas, los usos más frecuentes son; leña, madera y alimento para animales silvestres (uso ecológico).

El estudio participativo realizado con los productores/as de la microcuenca del río Carrizal, en zona baja (Julián), con 29 especies de las cuales el mango presentó 8 usos (1% spp), la naranja nos dio 7 usos (0,9% spp), frutillo, lengua de vaca y pechiche con 6 usos (14,2% spp), caucho, frágil largo, guasmo, hobo dulce, saman, tamarindo con 5 usos (16,4% spp), cacao, guaba, moral fino, naranjillo, tillo con 4 usos (17,9% spp), balsa, fernán sánchez, guarumo, laurel, membrillo y sapán de paloma con 3 usos (33,6% spp), beldaco, caraca y mate con 2 usos (4,3% spp).

De acuerdo a los resultados presentados, se observa que, de las 10 categorías presentadas, los usos que más se presentan, son la leña, madera y alimento para animales silvestres. Esto concuerda con lo manifestado por Yerena, et al., (2012), quien señala que muchas de las especies arbóreas y arbustivas son consideradas como especies de uso múltiples. De las 62 especies presentadas, siete de ellas: la caobilla, frutillo (*Muntingia calabura* L, 1753), guarumo (*Cecropia* sp, 1840), guasmo (*Guazuma ulmifolia* L, 1789), guayabo (*Psidium guajava* L, 1753), hobo (*Spondias purpurea* L, 1762) y tillo (*Brosimum alicastrum*). 1972), estas especies coinciden con los usos dados por los productores/as de la microcuenca en alimento para animales silvestres, aves y ganado.

El uso de las especies en estudio es necesario para obtener un diagnóstico acertado, ya que, según Rodríguez, et al., (2005); constituye la base para establecer en un futuro métodos de restauración ecológica.

### **Valor ecológico de las especies de la microcuenca del río Carrizal**

De las 62 especies investigadas en la microcuenca, solo la especie del bototillo (*Cochlospermum vitifolium*), presentó servicios ambientales, como: cercas vivas en los agro hábitats, bordes de caminos y ornamental exótica. Estos resultados tienen mucha similitud a los reportados por Cruz y Chamorro (2009), en la microcuenca del río Illangama (provincia de Bolívar, Ecuador), que señalan que las familias tienen mayor interés por especies que puedan utilizarse para el abastecimiento de forraje para el ganado;



abastecimiento de leña; animales a los abastecimiento de medicina humana y animal; formación de barreras vivas, cercas vivas y muertas; materia prima para abonos; extracción de colorantes y fibras; jaboncillo; provisión de madera; protección de fuentes de agua y protección del suelo; entre otros.

### **1.2.3. ELABORACIÓN DE BASES PARA PROPUESTAS DE ENRIQUECIMIENTO Y RECUPERACIÓN DE TERRENOS DEGRADADOS MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES ARBÓREAS**

De acuerdo a resultados obtenidos de las especies identificadas y de las reuniones participativas realizadas en la microcuenca del río Carrizal, 49 especies que corresponden al 79% del total de la riqueza y al 86% de la abundancia total, se seleccionaron para planes de reforestación dentro de los diversos sistemas de producción que practican los productores de la microcuenca.

Dentro de los sistemas agroforestales, 33 especies de árboles y arbustos fueron seleccionadas para planes que poseen los productores debido a que estas especies se asocian a los diferentes tipos de sistemas de cultivos que ellos poseen. Esto concuerda con otros estudios que indican que para alcanzar sus efectos benéficos; la agroforestería debe reunir tres atributos: productividad para producir los bienes requeridos por el productor; sostenibilidad que es la capacidad del sistema a permanecer productivo indefinidamente y nivel de adopción que es el grado de aceptación del sistema de acuerdo a las limitantes y características propias de cada productor (Jiménez y Muschler, 2001).

Asimismo, 25 especies fueron seleccionadas para los sistemas silvopastoriles de los productores ya que sirven principalmente de sombra y alimento para el ganado. Estos resultados permiten comparar con otras investigaciones que han demostrado que el uso de árboles en potreros (sistemas silvopastoriles), sobre todo el uso de especies leguminosas, permite aumentar la calidad y cantidad de pasto, además de obtener mayores cantidades de biomasa total en potreros asociados con árboles que en pasturas en monocultivo (Benavides, 1994; Camero, 1996; Giraldo, 1996; Mahecha, 2003).

Se han observado incrementos en la producción de materia seca disponible total en asociaciones de árboles más pasturas comparadas con pasturas en monocultivo. Sin

embargo, los efectos positivos en la asociación de árboles con pasturas están determinados por las condiciones agroecológicas, las densidades, la distribución, la especie, la estructura y el manejo de la cobertura arbórea (Benavides, 1994; Mahecha, 2003).

Los resultados obtenidos de acuerdo a la cualificación y cuantificación de las especies, al seleccionarlas para siembras con fines de reforestación en los sistemas agroforestales y silvopastoriles, el mayor número de especies seleccionadas correspondió para sistemas agroforestales, aunque estas presentaron un menor número de individuos en comparación a la selección de especies para sistema silvopastoriles estas tuvieron menor cantidad de especies y mayor cantidad de individuos. Probablemente se deba a que muchas de las especies agroforestales están incluidas para fines comerciales, en comparación con las especies seleccionadas para el otro sistema que no generan muchos lucros económicos, pero sí beneficios para los animales en general. Esto coincide con investigaciones realizadas para proyectos de forestación en Manabí, ya que sí se compararon las especies seleccionadas para la microcuenca del río Carrizal.

Es de señalar que para lograr los objetivos fue relevante el apoyo técnico de las instituciones GPM, INIAP y Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí; evidencia de que la integración interinstitucional fortalece los procesos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+i).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se acepta *la* hipótesis alternativa, por cuanto en la microcuenca del río Carrizal se comprueba que sí existen especies que proporcionan usos productivos para los(as) productores(as); sin embargo, en lo referente al uso ecológico, los(as) productores(as) desconocen de especies que puedan brindar servicios ambientales, de las investigaciones realizadas para cada especie solo una de ellas brinda este servicio.

## **CONCLUSIONES**

Se identificaron 62 especies, de las cuales 38 pertenecen a la zona alta, 43 la zona media y 29 en la zona baja, la zona media (Severino) presentó mayor número de riqueza (43 ssp) en comparación con las otras dos zonas y las zonas altas (Balsa en Medio)

presentaron mayor número de individuos (987) y baja (Julián) presentó (804), los índices evaluados no presentaron diferencias significativas entre las tres zonas estudiadas.

Las familias productoras/es de la microcuenca del río Carrizal conocen y utilizan 62 especies, representadas por 27 familias y 2464 individuos de especies arbóreas y arbustivas los fines que predominaron fueron para leña y madera, sin embargo, desconocen de los usos ecológicos que brindan estas especies.

Se elaboraron dos identificaciones con especies arbóreas y arbustivas, como base para propuestas de sistemas agroforestales y silvopastoriles, con la finalidad de enriquecer y recuperar terrenos degradados en futuras investigaciones.

### **1.3. DISPONIBILIDAD DE CAPITALES EN LAS FAMILIAS PRODUCTORAS-AGROPECUARIAS, COMUNIDAD LA PAVITA, SUBCUENCA BAJA DEL RÍO CARRIZAL**

*Magdalena Noemí Bravo Intriago, William Castillo Montaña, Flor María Cárdenas Guillén*

#### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue analizar la disponibilidad de los capitales de la comunidad, con el propósito de definir sus potencialidades e interacción existente entre su disponibilidad y el bienestar de los productores agropecuarios para la generación de información técnica que contribuya a la toma de decisiones para un desarrollo sostenible. El enfoque conceptual y metodológico en el cual se enmarcó el estudio fue el Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC), donde todas las variables e indicadores tuvieron el mismo grado de importancia para generación de bienestar. Los resultados obtenidos permitieron identificar una variabilidad de productores, conformados por seis grupos diferenciados en las características de las familias respecto a su capacidad laboral, accesibilidad a servicios, formación y disponibilidad de bienes relacionados a su actividad productiva; son similares en la vinculación con la comunidad, experiencia en el manejo de cultivos y dificultades en el proceso de comercialización. Una de las consecuencias de las externalidades y sus interacciones negativas fue conocer la vulnerabilidad física y ambiental generada por acciones de los habitantes de la comunidad; además de las condiciones edafoclimáticas que pueden acelerar el proceso de degradación de su capital natural.

**Palabras claves:** capitales de la comunidad, diferenciación de grupos de productores, interacción entre capitales, capacidad laboral.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los problemas socioambientales en la parte alta de las cuencas hidrográficas de Manabí son diversos, por ser la fuente fundamental de agua para el territorio que drena hacia la costa del Pacífico. El principal problema en esta zona es la constante pérdida de cobertura boscosa, misma que en la actualidad solamente existe dentro de las áreas naturales protegidas y en zonas de difícil acceso. Entendiendo que, por regla general, en

zonas marginales existen factores socioculturales que obstaculizan la rápida respuesta y adaptación a los cambios ecológicos y que su entendimiento y atención son a la vez los pasos definitivos hacia esa salida (Shejtman, et al., 2003, citado por Cruz, 2007).

Comprender el contexto sobre el cual se desarrollan los procesos productivos es analizar más allá de las tres formas de capital tradicionalmente reconocidas (natural, físico y humano). Es necesario conocer también los capitales social, político, financiero y cultural, tanto como las interacciones entre todos ellos y su incidencia en la toma de decisiones productivas y los efectos en la productividad, en los mismos capitales, en el desarrollo económico y social de una comunidad, así como en los retornos que pueden generar (Bastiaensen, 2002, citado por Cruz, 2007).

Bolívar es uno de los 22 cantones que conforman la provincia de Manabí. De acuerdo al índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI, aproximadamente el 81 % de la población es pobre y el 55 % es extremadamente pobre (Sistema Integrado de Indicadores Sociales [SIISE], 2010). Presenta una característica eminentemente agrícola predominando productos como cacao, café y cítricos. Se producen alrededor de 13000 hectáreas entre cacao y café. Alrededor existen 520 fincas, de las cuales 360 corresponde al cultivo de cacao y 160 al cultivo de café, tomando en consideración un promedio general de 25 hectáreas por finqueros (Cedeño, 2012).

La agricultura estacional del área depende del régimen de lluvias, con lo cual se genera un grave problema sobre el capital humano y la sociedad, debido a que no hay una plena ocupación de la mano de obra disponible del sector y se producen flujos migratorios de la población, en su mayoría son jóvenes que migran a otras regiones del país como Portoviejo, Manta, Quevedo y Esmeraldas (Carrión y Pazmiño, 2000). En el 2006, la tasa de emigración permanente y abandono del campo en Manabí, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), se situaba alrededor del 11 %.

Desde esta realidad, en La Pavita de la parroquia Quiroga, no se están llevando a cabo programas de desarrollo tecnológico, valorizando los capitales disponibles que viabilicen aportes al desarrollo de la producción agropecuaria con eficiencia, dada a la reducción de la migración y por ende la desmembración familiar, ocasionando daño al

lecho del capital humano del sector agropecuario de la comunidad. Tomando en cuenta todas estas consideraciones y de acuerdo a lo que señala Reid et ál., (2005), los pobres rurales tienden a ser los que más dependen de los servicios de los ecosistemas y los más vulnerables ante los cambios en esos servicios.

De manera general, cualquier progreso que se alcance en la erradicación de la pobreza y el hambre, el mejoramiento de la salud de la población y la sostenibilidad de los recursos, probablemente no será sostenible, si la mayoría de los servicios de los ecosistemas de los que depende la humanidad, continúan degradándose. Por el contrario, la gestión de los servicios de los ecosistemas brinda oportunidades para hacer frente, exitosamente a las múltiples metas del desarrollo de manera sinérgica.

Por la situación expuesta, se realiza este estudio ante la necesidad de contar con investigaciones desde el enfoque de los Capitales de la Comunidad (Flora et al., 2004); que permitan conocer la realidad socioeconómica y tecnológica de los productores agropecuarios de la comunidad La Pavita de la parroquia Quiroga, a través del estudio de sus siete capitales y así aportar información actual y efectiva sobre sus sistemas de producción para contribuir con alternativas de solución a la problemática que enfrentan, promoviendo prácticas de agricultura sostenible y medidas que contrarresten la pérdida de los recursos naturales.

La disponibilidad de capitales permite diseñar estrategias de vida considerando las condiciones bajo las cuales los productores agropecuarios de La Pavita toman decisiones productivas en torno a su disponibilidad y sostenibilidad en el tiempo. Este enfoque es integrador y provechoso para analizar y entender dinámicas dentro de las comunidades rurales enfocándose, principalmente, en el balance, las interacciones y sinergias entre los capitales y en cómo se construyen los mismos.

## **METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en la comunidad La Pavita de la parroquia Quiroga, cantón Bolívar, provincia de Manabí en la subcuenca del río Carrizal; ubicada alrededor de los

puntos de coordenadas geográficas<sup>1</sup> siguientes: 0 ° 56' Latitud Sur 80 ° 04' Longitud Oeste. El cantón Bolívar de la provincia de Manabí comprende una extensión territorial de 538 km<sup>2</sup> distribuidos en 3 parroquias, 1 urbana: Calceta y dos rurales: Membrillo y Quiroga.

**Procedimiento.** - Con datos de información secundaria y visitas a la comunidad se recopiló información primaria basada en el diseño de un cuestionario semiestructurado que fue el instrumento de comunicación entre el productor y/o su familia. Los cuestionarios con la información recopilada, cualitativa y cuantitativa, fueron analizados; para su procesamiento, la información recopilada en campo, se sistematizó en una base de datos utilizando el programa InfoStad Profesional 2011, cuya información se interpretó y analizó.

**Técnicas.** - La información se compiló a través de entrevistas semiestructuradas dirigidas a 36 productores agropecuarios y talleres con grupos focales del comité de padres de familia de la escuela “Quito Luz de América” de la comunidad La Pavita. También se seleccionó a la observación dirigida como una técnica para la triangulación de la información.

**Tipificación de productores agropecuarios.** - Se definieron los grupos de productores/as agropecuarios usando una herramienta estadística que permite agrupar los sistemas de producción en función de sus características de similaridad y diferenciación. El método multivariado empleado fue el análisis de conglomerados o grupos que se basa en la teoría de que información con similares características estadísticas puede agruparse y diferenciarse con aquellas que presenten otro tipo de tendencias; se utilizó el método de Ward, medido con el intervalo de la distancia euclidiana ajustada.

Para direccionar el cúmulo de información disponible hacia el objetivo de definir los grupos de productores/as agropecuarios existentes, se tomaron en consideración 47 indicadores cuantitativos. Una vez establecidos los grupos de productores, se procedió a realizar Análisis de Varianza Univariados (ADEVA), con el modelo matemático del Diseño Completamente al Azar (DCA), para cada uno de los indicadores que se

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Quito. Citado por Lara y Zambrano, 2007.

seleccionaron para definir los grupos, utilizando los mismos como tratamientos. Con estos análisis a través de una prueba de  $F$  estadística, se determinó si existían o no diferencias estadísticas al nivel del 5% de probabilidad, entre las medias aritméticas de los grupos establecidos. Para la separación de promedios se empleó el Rango Múltiple de Duncan.

La información cualitativa permitió aplicar a la herramienta estadística para datos categorizados, que corresponde al análisis de contingencia, basado en la generación de tablas de información cruzada bajo el criterio de clasificación de grupos de productores y Pruebas de  $\chi^2$  para definir relaciones de dependencia entre cada uno de los indicadores cualitativos y los grupos identificados.

**Capitales disponibles y sus interacciones.** - Se calculó un índice por capital a partir de la transformación de los valores de cada uno de los indicadores, a valores dentro del intervalo cerrado de [0 a 1]. Para la asignación de los valores de los indicadores, se consideró 1 al valor máximo del indicador y 0 al mínimo. El resto de valores se transformaron a equivalentes proporcionales entre 0 y 1. Posteriormente, se sumaron los valores de los indicadores por capital y nuevamente las sumatorias son transformadas a un valor dentro del rango de [0 a 1]. Luego de disponer de los índices por capital, se sometieron a un análisis de varianza un variado bajo el diseño completamente al azar y la prueba de separación de promedios aplicada fue el Rango Múltiple de Duncan al 5%. A partir de los valores de los índices obtenidos, los productores fueron categorizados y se obtuvo, además, un índice promedio general por capital. Utilizando este índice se graficó la disponibilidad actual de capitales en un esquema de red.

Con relación al análisis de interacciones entre capitales (externalidades positivas o negativas), se aplicó el Análisis de Componentes Principales. Este análisis permite analizar la interdependencia de variables métricas y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos de una tabla de  $n$  observaciones y  $p$  columnas o variables. El resultado de este análisis es la representación de todas las variables para generar un plano bidimensional (biplot) que explica la máxima variabilidad e interdependencia entre casos y variables, a partir de la construcción de ejes artificiales (componentes principales) y las interrelaciones entre grupos.



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

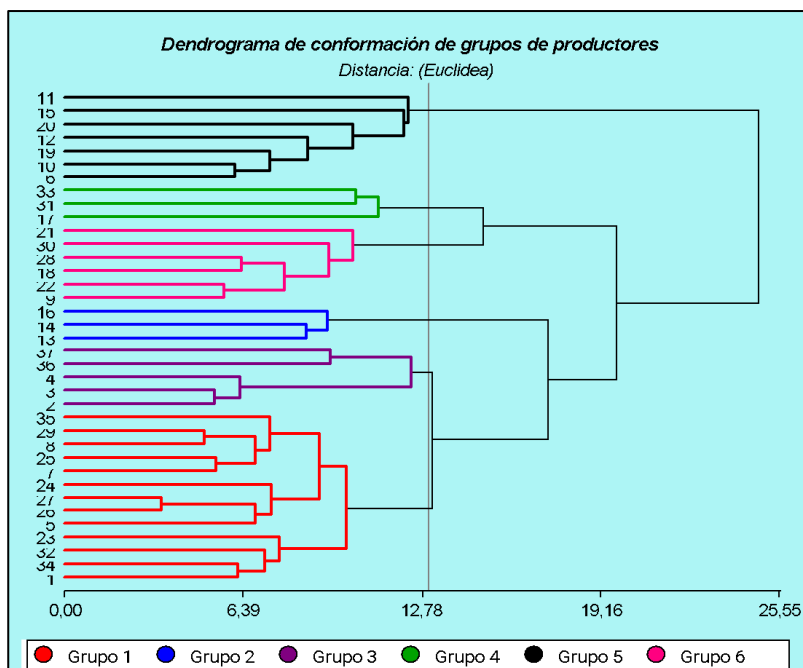
### **Conformación de grupos de productores agropecuarios**

El dendrograma resultante del análisis de conglomerados, distinguió seis grupos de productores agropecuarios identificados a través de 47 indicadores cuantitativos (Gráfico 4). El 35,14% de productores agropecuarios se clasifican dentro del grupo 1, el 8,11% en el grupo 2, otro 8,11% en el grupo 3, el 13,51% están en el grupo 4, el 18,92% en el grupo 5 y el 16,22% restante pertenecen al grupo 6.

### **Caracterización de grupos de productores agropecuarios de La Pavita**

#### **Capital Humano**

Dentro del capital humano se consideran cuatro variables: capacidad laboral, educación/capacitación, salud y alimentación. A continuación, se desarrolla el análisis de la información generada de cada una de las variables a través de los indicadores planteados. Las familias productoras agropecuarias, en promedio están conformadas por 5 miembros. Por otra parte, el grupo 6 presenta mayor migración cuando al menos tres de sus miembros han emigrado dentro del país, por cuestiones de trabajo y matrimonio. Los productores encasillados dentro del grupo 5 presentan un mejor nivel de educación de los jefes de familia, tomando en cuenta que dentro de los seis grupos determinados tienen como máximo nivel de educación la secundaria (Tabla 10).



**Gráfico 4.** Dendrograma de conformación de grupos de productores de La Pavita, provincia de Manabí-Ecuador, 2012.

**Tabla 10.** Promedios de tres indicadores relacionados con el nivel de escolaridad del productor agropecuario y su familia y valor p del ADEVA.

Grupos	Años de estudio jefe	Años de estudio miembros	Miembros que estudian actualmente
I	6,46 a	6,92 bc	0,38 c
II	6,00 a	8,00 abc	1,67 a
III	8,00 a	6,00 c	2,00 a
IV	6,00 a	10,80 ab	1,40 ab
V	8,57 a	11,14 a	1,43 ab
VI	5,00 a	8,00 abc	0,50 bc
<b>Xg</b>	6,67	8,48	1,23
<b>CV</b>	40,15	34,65	78,66
<b>Valor P</b>	0,2362	0,0250	0,0040

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $p \leq 0,05$ ).

Solo tres de los grupos identificados han asistido a un evento de capacitación, los mismos que señalan a la ESPAM como la institución que más se ha preocupado por capacitarles. Cuando se enferman buscan atención por lo general en el hospital de Calceta o en su efecto en el subcentro de salud de Quiroga; las principales enfermedades señaladas por los productores corresponden a problemas respiratorios y problemas digestivos (Tabla

11). La alimentación diaria se basa en productos provenientes de sus fincas y cultivos (gallinas, verduras, plátano, yuca, maíz, leche, etc.).

**Tabla 11.** Análisis de contingencia de los grupos de productores y las instituciones que han contribuido en su capacitación.

Grupos	ESPAM	Fortaleza del Valle	GAD Quiroga	Ninguna	Total
1	0,00	0,00	0,00	35,14	35,14
2	0,00	2,70	0,00	5,41	8,11
3	0,00	5,41	0,00	2,70	8,11
4	0,00	0,00	0,00	13,51	13,51
5	13,51	0,00	5,41	0,00	18,92
6	0,00	0,00	0,00	16,22	16,22
<i>Total</i>	13,51	8,11	5,41	72,97	100,00
<i>Chi Cuadrado (p)</i>		<0.0001			

### Capital Cultural

Dentro del capital cultural se analizan las prácticas tradicionales de manejo agropecuario, la presencia de grupos étnicos en la zona y sus costumbres y tradiciones alrededor de sus sistemas de producción. Los productores agropecuarios de La Pavita están vinculados a la actividad agropecuaria en promedio de 23 años; no presentan variaciones entre lo producido antes y en la actualidad, o sea, que siguen sus costumbres de producción (Tabla 12). En general son mestizos, aunque un 16,22% prefieren ser reconocidos como montubios. Entre sus tradiciones alrededor de sus cultivos está la conservación de la siembra de variedades criollas dentro de sus fincas.

**Tabla 12.** Promedios de tres indicadores relacionados con el capital cultural de los productores y el valor p del ADEVA.

Grupos	Tiempo dedicado a producción agropecuaria	Productos que producía antes	Productos que produce actualmente
1	33,38 ab	4,23 a	4,62 a
2	23,33 b	2,00 b	2,00 b
3	25,33 ab	4,33 a	4,33 a
4	44,40 a	4,40 a	4,60 a
5	35,43 ab	3,29 ab	3,86 a
6	40,67 ab	4,67 a	4,33 a
<b>Xg</b>	33,76	3,82	3,96
<b>CV</b>	42,04	32,26	23,92
<b>Valor P</b>	0,3072	0,0564	0,0098

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $P \leq 0,05$ ).

## Capital Social

Dentro del capital social se analizan las variables: Tejidos sociales con 4 indicadores e institucionalidad con 12 indicadores. Los productores agropecuarios no sienten la atención por parte de las instituciones, ya que estas no desarrollan actividades relacionadas a la producción agropecuaria; una de las instituciones que de a poco trabaja con los productores es la ESPAM; esto influye para que los productores no sientan el deseo asociarse por no percibir una atención notoria y una buena gestión de las organizaciones, teniendo como algo negativo los malos entendidos que conllevan al desarrollo de conflictos entre los habitantes (Tabla 13).

**Tabla 13.** Análisis de contingencia del productor y dos indicadores relacionados con el capital social.

Grupos Productores	(%)	Desarrollo act. Por Instituciones		Participación Asoc. Agropecuarias	
		Si	No	Si	No
1	35,14	10,81	24,32	10,81	24,32
2	8,11	2,70	5,41	0,00	8,11
3	8,11	0,00	8,11	5,41	2,70
4	13,51	5,41	8,11	8,11	5,41
5	18,92	2,70	16,22	8,11	10,81
6	16,22	0,00	16,22	0,00	16,22
<i>Total</i>	100,00	21,62	78,38	32,43	67,57
<i>Chi Cuadrado (p)</i>		<i>0,2786</i>		<i>0,0630</i>	

## Capital Político

Dentro del capital político se analiza el liderazgo, presencia de organismos y acceso al poder. La presencia de organizaciones comunitarias y la participación de los productores en las mismas, como el Seguro Campesino y el Comité de Padres de Familia de la escuela; y la capacidad de gestión que consideran tener hace posible un buen capital político; a más de que los socios están en capacidad de desempeñar funciones directivas dentro de las organizaciones comunitarias (Tabla 14).

**Tabla 14.** Análisis de contingencia del productor y su participación en organizaciones comunitarias y la capacidad de gestión.

Grupos Productores	(%)	Pertenece a organización		Capacidad de gestión	
		Si	No	Si	No
1	35,14	27,03	8,11	27,03	8,11
2	8,11	5,41	2,70	8,11	0,00
3	8,11	2,70	5,41	5,41	2,70
4	13,51	10,81	2,70	10,81	2,70
5	18,92	13,51	5,41	13,51	5,41
6	16,22	10,81	5,41	10,81	5,41
<i>Total</i>	100,00	70,27	29,73	75,68	24,32
<i>Chi Cuadrado (p)</i>		0,8016		0,8249	

A esto se suma que en promedio tres personas han ocupado cargos públicos; además que es muy buena la presencia de líderes comprometidos con el desarrollo de la comunidad, a pesar de que un alto porcentaje sienten la presencia de líderes negativos que más bien impiden el desarrollo de los productores y sus familias (Tabla 15).

**Tabla 15.** Promedios de dos indicadores relacionados con el capital político y valor de p del ADEVA.

Grupos	Personas que han ocupado cargo público	Líderes comprometidos
1	3,62 a	3,92 abc
2	2,00 a	3,00 bc
3	3,67 a	2,33 c
4	3,60 a	6,00 a
5	3,14 a	5,14 ab
6	2,83 a	4,50 ab
<b>Xg</b>	3,14	4,15
<b>CV</b>	55,64	43,94
<b>Valor P</b>	0,7567	0,0902

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $p \leq 0,05$ ).

### Capital Natural

Dentro del capital natural se analizó los servicios de la biodiversidad obtenidos por los productores agropecuarios. Los productores perciben ya la desaparición de especies vegetales silvestres en sus fincas, señalando al guachapelí, guayacán y laurel los más representativos, este peligro de extinción se debe a prácticas como la tala de árboles para madera, las quemadas y la aplicación de herbicidas. Entre las especies animales destaca el venado (Tabla 16).

**Tabla 16.** Promedio de tres indicadores relacionados con el capital natural y valor p del ADEVA.

<b>Grupos</b>	<b>Nº de Prob. ambientales</b>	<b>Esp. Anim. en extinción</b>	<b>Esp. Veg. en extinción</b>
1	1,31 ab	1,23 ab	1,15 ab
2	0,67 b	0,67 b	0,00 c
3	2,00 a	2,33 a	1,67 a
4	1,40 ab	1,60 ab	1,40 ab
5	1,57 ab	2,00 a	0,71 bc
6	1,67 a	1,33 ab	1,17 ab
<b>Xg</b>	1,44	1,53	1,02
<b>CV</b>	49,66	61,82	58,58
<b>Valor P</b>	0,2725	0,1702	0,0196

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $p \leq 0,05$ ).

Existe conciencia en los productores del grado de afectación hacia el ambiente de las prácticas agrícolas que vienen desarrollando en sus predios, a pesar de esto no hay un control; el abastecimiento de agua para consumo humano de fuentes naturales hace que los productores se empoderen de estos recursos por lo que se preocupan de mantenerlos en buen estado, además hay una visión comprometedora con la conservación del ambiente para ser revertida en beneficios con el desarrollo de fuentes de ingreso para las familias. Concuera con Reid, et al., (2005), quienes señalan que, los cambios que los seres humanos causan en los ecosistemas pueden mermar su capacidad de resistencia y aumentar la probabilidad de que se den cambios abruptos con consecuencias importantes en el bienestar humano.

### **Capital Físico**

Dentro del capital físico se analizó los servicios disponibles por los productores y la comunidad. El capital físico se consolida a nivel de los productores agropecuarios representados en el grupo III, se observa que tienen mejor atención en servicios básicos, fuentes de información, disponen de mayor cantidad de terreno y mayor número de rubros productivos en la finca (Tabla 17).

De forma general la comunidad dispone de espacios comunitarios, a pesar de que reconocen que no han logrado generar obra física alguna en los últimos años y que tampoco han recibido tecnología por parte de las instituciones.

**Tabla 17.** Promedio de cinco indicadores del capital físico y valor p del ADEVA.

Grupos	Servicios básicos	Fuentes de información	Cantidad terreno	Rubros productivos	Equipos herramientas
1	2,00 ab	2,23 a	4,08 b	3,92 a	1,23 a
2	1,67 bc	1,00 b	1,67 b	2,00 b	1,00 a
3	2,33 a	2,33 a	10,67 a	4,33 a	2,33 a
4	2,00 ab	2,80 a	5,20 b	4,20 ab	1,80 a
5	2,00 ab	2,86 a	3,43 b	3,57 a	1,43 a
6	1,50 c	2,33 a	2,83 b	4,33 a	1,50 a
<b>Xg</b>	1,92	2,59	4,65	3,73	1,55
<b>CV</b>	15,75	21,56	72,77	27,20	72,79
<b>Valor P</b>	0,0049	0,0003	0,0133	0,0328	0,5963

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $p \leq 0,05$ ).

### Capital Financiero

Para realizar el análisis del capital financiero se consideraron tres variables, las mismas que son: recursos económicos con 13 indicadores, créditos y entidades bancarias con 14 indicadores, mercados y negociaciones con siete indicadores. La principal fuente de ingreso familiar es la actividad agropecuaria, el promedio de ingreso mensual familiar es muy bajo; entre sus riesgos para perder su producción consideran en primer lugar la falta de presupuesto, lo que les hace vulnerables a la dependencia de mercados; el difícil acceso a créditos, tanto de manera formal o informal hace que los riesgos aumenten.

La presencia de entidades bancarias puede facilitar la actividad económica de los productores, tanto para financiar su producción como para mejorar otras actividades económicas que están como potencial en la comunidad (Tabla 18).

**Tabla 18.** Análisis de contingencia del productor y tres indicadores relacionados con entidades bancarias.

Grupos Productores	(% )	Los bancos dan crédito		Le dan crédito en especies		Hay actividades turísticas	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	35,14	29,73	5,41	2,70	32,43	5,41	29,73
2	8,11	8,11	0,00	0,00	8,11	0,00	8,11
3	8,11	8,11	0,00	0,00	8,11	2,70	5,41
4	13,51	10,81	2,70	0,00	13,51	0,00	13,51
5	18,92	18,92	0,00	2,70	16,22	5,41	13,51
6	16,22	10,81	5,41	0,00	16,22	0,00	16,22
<i>Total</i>	100,00	86,49	13,51	5,41	94,59	13,51	86,49
<i>Chi Cuadrado (p)</i>		<i>0,3577</i>		<i>0,7356</i>		<i>0,3112</i>	

El establecimiento de convenios de venta (a pesar que no es alentador) hace que los productores sientan seguridad en sí mismos y además puedan sentirse preparados para contrarrestar y enfrentar los problemas que se les presentan en el momento de hacer sus negociaciones, aunque es necesario establecer la búsqueda de mercados externos para poder mejorar la comercialización.

### Capitales disponibles de los productores agropecuarios de La Pavita

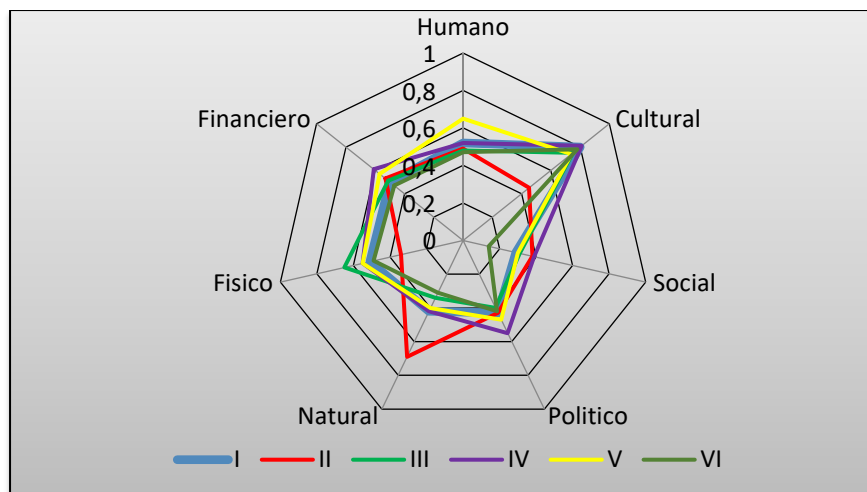
Los resultados del ADEVA señalan diferencias en la disponibilidad de capitales a nivel de los grupos de productores agropecuarios. Esta diferenciación se acentúa principalmente en torno a los capitales humano, cultural, natural y físico. Es importante señalar que para los capitales sociales, político y financiero no se detectan diferenciación estadística. De la misma manera se puede observar, en forma general que el capital social es el que se encuentra más debilitado y el más fortalecido es el capital cultural (Tabla 19, Gráfico 5).

**Tabla 19.** Promedios de los índices de los capitales disponibles por los productores agropecuarios y valor p del ADEVA.

<b>Grupo/Capit.</b>	<b>Humano</b>	<b>Cultural</b>	<b>Social</b>	<b>Político</b>	<b>Natural</b>	<b>Físico</b>	<b>Financiero</b>
<b>Grupo 1</b>	0,52 b	0,80 a	0,29 ab	0,43 a	0,42 b	0,51 ab	0,50 a
<b>Grupo 2</b>	0,49 b	0,45 b	0,38 ab	0,43 a	0,69 a	0,34 c	0,53 a
<b>Grupo 3</b>	0,48 b	0,75 a	0,31 ab	0,40 a	0,34 b	0,65 a	0,51 a
<b>Grupo 4</b>	0,52 b	0,81 a	0,39 a	0,55 a	0,42 b	0,55 ab	0,61 a
<b>Grupo 5</b>	0,65 a	0,74 a	0,30 ab	0,47 a	0,40 b	0,55 ab	0,57 a
<b>Grupo 6</b>	0,47 b	0,78 a	0,14 b	0,42 a	0,31 b	0,49 b	0,47 a
<b>XG</b>	0,52	0,72	0,30	0,45	0,43	0,52	0,53
<b>CV</b>	10,94	14,09	60,07	40,19	29,16	21,83	27,5
<b>Valor de p</b>	<0,0001	0,0009	0,2568	0,8159	0,0048	0,0478	0,6113

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Duncan.  $p \leq 0,05$ ).





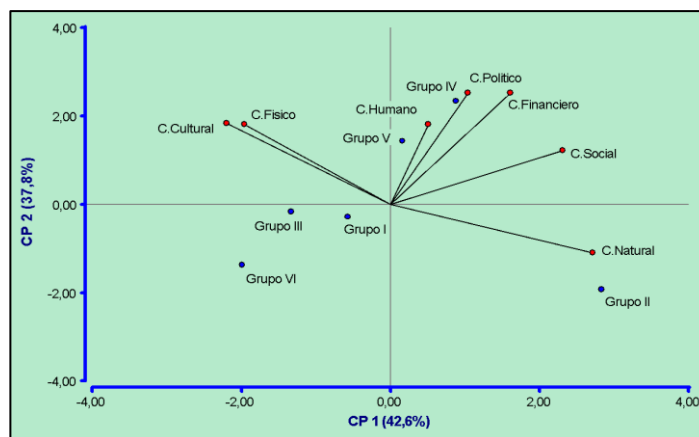
**Gráfico 5.** Representación esquemática de la disponibilidad de capitales por tipología de productores agropecuarios.

### **Interrelaciones entre los capitales disponibles**

Los resultados del análisis de componentes principales, muestran que, en la actualidad, los capitales natural, social, financiero y político están interactuando positivamente entre sí, pero negativamente con el capital físico y cultural. (Gráfico 6). El capital humano se encuentra interactuando positivamente con el resto de capitales, esto puede ser aprovechado por los productores debido a que este capital es considerado un recurso estratégico para incrementar los otros capitales. El capital cultural interactúa positivamente con el capital físico y humano, esto se debe a que los rasgos culturales y tradicionales en torno a la actividad agropecuaria están dirigidas a potencializar su formación y el acceso a bienes y servicios; no así, interactúa negativamente con los capitales político, financiero, social y natural; esto significa que a pesar de haber actividades similares entre los productores, no hay una visión de futuro compartido, un intercambio de experiencias en torno a sus actividades a favor de la biodiversidad.

La interacción negativa entre el capital físico y el capital natural se debe a un mal manejo de los recursos naturales. Los recursos económicos provenientes de la explotación del capital natural se han invertido para acumular el capital físico. De esta forma se establece que los productores agropecuarios aún no tienen una conciencia de conservación

para que no haya un desbalance entre el capital natural y el resto de capitales y a través de este proceso no exista ningún impacto negativo.



**Gráfico 6.** Biplot construido del análisis de componentes principales de los índices de los capitales.

## CONCLUSIONES

Existe una variabilidad de productores, reflejados en la conformación de seis grupos, diferenciados en la disponibilidad de capitales. el marco de los capitales de la comunidad es una herramienta metodológica que permitió analizar la realidad de la producción agropecuaria de forma integral.

Dentro del capital humano hay diferencias en los grupos en cuanto al número de miembros que conforman la familia, el movimiento migratorio como causa del desmembramiento familiar y el nivel de educación de los jefes de familia. Los seis grupos identificados tienen como máximo grado de educación la secundaria, lo que resulta una debilidad para el capital humano.

La producción agropecuaria es una actividad que en promedio la realizan desde hace 23 años, característica a la que se suma el patrón tecnológico tradicional en el que se desenvuelven a través de las generaciones.

El capital social está marcado por la falta de atención de entidades públicas relacionadas a la actividad agropecuaria, esto influye en las posibilidades de asociatividad por parte de los productores.

Los productores perciben la desaparición de especies animales y vegetales silvestres, debido a prácticas como la tala de árboles, la quema y la aplicación de herbicidas. Los productores agropecuarios financian sus actividades productivas a través de sus ahorros y el poco acceso a créditos con entidades crediticias formales.

En forma general, el capital más fortalecido es el capital cultural, y el capital más debilitado es el capital social.

El análisis integral a través del marco de los capitales de la comunidad facilita la identificación de las distintas interacciones (positivas y negativas) generadas entre los capitales de los productores agropecuarios.

Los capitales cultural y social no están interactuando positivamente entre sí. Existen muchas prácticas y actividades que son comunes a los seis grupos de productores agropecuarios que se realizan por tradición y costumbre, pero esto no indica que las interacciones sociales actuales estén fortalecidas. El capital cultural está interactuando negativamente con el capital natural, esto explica que su patrón tecnológico utilizado por tradición no está enmarcado a la conservación de los recursos eco sistémicos.

# **CAPÍTULO SEGUNDO**

**GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA Y  
ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA,  
CONDICIONES DE SUELO Y SU USO, CALIDAD DE  
AGUA, MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL**

## **2.1. ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CARRIZAL**

*Joffre Alberto Andrade Candell, Carlos Eduardo Bravo Loor, Flor María Cárdenas Guillén*

### **RESUMEN**

Se elaboró mapas temáticos referentes a la biodiversidad arbórea y los capitales disponibles en la zona de recarga hídrica Julián, Severino y Balsa en Medio, de la microcuenca del río Carrizal. Para lograr esta meta se analizó la información que se tenía de especies arbóreas nativas, este proceso se lo realizó por medio de un análisis de componentes principales utilizando el programa SPSS, que extrae factores estocásticos independientes F1, Fp, permitieron explicar la totalidad de la varianza de la matriz levantada. Con la finalidad de probar la independencia de la premisa de ortogonalidad de los datos empíricos levantados en la encuesta, fue necesario utilizar la matriz de correlación entre los factores mediante el método de rotación de Varimax; luego se procesó la información de capitales disponibles en las familias productoras realizando un análisis de conglomerados de K medias la cual es una técnica multivariante que permitió agrupar los casos o variables del archivo de datos obtenido de los capitales estudiados, en función del parecido o similitud existente entre ellos, al final se hizo necesario la utilización de un SIG (Sistema Información Geográfica), para los resultados obtenidos se utilizó el Arc Gis, que permite trabajar con la información geográfica de la microcuenca del río Carrizal y a la vez enlazar esta parte con la información de resultados obtenidos en la investigación. De acuerdo a las encuestas realizadas en las tres áreas de la microcuenca del Carrizal. Balsa, Fernán Sánchez, Moral Fino, Samán, Mate, Mulato, Cacao, Caucho, Frutillo, G Bejuco, Machete, Lengua de Vaca, Naranja, Naranjillo, fueron encontrados en todos los transectos e identificados por los encuestados. El análisis de conglomerados dio como resultado tres grupos bien marcados en las familias productoras, siendo el capital humano (educación) una de los más influyente. Con esta información se produjeron dos tipos de mapas, uno con los cuatro componentes significativos en cuanto al uso de las especies arbóreas y otro de los tres diferentes conglomerados, con base a los resultados de las investigaciones diversidad arbórea y arbustiva y caracterización de las familias productoras.

**Palabras clave:** Mapas temáticos, Biodiversidad arbórea, Capitales, Análisis de componentes principales, Análisis de conglomerados.

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés) constituyen una importante herramienta de trabajo para la investigación y la planificación, no solo en el campo académico, sino también en el dominio técnico a diversos niveles de organización espacial y territorial, bien sea de carácter público, privado, científico o militar. Dado su gran capacidad para el almacenamiento y manipulación de grandes volúmenes de datos espaciales georreferenciables, los SIG facilitan el análisis y la toma de decisiones (Gómez, 2006).

Para Negrón et al., (2007) es posible encontrar mapas temáticos que proporcionan información sobre diversos temas muy útiles para la gestión urbana. Entre los más comunes podemos mencionar los mapas de uso del suelo, los cuales muestran, para un territorio dado el tipo de uso que se hace del suelo. Cuando el análisis se hace a escala nacional, las categorías de uso de suelo son generales: producción agrícola, asentamientos humanos, extracción de minas, bosques, etc.

La información obtenida a partir de levantamientos de campo puede ser cartografiada, es decir, que a cada valor numérico se le asocia un espacio geográfico. Estos podrán ser asociados a los polígonos que representan los distintos territorios de análisis, se hablará entonces de información espacializada, es decir, que está asociada a un lugar en el espacio.

Un mapa temático presenta de manera gráfica los valores de una o más variables para un territorio subdividido en zonas más pequeñas. Los valores mostrados en los mapas temáticos a menudo son presentados bajo la forma de clases, en lo particular para variables económicas o de información sobre la densidad de la población. Este tipo de representación permite visualizar las características de distintas entidades al interior de un mismo territorio.

Para representar con mapas la información numérica, primero es necesario asegurarse que se dispone del mismo nivel de información para cada una de las entidades espaciales que se desean mostrar. Una base de datos bien estructurada debe permitir a cualquier persona que

no ha participado en su producción entender cuál es la información disponible como sus características. En ocasiones, las bases de datos disponibles contienen un gran número de variables, pero estas no pueden ser utilizadas porque no se conocen las unidades, las fuentes, o bien, porque están incompletas. A este tipo de información se le llama metadatos, es decir, la información sobre el significado o el contenido de cada variable, su estructura y su realización.

El manejo y conservación del agua es de especial importancia. En años recientes ha habido una amplia investigación que confirma la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continua y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas en América Latina y el Caribe (World Visión, 2004). La misma organización indica que: Una cuenca totalmente en equilibrio y sin presión de uso de la tierra o de sus recursos naturales, no requeriría una aplicación o intervención por parte del hombre para su manejo, aunque hoy sería poco probable encontrar esta situación.

Sánchez et al., (2003) mencionan que el manejo de cuencas comienza con el ordenamiento territorial de las partes altas, allí hay que establecer una cobertura vegetal densa para incrementar la interceptación del agua de lluvia para que pueda infiltrarse y recargar los acuíferos, los árboles con sus profundas raíces y la espesa vegetación arbustiva y herbácea, absorben el agua rápidamente.

Román (2001) habla del papel que juegan los árboles en los ciclos del agua, oxígeno, carbono y nitrógeno. El agua de lluvia al caer sobre la tierra cubierta de bosques tiende a humedecer el suelo y permanece ahí sin correr, evita la erosión y las inundaciones. Las raíces de los árboles también contribuyen con la formación y fijación de los suelos, mejoran la fertilidad por los compuestos nitrogenados que se forman en muchas especies o bien por la descomposición de ramas, hojas, flores y frutos al formar el mantillo, que más tarde se convierte en suelo; además proporcionan hábitat y alimento a la fauna silvestre.

Los bosques nativos se convierten año tras año en tierras agrícolas y pastizales para compensar la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas por factores naturales o antropogénicos (De Rham y Van, 2005). Los humedales alto-andinos juegan un rol vital en

el desarrollo de las cuencas andinas, así como de otros sistemas hidrográficos. Estos ecosistemas mantienen una diversidad biológica única, que se caracteriza por un alto nivel de endemismo de plantas y animales y que además cumplen funciones ecológicas dentro de ellos.

Los índices han sido propuestos por ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de especies existentes en una localidad a partir de información parcial, comparar biológicamente diferentes localidades o evaluar el reparto de recursos entre las distintas especies de lo que suele denominarse una comunidad. Generalmente, estas herramientas metodológicas eran y son utilizadas para el estudio de conjuntos de organismos similares (*taxocenosis*) colectados en una serie de localidades que difieren en alguna característica ambiental.

El río Carrizal es la principal cuenca hidrográfica del cantón Bolívar, cuyo territorio tiene una extensión de 552 km<sup>2</sup>. Se ubica en el centro oriente de la provincia de Manabí. El territorio del cantón está caracterizado por la existencia en cadena de montañas de la cordillera conocida como costaneras ubicadas hacia el oriente, con una altura media que oscila entre los 400 y 600 msnm. Al pie de ellas, se extiende una plataforma levemente ondulada, que varía entre los 20 msnm y los 10 msnm, atravesada por una red hidrográfica con vertientes provenientes de la cordillera, cuyo principal río es el Carrizal, que pasa por el límite oriental de Calceta, a la que ingresa desde el sur y se desvía en dirección al oriente. Dos afluentes del Carrizal, llegan a este, en el área de Calceta, desde el sur occidente, son el río Mosca y el estero de Mocochal (CPM, 2005).

El área montañosa se caracteriza por haber constituido una reserva natural de bosques de protección, que ha sido degradado por la explotación de la madera y la ampliación de la frontera de tierras para la crianza de ganado vacuno y porcino, en detrimento de los equilibrios ambientales por los fuertes impactos negativos que se derivan de la pérdida de la masa boscosa (CPM, 2005).

Entre otras, las modificaciones al equilibrio natural han sido una de las causas para los problemas de inundaciones que afectan a la zona, incluyendo el centro urbano de Calceta, aunque en la actualidad como consecuencia de la presa Sixto Durán Ballén del río Carrizal



ha disminuido el riesgo de inundación, pero subsiste el que proviene del río Mosca. Otro aspecto importante es que el territorio del cantón Bolívar es parte integrante de una de las cuencas más importantes de la provincia: la cuenca del Chone. La red hidrográfica más importante de este elemento natural lo constituyen el río Carrizal y el río Chone (CPM, 2005).

La información no actualizada ni sistematizada sobre las zonas de recarga hídrica de la cuenca del río Carrizal han hecho imposible realizar un manejo integrado del área mencionada; en los últimos años se ha venido trabajando junto con la ESPAM MFL y otras instituciones para remediar dicha carencia.

Con el propósito de contribuir en su solución, a través de la presente investigación se pretende analizar y sistematizar información socioambiental de aquellas especies arbóreas nativas más adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la microcuenca del río Carrizal, y dar las bases para futuros planes de reforestación que permitan proteger las zonas de recarga hídrica en el área de estudio. Sin embargo, se constituye en un reto identificar aquellas especies que cumplan esta función ecológica y que además tengan valor de uso para las poblaciones de la microcuenca.

Además, la falta de información de capitales disponibles en las familias productoras, entendiéndose por estos a recursos o activos que se invierten para crear nuevos recursos, se constituyen en capitales (Cruz, 2007, Cruz y Chamorro, 2009), hace imposible diseñar estrategias de buen vivir, considerando condiciones bajo las cuales los productores de la microcuenca del río Carrizal toman decisiones económicas en torno a la disposición de recursos.

Con la disponibilidad y utilización de nuevas tecnologías como son los sistemas de información geográfica, se realizarán mapas temáticos de las diferentes especies arbóreas identificadas frente a los usos que las familias productoras les dan a estas, y de los grupos familiares divididos según los capitales disponibles, permitiendo detallar toda la información recopilada, lo cual permitirá su fácil utilización e interpretación.

Por las razones señaladas, el análisis y sistematización de información como la biodiversidad arbórea en la microcuenca del río Carrizal y los capitales disponibles, es una

alternativa de investigación que apunta al conocimiento y manejo sostenible en áreas de alta vulnerabilidad física y ambientalmente identificadas.

## **METODOLOGÍA**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la microcuenca del río Carrizal, concretamente a lo largo del margen izquierdo, perteneciente al cantón Bolívar, parroquia Quiroga y parroquia Calceta, distanciada a 24 km de la cabecera cantonal del cantón Bolívar. Geográficamente se encuentra en la provincia de Manabí a 0°, 50', 39" de Latitud Sur y a 80° 9' y 33" de Longitud Oeste.

Este trabajo de investigación se realizó en tres sectores de la microcuenca del río Carrizal, Balsa en Medio, la montaña de Severino y La Quebrada de Julián, sectores que pertenecen a la parroquia Quiroga y la parroquia Calceta, lo que se evidencia más adelante. En cuanto a las precipitaciones, nubes de niveles bajos prevalecen en el área, las lluvias se presentan en forma ocasional y puntual dependiendo de los meses del año los cuales se dividen en periodos secos y periodos lluviosos, especialmente frente al perfil costanero de Manabí. En el cantón Bolívar la precipitación media anual correspondiente a 1300 mm al año (CPM, 2005).

La investigación tuvo una duración de 12 meses. Las variables estudiadas fueron: mapas temáticos, variable dependiente; especies arbóreas nativas y capitales disponibles, variable independiente.

El procedimiento se lo realizó de acuerdo a los objetivos planteados.

### **Procesar información de especies arbóreas nativas presentes, a nivel de género y especie**

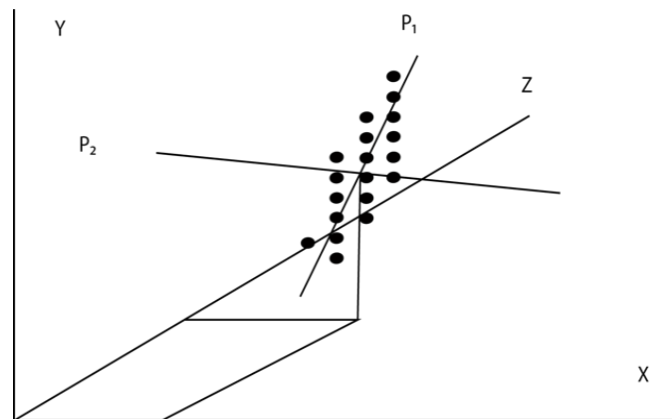
Se tomó resultados de trabajos realizados en la zona de estudio Del Pino y Mera, (2012) para identificar las especies arbóreas en cada zona y en cada transecto se realizó un inventario de las especies presentes, el cual inicialmente obtuvo su nombre (s) común e información relevante de las mismas, basado en el conocimiento local de los dueños o encargado de los parches de bosques. Para cada especie y con base en los nombres comunes dados por los productores, se llenó las matrices (hoja de pasaporte que contenían los nombres técnicos y familias arbóreas y/o arbustivas) para determinar especies y su nombre científico.

Igualmente se considera el valor de uso y el valor ecológico que los comuneros le dan a las especies identificadas; los usos que habitualmente se les dan a las especies arbóreas son: la leña, madera y alimento para animales silvestres (uso ecológico); y el valor ecológico que aportan los árboles en las cuencas hidrográficas son: barreras naturales contra la erosión causada ya sea por el agua o el aire, cercas vivas, protección de zonas de recarga hídrica, entre otros.

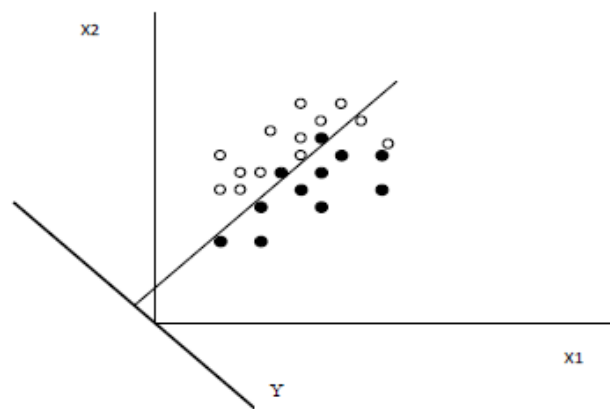
Luego se validó la información, visitando cada transecto y georeferenciando cada individuo. Ya con la información validada se procedió a llenar en columnas del software Excel en el siguiente orden: nombre común, nombre científico, familia, género, coordenadas geográficas, zonas de estudio (Balsa en Medio, Severino, Julián); al final esta base de datos se exportó al software Access.

### **Análisis de Componentes Principales**

La matriz de 100 encuestados y 52 variables fue analizada mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando el programa SPSS, que extrae  $p$  factores estocásticos independientes  $F_1, \dots, F_p$ , permitieron explicar la totalidad de la varianza de la matriz levantada (Gráfico 7). El factor 1 permite explicar una gran variabilidad de la variación total, seguido del factor 2, el cual explica la variación remanente y así sucesivamente. Los factores  $1 \dots F_{15}$  se poseionan ortogonalmente en confrontación entre ellos y como resultado existe una independencia ortogonal (Gráfico 8). Con la finalidad de probar la independencia de la premisa de ortogonalidad de los datos empíricos levantados en la encuesta, fue necesario utilizar la matriz de correlación entre los Factores mediante el método de rotación de Varimax.



**Gráfico 7.** Interpretación geométrica de la extracción de dos factores para los parámetros X, Y y Z al área tridimensional de variables.



**Gráfico 8.** Determinación geográfica de los factores F1 y F2, tomados de los parámetros de las características X, Y y Z en un espacio tridimensional.

### Georreferenciar la zona de estudio

Para ello se dispuso de un GPS el cual nos ayudó a ubicar la zona de la microcuenca en estudio. La georreferenciación, es la ubicación del dibujo en el plano con sus respectivas coordenadas reales que vienen impresas en la grilla de las cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM). En este caso se superpuso dos pestañas en los bordes de la imagen y se anotaron las respectivas coordenadas previamente. Para poder trasladar la primera pestaña a sus coordenadas reales se seleccionó todos los layers, luego se utilizó el comando Move y se ingresó las coordenadas para el antes mencionado punto de referencia.

Este es el primer proceso de georreferenciación llamado “Traslación”. La comprobación se realizó precisamente al revisar si la segunda pestaña posee las coordenadas que en primera instancia se anotaron. El segundo proceso llamado “Rotación” se da cuando precisamente se alinean las cartas insertadas en el CAD que por efecto del escaneo se pudieran presentar rotadas. al momento de georreferenciar se debe tomar en cuenta que primero se introduce la coordenada del eje X y luego la coordenada del eje Y.

### **Procesar información referente a los siete capitales disponibles de las familias productoras**

Para la ejecución de esta etapa se tomaron resultados de trabajos realizados en la zona de estudio Zambrano y Zambrano, (2013) quienes realizaron un recorrido de reconocimiento del territorio, acompañado por actores claves (líderes comunales y miembros del proyecto), para tener una perspectiva general del funcionamiento biofísico de la microcuenca. Asimismo, los datos recolectados por observación directa fueron complementados con entrevistas no estructuradas, las cuales fueron realizadas a informantes clave de comunidades ubicadas en diferentes puntos de la cuenca y funcionarios de organismos públicos con competencia en decisiones territoriales. El objetivo de la apreciación visual de la cuenca y las entrevistas fue lograr una caracterización rápida utilizando el enfoque de medios de vida y capitales de la comunidad.

Se evaluaron los siete capitales, humano, cultural, social, físico, natural, político y financiero. Dentro de cada capital se consideraron las siguientes variables: capital humano (capacidad laboral, conocimientos/educación, salud); cultural (etnias, formación de la comunidad, festividades, alimentación, artesanías) social (tejidos sociales y reglas del juego), físico (servicios básicos, tipo de vivienda, medio de comunicación, infraestructura educativa), natural (áreas protegidas, regulación de áreas protegidas), político (instituciones estatales, ONG, líderes comunitarios) y financiero (recursos económicos de los factores de la producción agrícola, créditos, entidades bancarias, mercados y negociaciones), a su vez los capitales constan de 103 indicadores en resumen.

Luego se validó la información n, visitando cada familia y georreferenciando cada individuo de estudio. Ya con la información validada se procedió a llenar en columnas del

software Excel en el siguiente orden: capital humano, capital cultural, capital social, capital político, capital natural, capital físico/construido, capital financiero, coordenadas geográficas, zonas de estudio (Balsa en Medio, Severino, Julián); al final esta base de datos fue exportada al software Access.

### **Análisis de conglomerados**

El análisis de conglomerados es una técnica multivariante que permitió agrupar los casos o variables del archivo de datos obtenido de los capitales estudiados, en función del parecido o similitud existente entre ellos. Esto se lo hizo mediante el programa SPSS el cual dispone de tres tipos de análisis de conglomerados: el análisis de conglomerados bietápico, el análisis de conglomerados jerárquico y el análisis de conglomerados de K medias.

Los tres métodos de análisis son de tipo aglomerativo, en el sentido de que, partiendo del análisis de los casos individuales, intentan ir agrupando casos hasta llegar a la formación de grupos o conglomerados homogéneos.

Para el caso de estudio, se utilizó el análisis de conglomerados de K medias, el cual es un método de agrupación de casos que se basa en las distancias existentes entre ellos en un conjunto de variables. Este análisis resultó especialmente útil, tomando en cuenta que se disponía de un gran número de casos y variables.

### **Interpretación socioambiental de los mapas temáticos de la zona de estudio**

Para sintetizar todos estos resultados, en una base de datos sencilla y de fácil manipulación, se hizo necesario la utilización de un SIG (Sistema Información Geográfica), para los resultados obtenidos se utilizó el Arc Gis, que permite trabajar con la información geográfica de la microcuenca del río Carrizal y a la vez enlazar esta parte con la información de resultados obtenidos en la investigación.

El poder manipular con facilidad estos datos permite de igual manera registrar cualquier variación que se presente con investigaciones más puntuales de cualquier parámetro y de igual manera ingresar datos de parámetros de importancia para la caracterización de la microcuenca que se escaparan dentro de esta investigación. Este tipo de

trabajos permite identificar mediante gráficos, detalles que se deseen expresar de la microcuenca.

Con el Arc Gis se particularizó un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos de la zona de estudio que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. Aparte de la especificación no gráfica el Arc Gis cuenta también con una base de datos gráfica con información georreferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georreferenciada. A partir de ello se logró construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logró aplicando una serie de procedimientos específicos que generarán aún más información para el análisis.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Identificación a nivel de género y especie, de especies arbóreas de acuerdo a sus usos**

#### **Especies preponderantes en las tres zonas de estudio**

De acuerdo a las encuestas realizadas en las tres áreas de la microcuenca del Carrizal se encontraron especies preponderantes como balsa, fernán sánchez, moral fino, samán, teca, mate, mulato cacao, caucho, cedro, frutillo, bejuco, machete, lengua de vaca, naranjo, naranjillo, mandarina, fueron encontrados en todos los transeptos e identificados por los encuestados.

#### **Especies que mostraron variabilidad en transeptos y encuestas de la microcuenca del río Carrizal**

VARIABLES que presenten comunalidades mayores a 0,70 pueden ser vistas como aceptables para la interpretación del análisis de componentes principales. De las 70 variables propuestas en la metodología, han sido eliminadas el 33%. En la tabla 20, se presenta las variables seleccionadas y sus valores son mayores a 0,70. La intención básica de conducir un análisis de componentes principales es de reducir y crear un nuevo set de variables no correlacionadas unas con otras y que explique la variación entre observaciones.

**Tabla 20.** Valores de comunalidades de las variables seleccionadas.

<b>Comunalidades</b>		
	Inicial	Extracción
Julián	1,000	1,000
Severino	1,000	1,000
Balsa en Medio	1,000	1,000
Achotillo	1,000	1,000
Aguacate	1,000	1,000
Amarillo Guayaquil	1,000	1,000
Árbol de Sangre	1,000	1,000
Barbasco	1,000	1,000
Beldaco	1,000	1,000
Cabo de Hacha	1,000	1,000
Caobilla	1,000	1,000
Caimitillo	1,000	1,000
Cauchillo	1,000	1,000
Cauje	1,000	1,000
Cedro	1,000	1,000
Chilca	1,000	1,000
Cojojo	1,000	1,000
Grosella	1,000	1,000
Guachapelí	1,000	1,000
Guarumo	1,000	1,000
Guasmo	1,000	,963
Guayabo	1,000	1,000
Guayacán	1,000	1,000
Guión	1,000	1,000
Hobo Dulce	1,000	1,000
Huevo de Berraco	1,000	1,000
Laurel	1,000	1,000



Lechero	1,000	1,000
Mamey Serrano	1,000	1,000
Mango	1,000	1,000
Mata Palo	1,000	1,000
Membrillo	1,000	1,000
Molinillo	1,000	1,000
Moral Bobo	1,000	1,000
Moral Fino	1,000	1,000
Pechiche	1,000	1,000
Pela Caballo	1,000	1,000
Poma Rosa	1,000	1,000
Sasafrá	1,000	1,000
Sapán de Paloma	1,000	1,000
Tamarindo	1,000	1,000
Toronja	1,000	1,000
Zapotillo	1,000	1,000
Madera	1,000	,819
Estaca	1,000	,812
Frutal	1,000	,723
Silvestres	1,000	,690

En la tabla 21 se resumen el análisis estadístico de componentes principales, cuatro componentes explican el 97% de la varianza de la matriz analizada.

**Tabla 21.** Explicación de varianza total del análisis de componentes principales para sitios, especies y usos.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	31,80		67,67	31,80	67,67	67,67	22,37	47,61	47,61
2	11,27		91,67	11,27	23,99	91,67	20,57	43,78	91,39
3	1,48		94,82	1,48	3,15	94,82	1,55	3,30	94,70
4	1,43		97,88	1,43	3,05	97,88	1,49	3,18	97,88

En la tabla 22 se presenta la matriz de componentes rotados de acuerdo a la composición de variables por componente.

**Tabla 22.** Composición de componentes principales de acuerdo a las variables seleccionadas.

	<b>MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS<sup>A</sup></b>			
	Componente			
	1	2	3	4
Julián	-,721	-,692	,037	-,019
Severino	,951	-,306	,009	,037
Balsa en Medio	-,310	,950	-,043	-,020
Achotillo	-,310	,950	-,043	-,020
Aguacate	,951	-,306	,009	,037
Amarillo Guayaquil	,951	-,306	,009	,037
Árbol de Sangre	,951	-,306	,009	,037
Barbasco	-,310	,950	-,043	-,020
Beldaco	-,951	,306	-,009	-,037
Cabo de Hacha	,951	-,306	,009	,037
Caobilla	-,310	,950	-,043	-,020
Caimitillo	,951	-,306	,009	,037
Cauchillo	-,310	,950	-,043	-,020
Cauje	,951	-,306	,009	,037
Cedro	,721	,692	-,037	,019
Chilca	-,310	,950	-,043	-,020
Cojojo	-,310	,950	-,043	-,020
Grosella	,951	-,306	,009	,037
Guachapelfí	,951	-,306	,009	,037
Guarumo	-,951	,306	-,009	-,037
Guasmo	-,933	,301	,022	-,025
Guayabo	-,310	,950	-,043	-,020
Guayacán	,951	-,306	,009	,037
Guión	-,310	,950	-,043	-,020
Hobo Dulce	-,721	-,692	,037	-,019
Huevo de Berraco	,951	-,306	,009	,037
Laurel	-,951	,306	-,009	-,037
Lechero	-,310	,950	-,043	-,020
Mamey Serrano	,951	-,306	,009	,037
Mango	,310	-,950	,043	,020
Mata Palo	-,310	,950	-,043	-,020
Membrillo	,310	-,950	,043	,020
Molinillo	,951	-,306	,009	,037
Moral Bobo	,951	-,306	,009	,037
Moral Fino	,310	-,950	,043	,020
Pechiche	,310	-,950	,043	,020
Pela Caballo	-,310	,950	-,043	-,020
Poma Rosa	-,310	,950	-,043	-,020
Sasafrá	-,310	,950	-,043	-,020
Sapán de Paloma	-,951	,306	-,009	-,037
Tamarindo	,310	-,950	,043	,020
Toronja	,951	-,306	,009	,037
Zapotillo	,951	-,306	,009	,037
Madera	,127	,042	-,260	,856
Estaca	-,094	,127	-,257	-,849
Frutal	,041	-,133	,838	-,045

Silvestres	-0,051	-0,098	,822	,040
------------	--------	--------	------	------

### **Componente 1: microcuenca baja y media**

El recinto Julián está relacionado directamente con beldaco (presente en un 100% de los transectos), guarumo (presente en un 100% de los transectos), guasmo (presente en un 100% de los transectos), hobo dulce (presente en un 100% de los transectos), laurel (presente en un 100% de los transectos), sapán de paloma (presente en un 100% de los transectos). mientas que, la cuenca media representada por el recinto Severino estuvo relacionada con las especies: aguacate (presente en un 100% de los transectos), amarillo (presente en un 100% de los transectos), árbol de sangre (presente en un 100% de los transectos), cabo de hacha (presente en un 100% de los transectos), caimitillo (presente en un 100% de los transectos), cuaje (presente en un 100% de los transectos), cedro (presente en un 100% de los transectos), grosella (presente en un 100% de los transectos), guachapelí (presente en un 100% de los transectos), guayacán (presente en un 100% de los transectos), huevo de berraco (presente en un 100% de los transectos), mamey serrano (presente en un 0% de los transectos), molinillo (presente en un 0% de los transectos), moral bobo (presente en un 100% de los transectos), toronja (presente en un 0% de los transectos), zapotillo (presente en un 0% de los transectos).

### **Componente 2: microcuenca alta**

Representada por el recinto Balsa en Medio está relacionado con las siguiente especies: (presente en un 100% de los transectos), barbasco (presente en un 100% de los transectos), cauchillo (presente en un 100% de los transectos), caobilla (presente en un 100% de los transectos), cojojo (presente en un 100% de los transectos), guayabo (presente en un 100% de los transectos), guión (presente en un 100% de los transectos), lechero (presente en un 100% de los transectos), mata palo (presente en un 100% de los transectos), pela cabello (presente en un 100% de los transectos), poma rosa (presente en un 100% de los transectos), Sasafrán (presente en un 100% de los transectos).

### **Componente 3: frutales y silvestres**

El 31% de los árboles tuvieron una función de proveedores de frutas y el 39% fueron de árboles proveniente se la regeneración natural del bosque y que sirven como alimento para la vida silvestre.

#### Componente 4. Productos maderables

El 69% de las especies fueron identificadas como maderables y se encuentran en contraposición con las estacas con un 24%. El 84% de los encuestados resaltaron la importancia de la leña como principal fuente de energía.

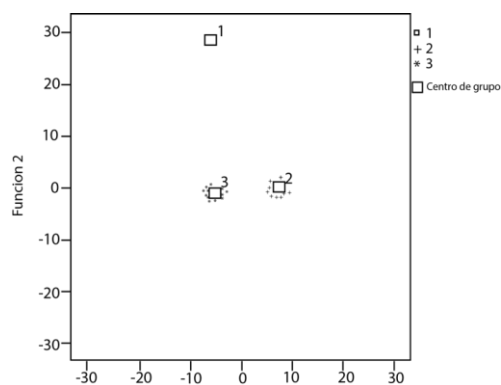
#### Clasificación de encuestados con base en los siete capitales disponibles

En la Tabla 23, se muestra la prueba de pseudo t2, la cual sugirió conformar tres conglomerados para los encuestados en relación a los siete capitales disponibles en las familias productoras de la microcuenca del río Carrizal.

**Tabla 23.** Composición de Componentes Principales de acuerdo a las Variables Seleccionadas.

Conglomerado	1	2	3
1		16,719	15,925
2	16,719		6,836
3	15,925	6,836	

En el Gráfico 10 se representa la distribución espacial de los conglomerados seleccionados con base en la matriz de distancias mostradas en la Tabla 23.



**Gráfico 9.** Distribución espacial de los conglomerados.

En el Cuadro 1 se presentan los siete capitales disponibles en las familias productoras, enfrente a las preguntas seleccionadas para describir los capitales y las diferencias estadísticas encontradas entre conglomerados.

**Cuadro 1.** Diferencias estadísticas entre los siete capitales disponibles por los productores en relación a la conformación de conglomerados.

TIPO DE CAPITAL	PREGUNTAS	Variables	Conglomerado		Error		F	Sig.	
			Media cuadrática	gl	Media cuadrática	gl			
Capital Humano	N° Personas	N°	3,06	2	3,29	58	0,93	0,4	
	N° Migrantes	N°	3,37	2	2,29	58	1,47	0,2	
	Tipo capacitación ambiental	Reforestación		0,43	2	0,06	58	6,7	0
		Ninguna		29,7	2	4,81	58	6,16	0
	Grado estudio jefe	N°	84,01	2	3,18	58	26,4	0	
	Grado estudio esposa	N°	1,04	2	1,62	58	0,64	0,5	
	N° Estudiantes			0,21	2	0,25	58	0,85	0,4
				0,16	2	0,25	58	0,64	0,5
	Enfermedades en niños	Estomacales		0,24	2	0,25	58	0,97	0,4
		Infecciosas		0,9	2	0,17	58	5,26	0
		Respiratorias		0,27	2	0,25	58	1,11	0,3
	Enfermedades en adultos			0,51	2	0,14	58	3,43	0
				0,05	2	0,23	58	0,25	0,8
				0,05	2	0,23	58	0,25	0,8
				0,15	2	0,25	58	0,61	0,5
				0,15	2	0,22	58	0,7	0,5
			0,26	2	0,21	58	1,21	0,3	
Capital Cultural	Festividades	Religiosas							
		Feriados							
	Relación Natural vs Actividad Productiva	Calidad suelo		0,39	2	0,13	58	2,99	0,1
		Fuente de agua		1,33	2	0,1	58	12,2	0
				1,33	2	0,1	58	12,2	0
				4,4	2	0,1	58	41,7	0
	Artesanías Elaboradas	Servicio de árbol		4,4	2	0,1	58	41,7	0
		Jabón Prieto		0,22	2	0,24	58	0,91	0,4
			0,22	2	0,24	58	0,91	0,4	
Capital Social	Autoridades vs respaldo comunidad	Si							
		No							

	Medios de comunicación	Tv						
		Radio						
	Participación proyecto comunitario	Si						
		No						
Capital Político	Máxima autoridad de comunidad	Presidente comunidad	6,23	2	0,04	58	132	0
		No existe	6,23	2	0,04	58	132	0
	Relación gob vs comunidad	Si	0,04	2	0,03	58	1,38	0,3
		No	0,04	2	0,03	58	1,38	0,3
	Conocen leyes productivas	Si	0,49	2	0	58		
		No	0,49	2	0	58		
	Cargos públicos en la comunidad	N°	0,15	2	0,25	58	0,6	0,6
Capital Natural	Actividades con recursos naturales	Agricultura	0,13	2	0,16	58	0,8	0,5
			0,19	2	0,25	58	0,77	0,5
		Pesca	0,31	2	0,17	58	1,82	0,2
		Madera	0,31	2	0,17	58	1,82	0,2
	Recurso natural de mayor importancia	Agua	0,13	2	0,16	58	0,8	0,5
		Suelo	0,11	2	0,17	58	0,65	0,5
	Actividades que afectan a la naturaleza	Tala	0,05	2	0,13	58	0,4	0,7
		Agroquímicos	0,35	2	0,13	58	2,69	0,1
		Quema	0,01	2	0,09	58	0,18	0,8
		Basura	0,01	2	0,04	58	0,36	0,7
		Ganadería excesiva	0,08	2	0,11	58	0,69	0,5
		Caza de especies	1,33	2	0,1	58	12,2	0
			1,33	2	0,1	58	12,2	0
	Distribución de recursos		0,16	2	0,25	58	0,66	0,5
			0,16	2	0,25	58	0,66	0,5
	Condición de recurso agua	Escasa	0,16	2	0,25	58	0,66	0,5
		Buena	6,23	2	0,04	58	132	0
		Si	6,23	2	0,04	58	132	0

	Tienen relación actividad producto. vs pérdida biodiver.	No	0,05	2	0,21	58	0,25	0,8	
			0,05	2	0,21	58	0,25	0,8	
Capital Construido	Infraestructura educ.	Escuela y Capilla	292,74	2	2,93	58	99,9	0	
		Escuela	1,58	2	0,99	58	1,6	0,2	
	Cómo se construyó	Apoyo comunitario							
		Apoyo municipal							
	Tiempo construido	N°							
	Tiempo de accesibilidad de vías	N°							
Capital Financiero	Principales ingresos	Agricultura	0,21	2	0,25	58	0,84	0,4	
		Agricultura y ganadería	0,21	2	0,25	58	0,84	0,4	
	Tipo de financiamiento de propiedad	Ahorro	0,15	2	0,25	58	0,6	0,6	
			0,15	2	0,25	58	0,6	0,6	
		Ayuda familiar	0,48	2	0,2	58	2,41	0,1	
		Venta de producción	0,15	2	0,25	58	0,6	0,6	
	Mano de obra suficiente	Suficiente	0,15	2	0,25	58	0,6	0,6	
		No suficiente	0,52	2	0,24	58	2,15	0,1	
	Decisión de que producir	Calidad suelo	0,24	2	0,18	58	1,3	0,3	
		Rentabilidad	0,03	2	0,19	58	0,2	0,8	
		Costo producción	0,1	2	0,2	58	0,49	0,6	
	Riesgos de producción		1,04	2	0,21	58	4,87	0	
		Escases de agua	0,51	2	0,21	58	2,38	0,1	
		Plaga	0,16	2	0,24	58	0,67	0,5	
	Principal entidad financiera	Comercialización	0,31	2	0,2	58	1,52	0,2	
		B. Pichincha	0,07	2	0,22	58	0,3	0,7	

		Cooperativa Calceta	0,23	2	0,2	58	1,12	0,3
		BNF	0,19	2	0,24	58	0,8	0,5
	Utilización de financiamiento	Compra de ganado	0,01	2	0,11	58	0,15	0,9
		Cultivos						
		Ambos						

### Capital humano

Se encontró una alta significación ( $p > 0,0001$ ) estadística entre conglomerados, mientras que para el conglomerado 1 el 100% mostró una participación en capacitación referentes a conservación, mientras que los conglomerados 2 y 3 mostraron una baja capacitación con un promedio de 6,25%. para grado de estudio del jefe del hogar existió una alta significancia estadística ( $p > 0,0001$ ), 12 años para el conglomerado 1, mientras que, para el conglomerado 3 se reportó un promedio de 4,45 años. Igualmente se encontró una alta significación estadística ( $p > 0,0001$ ) en relación a los años de educación de la jefa del hogar, 18 años para el conglomerado 1, en comparación con el tercer conglomerado con 5,15 años.

Para enfermedades frecuentes en adultos, el conglomerado 1 mencionó que, la mayor afección son las más frecuentes (100%), existiendo una alta significación estadística ( $p > 0,0001$ ) en comparación con los conglomerados 2 (55%) y conglomerado 3 (87%). siguiendo con las enfermedades de adultos que afectan a la población, el conglomerado 2 manifestó que las enfermedades cardíacas afectan en un 31,0% a este conglomerado, siendo estadísticamente diferentes ( $p > 0,0001$ ) en comparación con el conglomerado 1 (0%) y conglomerado 3 (12%).

### Capital cultural

Para este tipo de capital, se encontraron diferencias altamente significativas entre conglomerados ( $p > 0,0001$ ) para las variables artesanías elaboradas con materiales propios de la zona como jabón prieto (conglomerado 2, 38% en confrontación 0% del conglomerado 1)



y la ninguna elaboración de artesanías (conglomerado 1, 100% frente al conglomerado 2, 62%).

### **Capital social**

Para este capital, dos variables presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p > 0,0001$ ). El conglomerado 1 y 2 (100% de los encuestados) manifestaron que, sus autoridades cuentan con el respaldo de la comunidad. Mientras que, el conglomerado 3, expresó que el 81% de los encuestados no respaldan a sus autoridades.

### **Capital político**

Para el conglomerado 1, la máxima autoridad dentro de la comunidad es el presidente de la comunidad (100%) y este resultado fue concomitante con el conglomerado 3 (98%). Estos dos grupos difieren estadísticamente ( $p > 0,0001$ ) con el conglomerado 2, que manifestaron no ser representados por ninguna autoridad (100%). En relación al conocimiento de leyes, normas y acuerdos que promuevan las actividades de producción ganadera y que van en beneficio de la protección de sus derechos, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p > 0,0001$ ) entre el conglomerado 1 (100%), mientras que el conglomerado 2 y 3, desconocen de estas políticas.

Frente a la pregunta cuántas personas de la comunidad han ocupado un puesto público, para esta variable se reportó una alta significación estadística ( $p > 0,0001$ ) entre conglomerados. El conglomerado 1 (100%) se contrasta con el conglomerado 2 (0%) y conglomerado 3 (0%).

### **Capital natural**

La variable que presentó una alta significación estadística entre conglomerados fue la pregunta: cómo es la situación y condición de las fuentes de agua para esta región. Para el conglomerado 1 (100%) y el conglomerado 3 (97% de los encuestados) considera escasa, mientras que el 48% del conglomerado 2 piensa que las fuentes se encuentran en buenas condiciones.

### **Capital construido**

Para este capital, la variable relacionada con la infraestructura que cuenta la comunidad, se detectó una alta significación estadística ( $p > 0,0001$ ). El conglomerado 1 (100%) y 3 (97%) manifestaron la presencia de Escuelas y Capillas dentro de sus Comunidades. Mientras que el conglomerado 2 (100% de los encuestados) manifestaron la presencia de únicamente de Escuelas.

Relacionando el tiempo de construcción de la infraestructura se observó una alta significación estadística ( $p > 0,0001$ ) entre conglomerados. Para el Conglomerado 1 y 3 manifestaron un promedio de 25 años de antigüedad, mientras que para el Conglomerado 2 el promedio fue de 18 años.

### **Capital financiero**

La variable riesgo a los cuales se enfrenta la producción fue la única variable que manifestó diferencias altamente significativas entre conglomerados ( $p > 0,0001$ ). El conglomerado 1 (100%) manifestó que, el riesgo más grande que se enfrenta su producción fue las plagas. Al respecto, el conglomerado 2 (55% de los encuestados) y el conglomerado 3 (25% de los encuestados) vieron el ataque de plagas como un principal enemigo de la producción.

### **Interpretación socioambiental de los mapas temáticos de la zona de estudio**

En el mapa 1 se representa las especies de árboles presentes en la zona de Julián, los cuales se relacionan directamente con una sucesión ecológica secundaria inducida por el hombre y en proceso de regresión por ser especies de zonas secas, casi la totalidad del uso de suelo de Julián está representada por la actividad agrícola y ganadera, lo cual pone en peligro la zona de recarga hídrica y aumenta el riesgo de deslaves y asolvamiento del embalse.

El mapa 2 en el cual se representa el recinto Severino, se encuentra relacionada con especies de sucesión ecológica secundaria inducida por el ser humano, estas especies encontradas son de zonas húmedas, sin embargo, es preocupante como el uso de suelo se destina cada vez más para la agricultura y la ganadería avanzando con ello en la frontera agrícola.

En el mapa 3 están representadas las especies arbóreas que se encontraron en los transeptos estudiados en el recinto Balsa en Medio, estas se relacionan con especies de sucesión ecológica primaria (barbasco, chilca, laurel, cauchillo, caobilla, cojojo, guión, lechero, mata palo, pela cabello) sin embargo es evidente que también existen especies que forman parte de cultivos humanos.

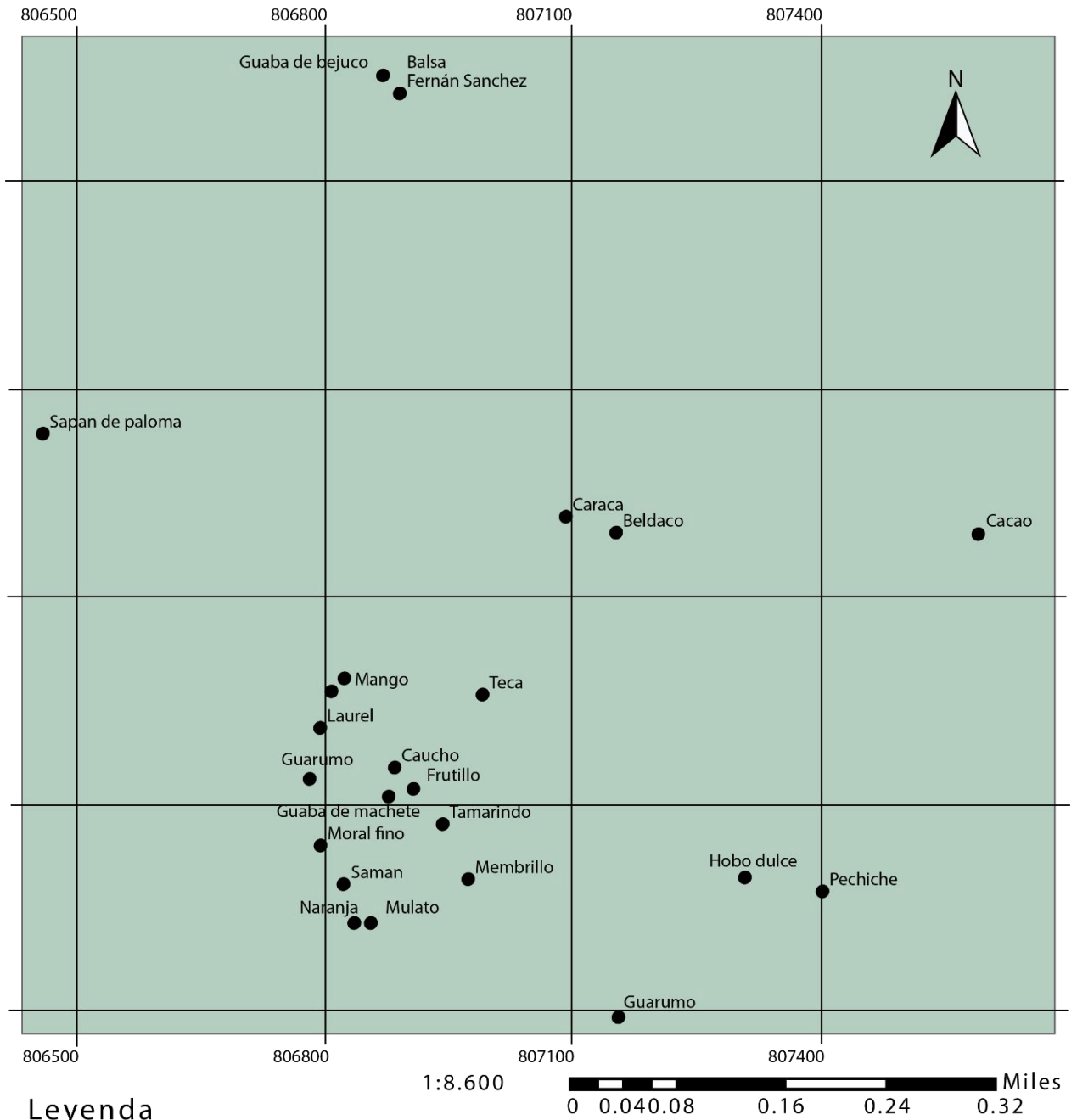
El mapa 4 demuestra el uso que se le dan a las especies encontradas, donde el 69% de ellos se utilizan para madera, y el 24% se utilizan para estacas o cercas vivas (Gráfico 1), esto demuestra que el mayor interés de las familias productoras con base en las especies arbóreas que siembran o mantienen dentro de sus propiedades, son las que brindan estas propiedades.

En el mapa 5 se evidencia que el 31% de los árboles, según los encuestados brindan propiedades frutales y el 39% de estos sirven como alimento a animales silvestres (Gráfico 2).

El mapa 6 se demuestra que el 84% de los árboles presentes en la zona de estudio se utilizan para producción de leña, siendo esta la principal fuente de combustibles utilizada por las familias productoras (Gráfico 3).

En los mapas 7, 8 y 9 se evidencian los tres grupos de familias productoras diferenciadas según la disponibilidad de capitales, esto realizado mediante un análisis de conglomerado.

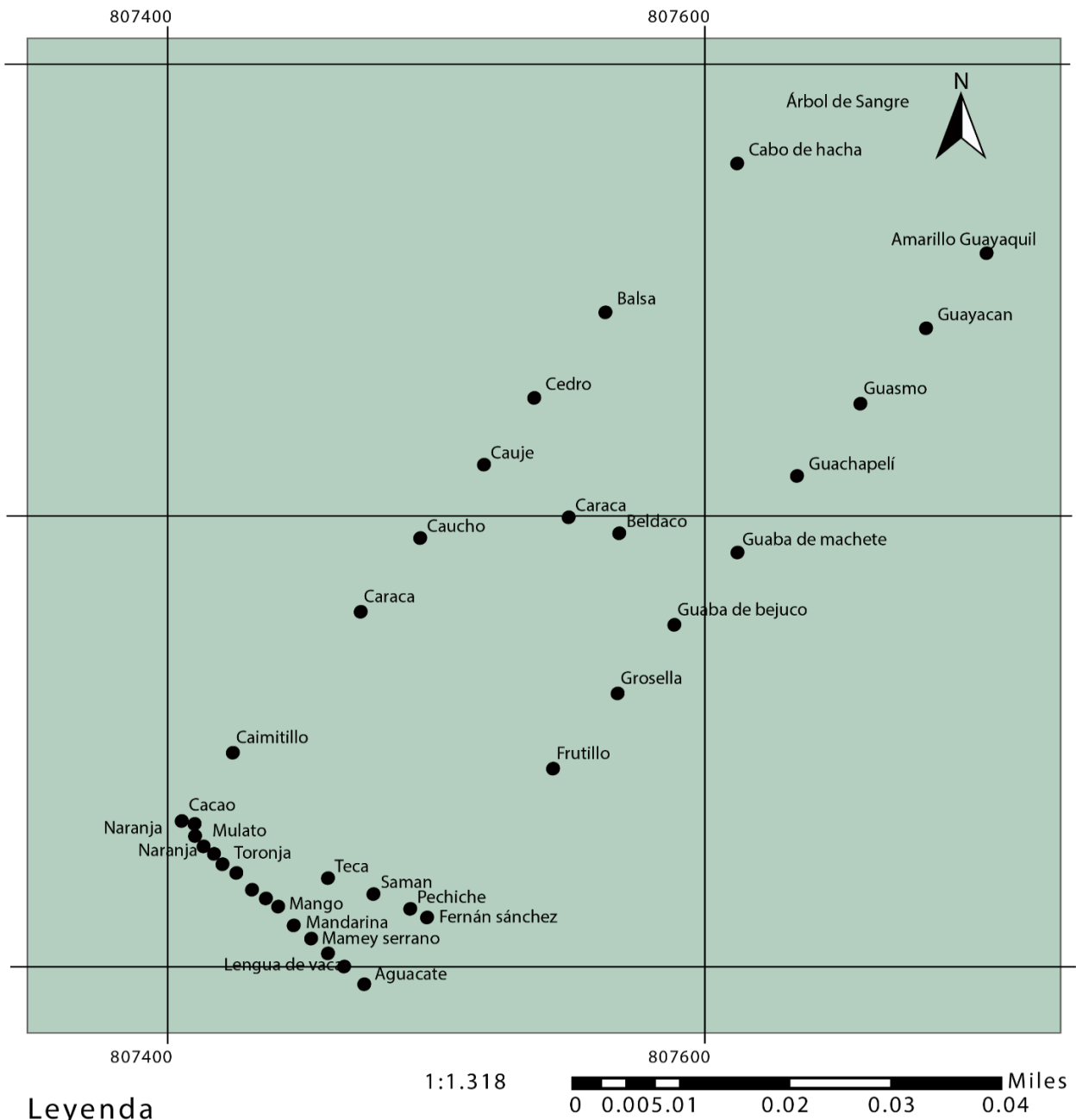
**Mapa 1.** Muestra de especies arbóreas en Julián.



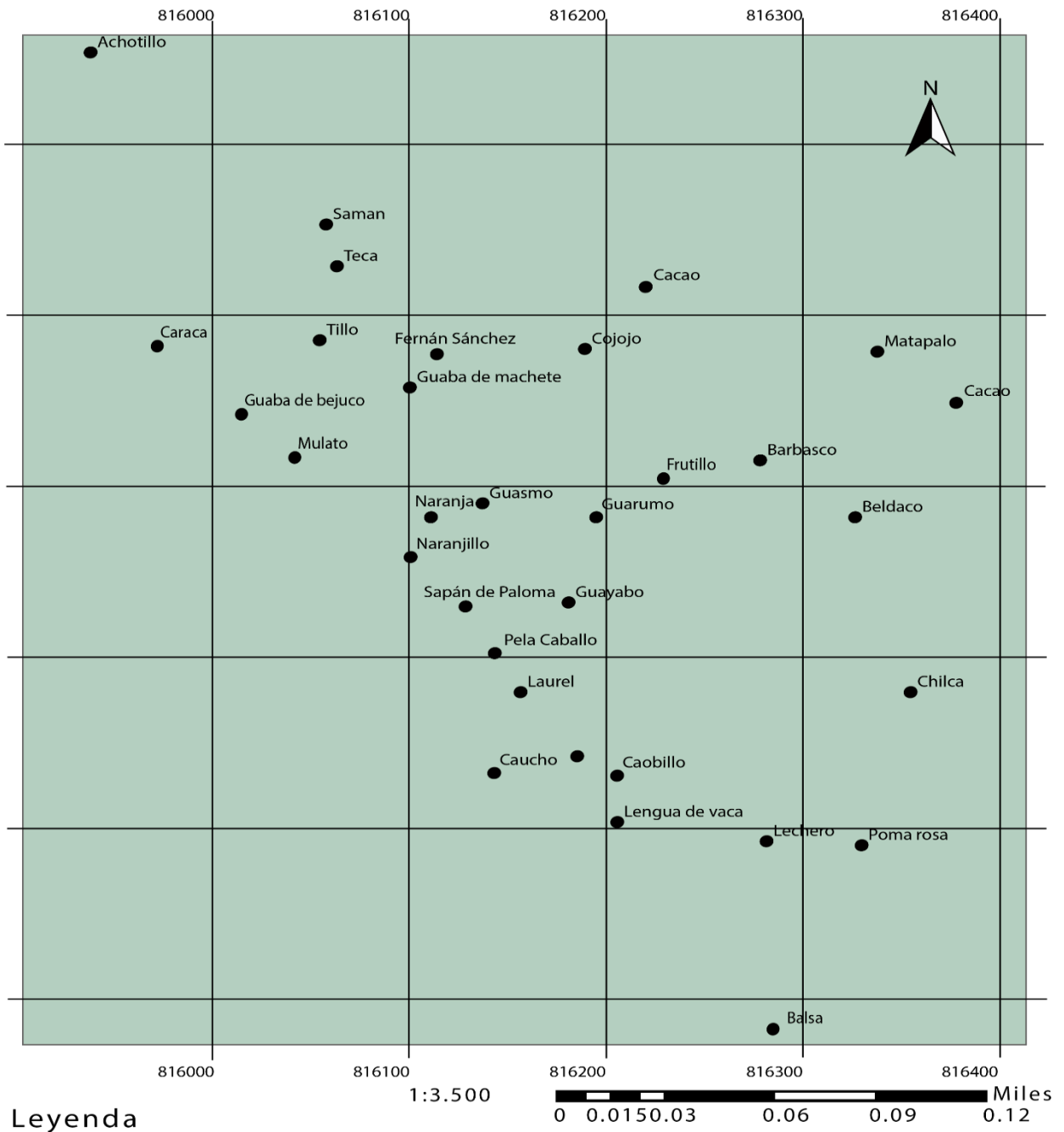
**Leyenda**

- Especies de árboles

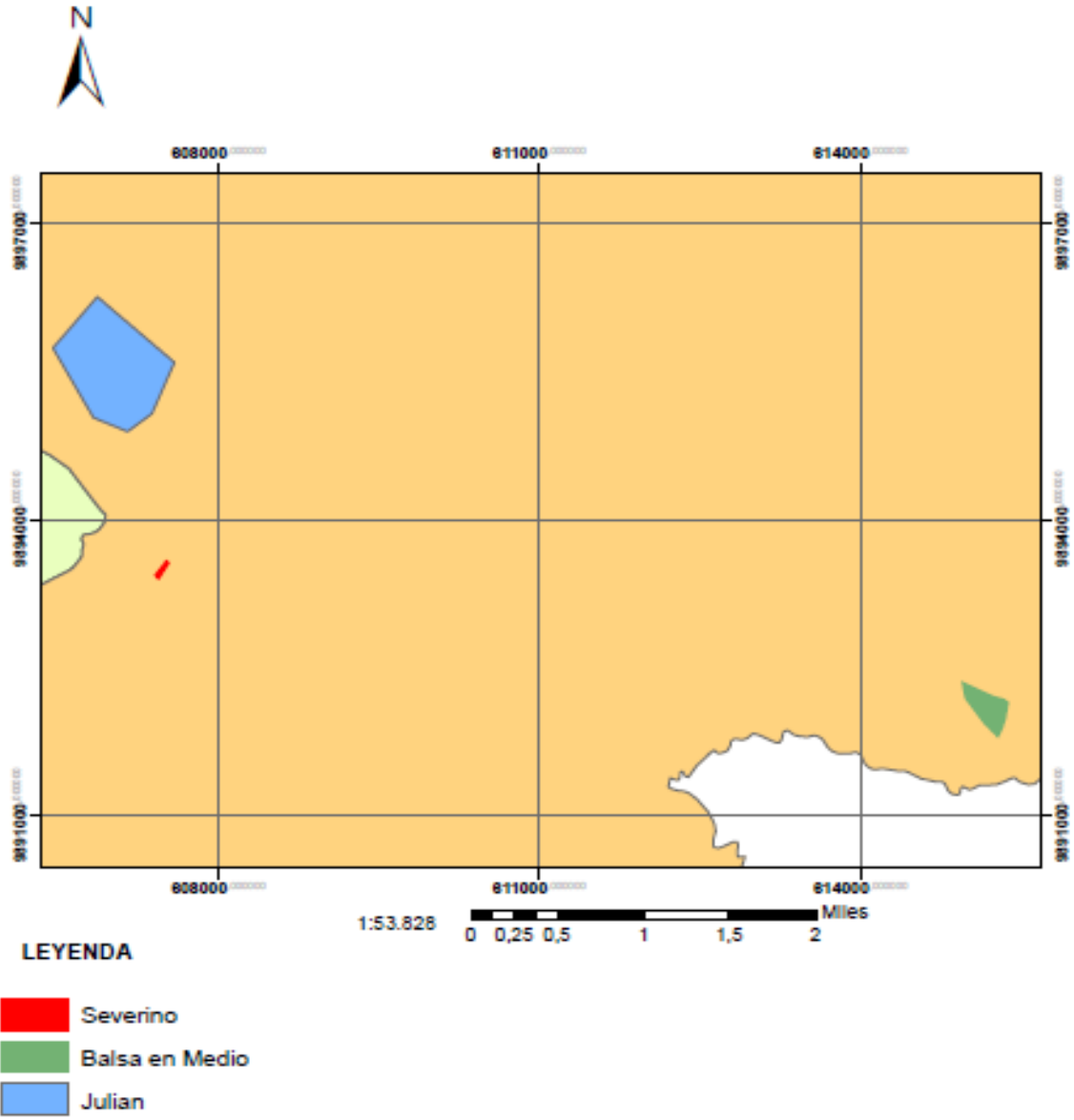
**Mapa 2.** Muestra de especies arbóreas en Severino.



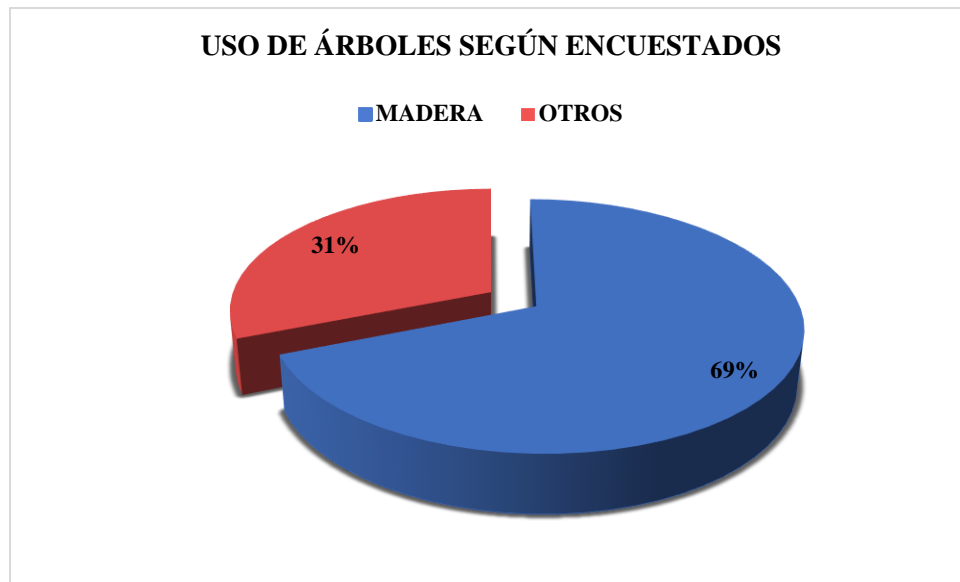
**Mapa 3.** Muestra de especies arbóreas en Balsa en Medio.



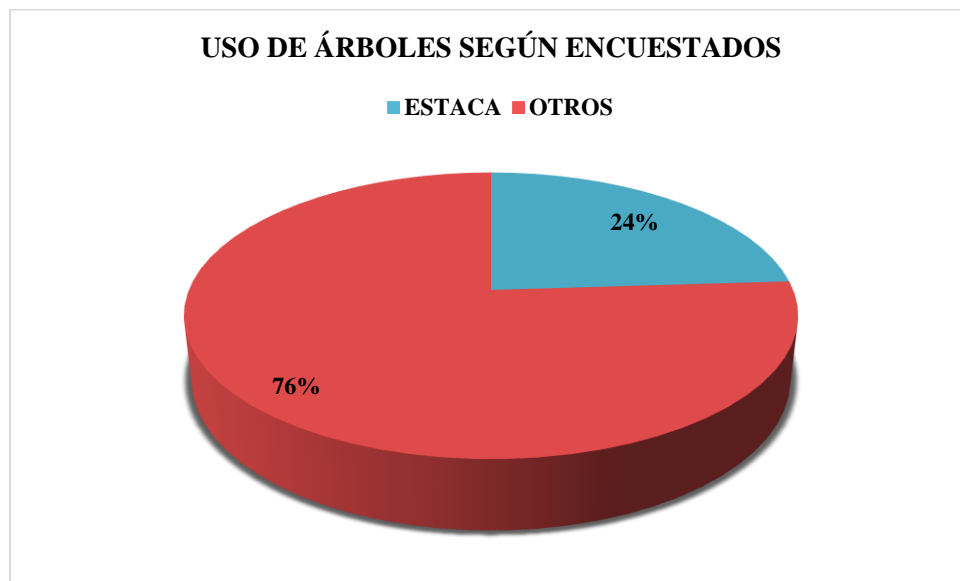
Mapa 4. Uso de árboles como madera o estaca, según los encuestados.



### Resultados de usos de árboles según los encuestados



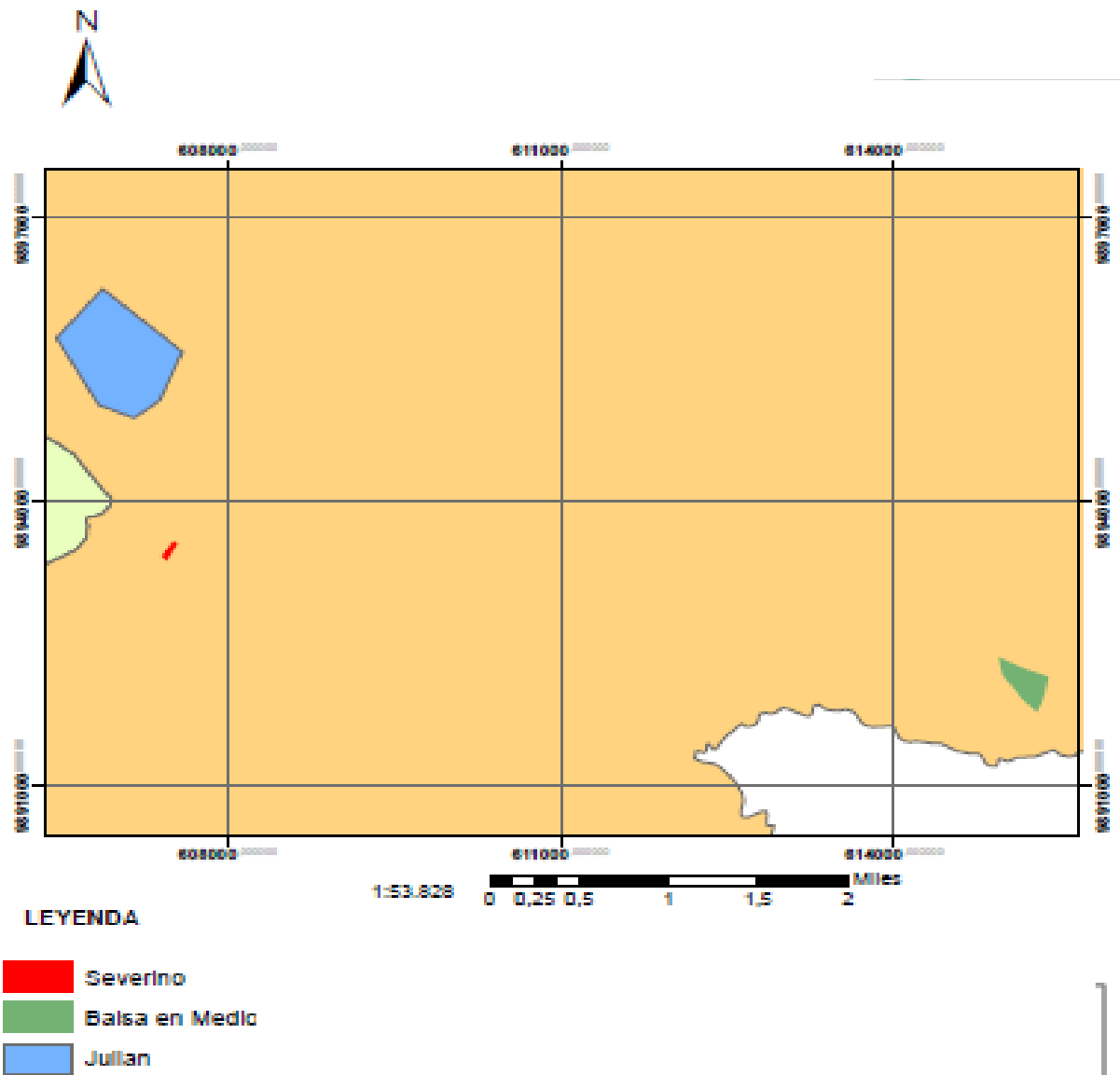
**Gráfico 10.** Uso de los árboles según los encuestados.



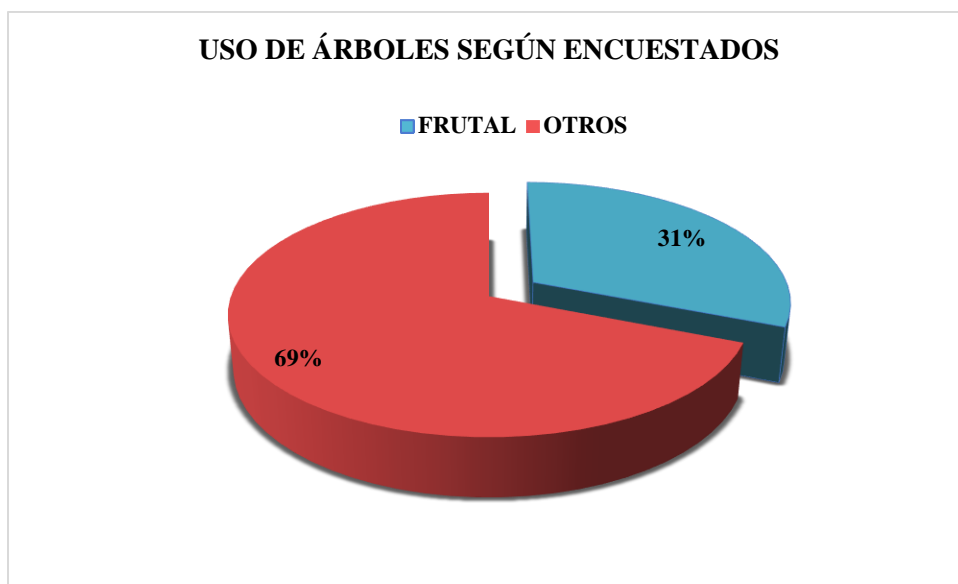
**Gráfico 11.** Uso de los árboles según los encuestados.



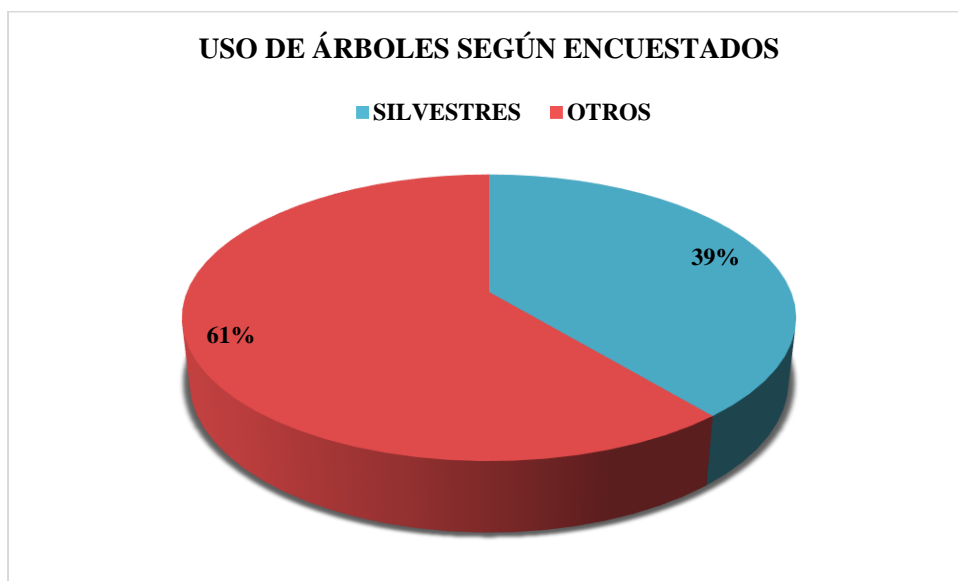
Mapa 5. Uso de árboles según los encuestados.



## Resultados de usos de árboles según los encuestados

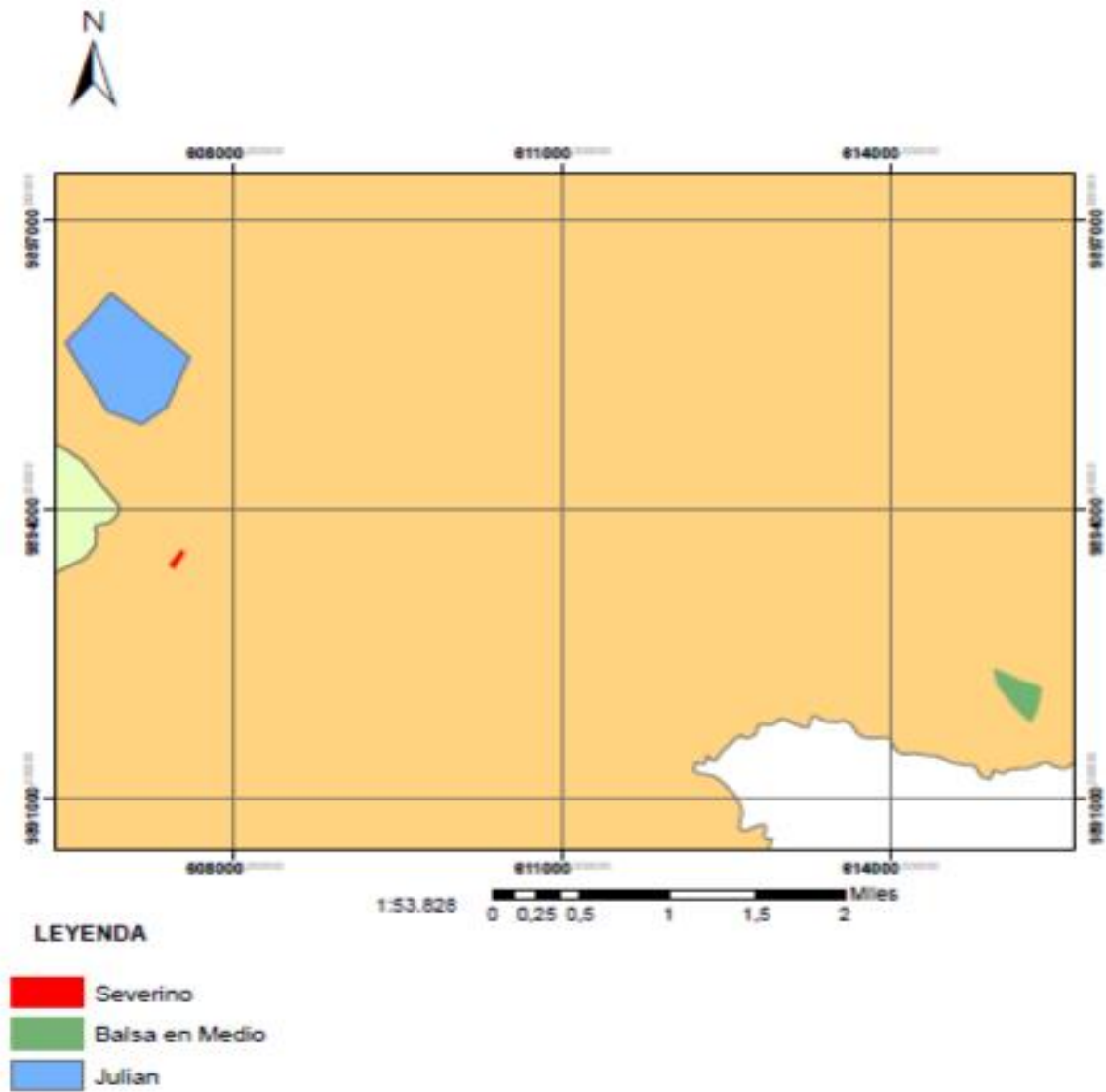


**Gráfico 12.** Uso de los árboles según los encuestados.

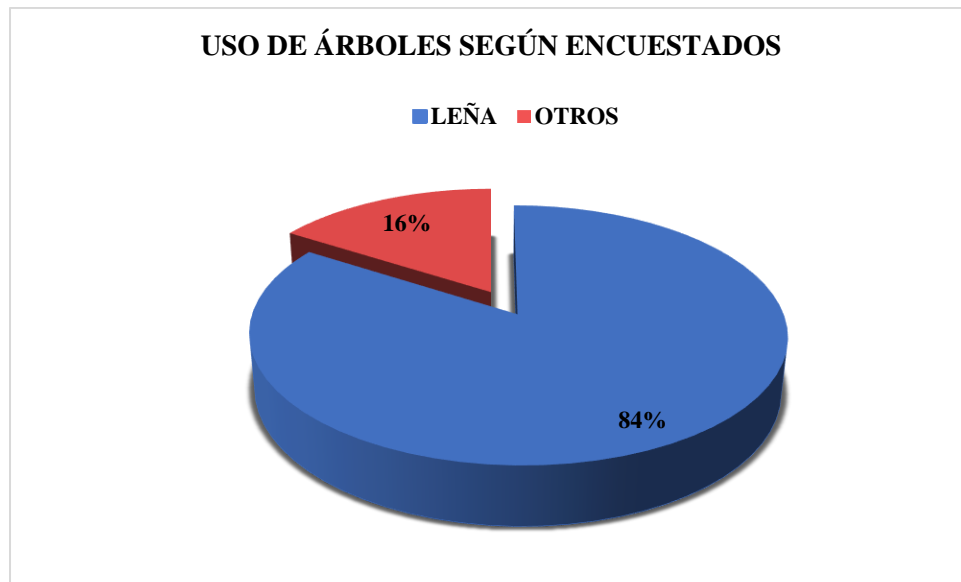


**Gráfico 13.** Uso de los árboles según los encuestados.

Mapa 6. Uso de árboles como leña, según los encuestados.

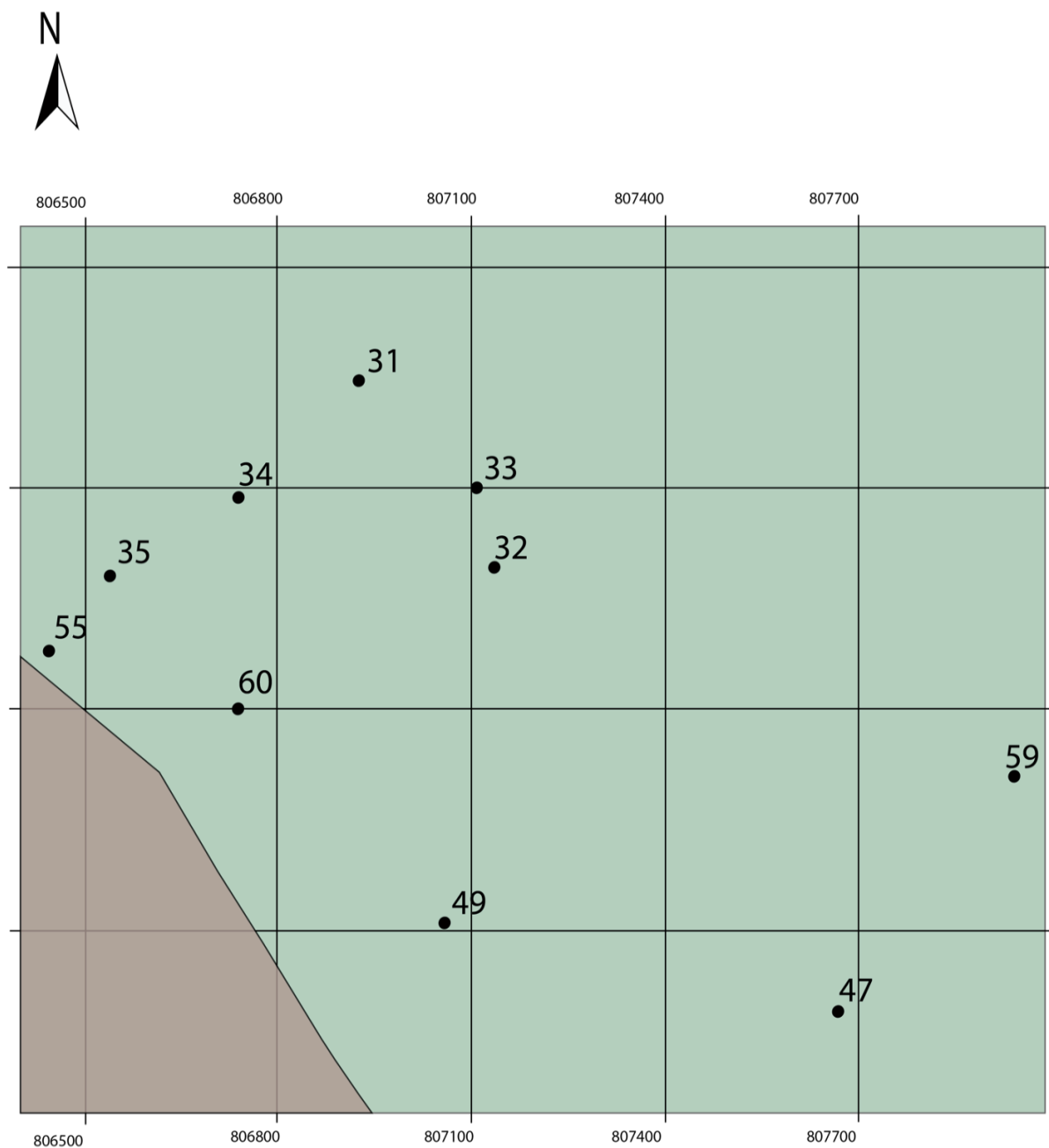


### Resultados de usos de árboles según los encuestados



**Gráfico 14.** Uso de los árboles según los encuestados.

Mapa 7. Capitales en Julián.



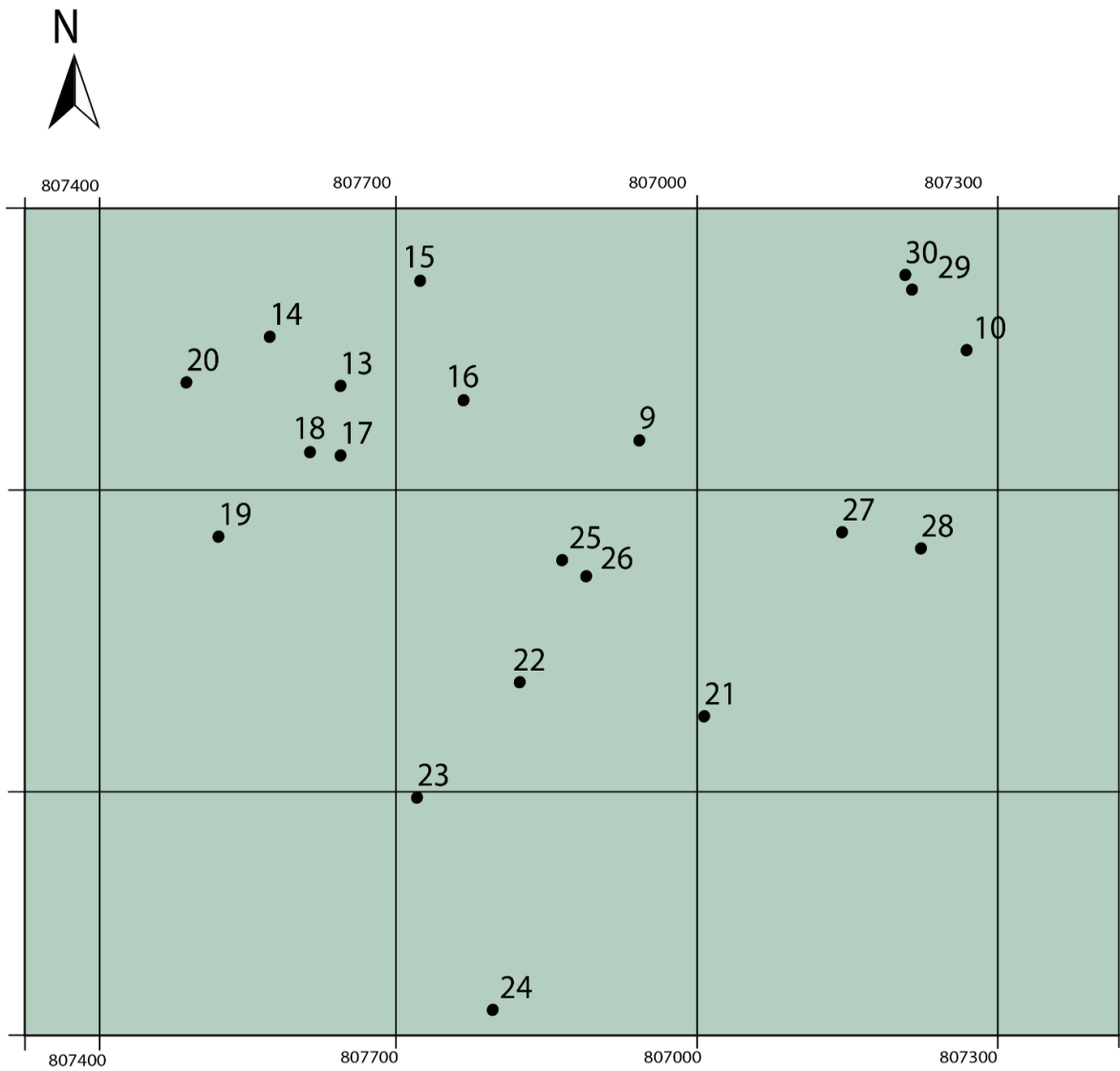
Leyenda

- Vivienda del productor

1:9.200



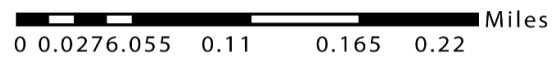
Mapa 8. Capitales en Severino.



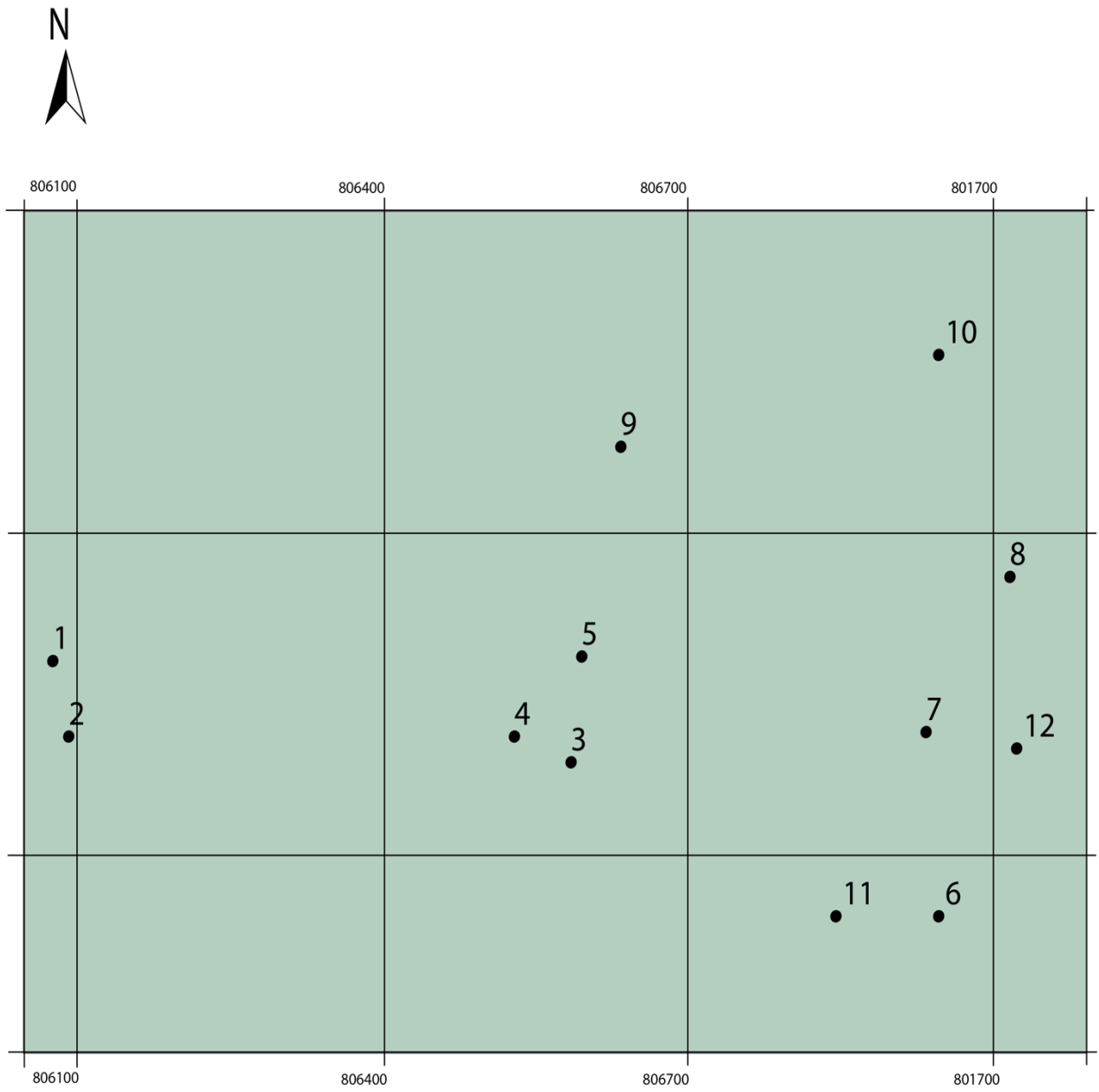
Leyenda

- Vivienda del productor

1:6.300



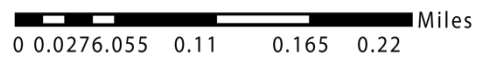
Mapa 9. Capitales en Balsa en Medio.



Leyenda

- Vivienda del productor

1:6.000



## CONCLUSIONES

Existen 17 especies de árboles que se encuentran en las tres zonas de estudio, excluyendo la teca (*Tectona grandis*) por no ser nativa, deben ser las especies principales con las que se realicen futuros programas de reforestación en los recintos estudiados.

Mediante el análisis de conglomerados se pudo determinar que existe un grupo extremadamente diferenciado, dicho grupo está conformado por una sola familia, la mayor diferencia está en el capital humano en la variable de educación.

Existieron variables que no se utilizaron en el análisis de conglomerados debido a que el 100% de los encuestados contestaron de forma similar (No existe centro de salud en la zona), sin embargo, son resaltables al momento de diseñar políticas de desarrollo.

Los grupos de conglomerados existentes en la zona no se diferencian entre grupos territoriales, sus diferencias están en el desarrollo familiar de sus capitales disponibles.



## **2.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS EN ZONA DE RECARGA HÍDRICA DE LA MICROCUCIENCA ALTA DEL RÍO CARRIZAL**

*Ana María Aveiga Ortíz , Gema Andrea Santos Quiroz, Leonardo Vera Macías, Walberto Mesias Gallo*

### **RESUMEN**

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la degradación física de los suelos agrícolas en zona de recarga hídrica, comunidad Balsa en Medio; la metodología utilizada fue cuantitativo – deductivo, debido a que se la realizó en lugar de los hechos, recopilación de información y análisis de laboratorio. Se identificó las áreas dedicadas a las actividades agrícolas en la zona de recarga hídrica de Balsa en Medio; mediante la observación directa de lugar de estudio, se georreferenció el sitio de investigación de la comunidad Balsa en Medio, para luego realizar mapas de producción agrícola, zonas homogéneas por reflexancias de la comunidad, igualmente se comparó las características físicas de los suelos agrícolas de la zona de recarga hídrica Balsa en Medio para determinar si existe degradación física, para aquello se realizó análisis físicos de los suelos (análisis de laboratorio), que se pudo verificar que existe una mínima degradación de los suelos en especial en la parte baja, alta y media debido a que en algunos valores superan al bosque patrón. Para remediar los daños causados al suelo por las malas prácticas agropecuarias se socializó los resultados obtenidos a la comunidad Balsa en Medio por ser los protagonistas directos de la degradación física de los suelos, teniendo una acogida favorable por parte de los habitantes, notando interés y preocupación por el tema expuesto

**Palabras claves:** Degradación física de suelos, mapas de producción agrícola, malas prácticas agrícolas.

### **INTRODUCCIÓN**

El suelo es un componente esencial del medio ambiente y un recurso no renovable debido a su fragilidad, dificultosa y larga recuperación, las prácticas inadecuadas del hombre, provocando la degradación e incluso su pérdida irreparable en tan solo algunos años. El cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana, donde se produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más

podrá producir bienes (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2009).

En el Ecuador se manifiesta que el 47,9% de la superficie de los suelos, son más vulnerables a la degradación debido a que la mayor parte de las actividades humanas realizadas son para uso agrícola y ganadero, evidenciando la pérdida de la cobertura vegetal y alterando las condiciones naturales del ecosistema (GEO Ecuador, 2008).

En Manabí, los procesos fuertes e intensivos de degradación de suelos se dan en el 75% del territorio. La provincia mantiene únicamente un 15% de su cubierta vegetal original, ya que la mayor parte se ha perdido por desbordamiento de los ríos, inundaciones, y agricultura convencional ocasionando desertificación en gran parte de la zona.

La zona de recarga hídrica de Balsa en Medio de la microcuenca alta del río Carrizal, no es ajeno a los problemas ambientales presentado por la degradación masiva de los suelos, debido a la intervención humana, en donde se evidenciaron problemas como tala excesiva de especies arbóreas, prácticas agrícolas inadecuadas, y uso excesivo e inapropiado de agroquímicos, teniendo en cuenta esta problemática se hace necesario conocer el nivel de degradación física que presentan los suelos de esta zona.

Esta investigación tiene el propósito de determinar la degradación física del suelo agrícola en zona de recarga hídrica, comunidad Balsa en Medio de la microcuenca alta del río Carrizal mediante su caracterización, para identificar las áreas dedicadas a actividades agrícolas en esta zona, y comparar las características físicas de los suelos agrícolas, con el suelo patrón (suelo bosque) de la zona de esta zona para determinar si existe degradación física.

## **METODOLOGÍA**

El área de estudio fue el sitio Balsa de en Medio de la parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí. Su clima es cálido seco, con temperaturas de 25°C aunque tienen máximas relativas que pueden llegar a 36°C. Durante el verano se soporta intenso frío en las noches y sofocante calor durante el día, las lluvias se presentan en forma ocasional y

puntual, especialmente frente al perfil costanero de Manabí. En el cantón Bolívar la precipitación media anual corresponde a 1043 mm al año.

Se determinó la degradación física de los suelos agrícolas en zona de recarga hídrica, comunidad Basa en Medio. Se identificó las áreas dedicadas a las actividades agrícolas en la zona de recarga hídrica de Balsa en Medio; mediante la observación directa de lugar de estudio, se georreferenció el sitio, para luego realizar mapas de producción agrícola, zonas homogéneas por reflexancias de la comunidad, igualmente se comparó las características físicas de los suelos agrícolas de la zona de recarga hídrica Balsa en Medio para determinar si existe degradación física, para ello se realizó análisis físicos de los suelos (análisis de laboratorio).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La comunidad Balsa en Medio tiene superficie total de 48.53 ha las cuales son dedicadas a la producción agrícola, pecuaria y forestal (Gráfico 16). Con base en los polígonos agropecuarios identificados (Figura 9), se obtuvo un estudio detallado en las zonas homogéneas por reflexancias, y se observó las áreas destinadas a la agricultura, donde también se determinó el número de áreas, con ocho parcelas, y un total de 14,55 ha (Tabla 24.) dedicadas a la producción agrícola

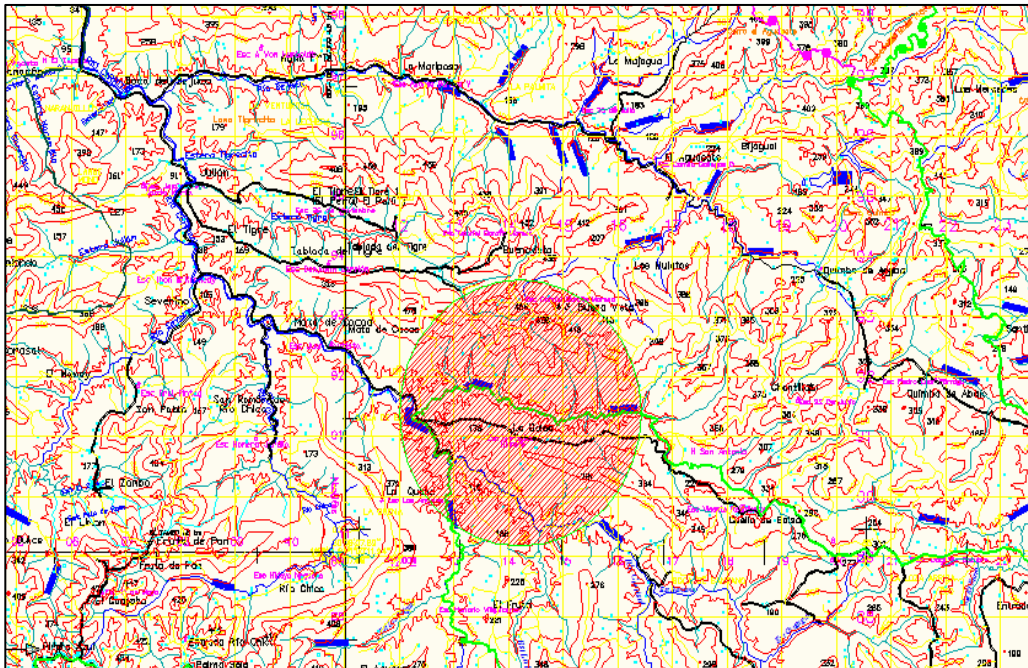


Gráfico 15. Superficie de la comunidad Balsa en Medio.

Fuente: GAD municipal del cantón Bolívar, 2016.

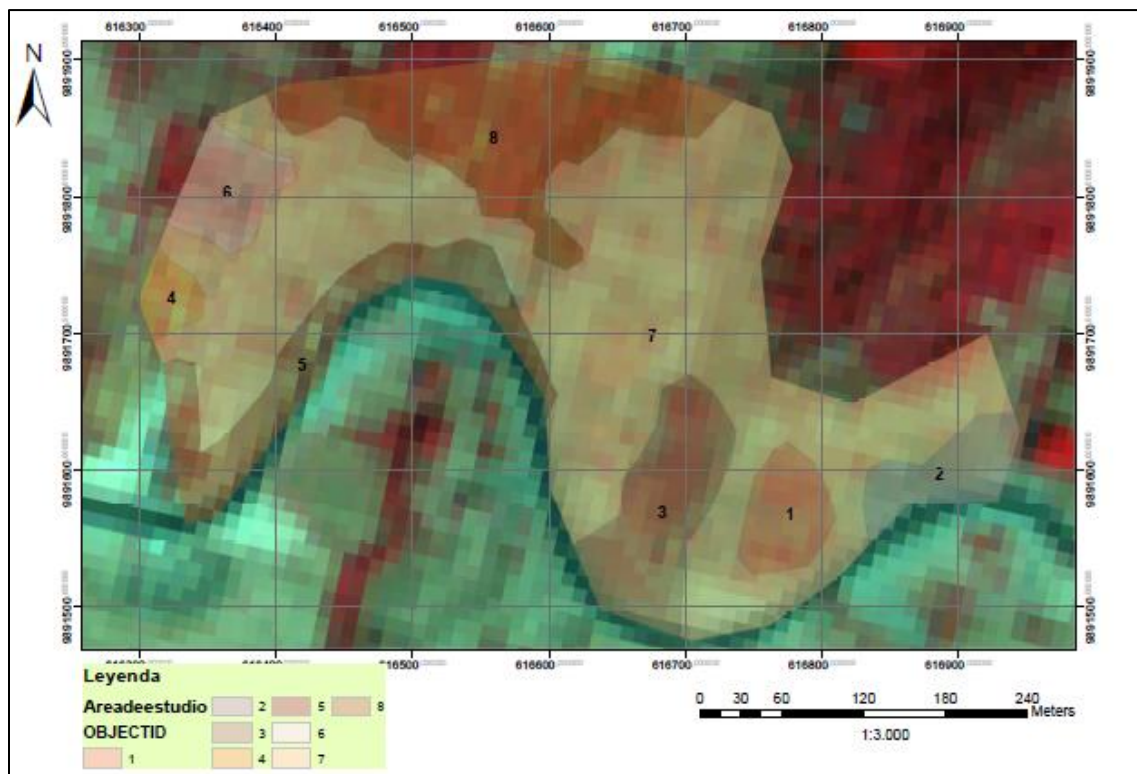


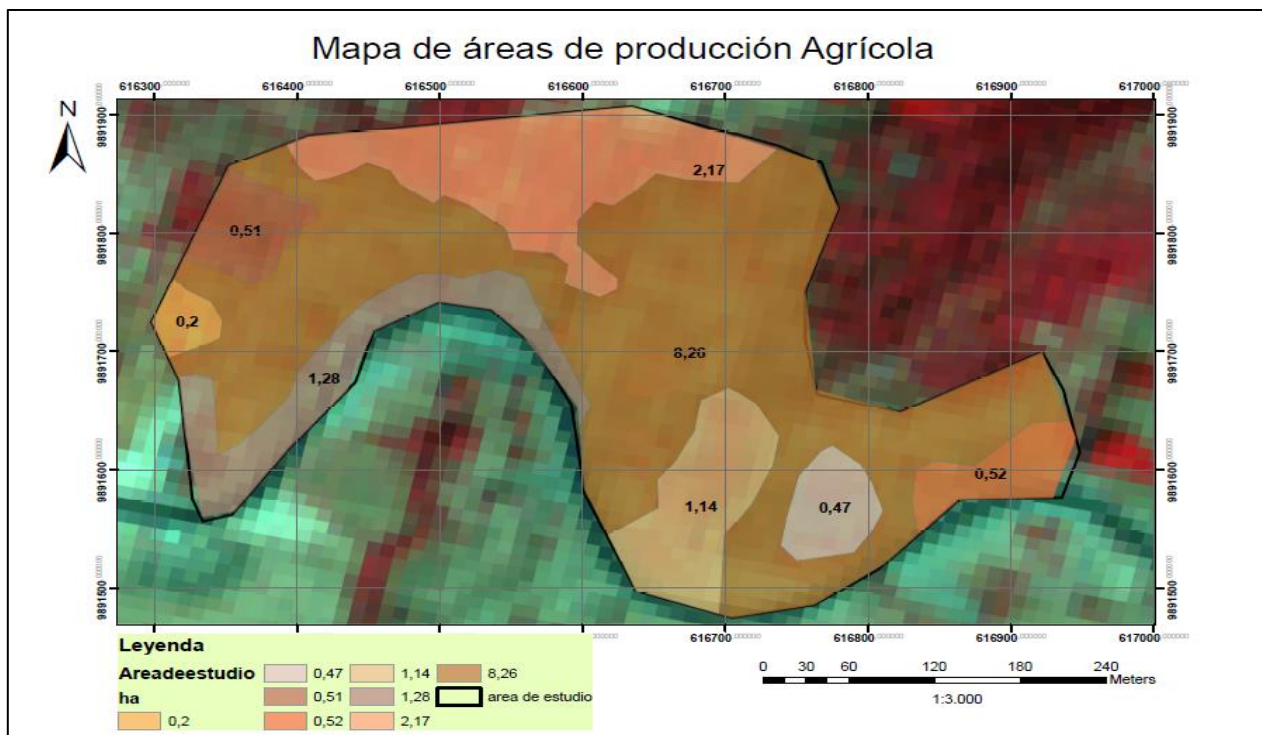
Gráfico 16. Identificación de las zonas homogéneas por reflectancias.

**Tabla 24.** Áreas parcelas.

Puntos	Total de las áreas (ha)
1	0,2
2	0,47
3	0,51
4	0,52
5	1,14
6	1,28
7	2,17
8	8,26
<b>Total</b>	<b>14,55 ha</b>

**Fuente:** Santos y Aveiga (2014).

La mayoría de la superficie del suelo estudiado son dedicados a la producción de cacao y plátano, y en menor cantidad el cultivo de cítricos (naranja, limón, toronja y mandarina), siembras de ciclo corto (plátano, maíz, manís, haba, frijol, tomate, papaya, yuca, habichuela, etc), y siembras de especies forestales (teca (*Tectona grandis*) y balsa (*Ocrhoma pyramidal*)).



**Gráfico 17.** Mapa de áreas de producción agrícola.

Los suelos de la comunidad Balsa en Medio son dedicados a los cultivos agrícolas, presentan características similares en superficie y horizonte, el color del suelo varía de acuerdo al relieve, presentando una superficie con poca cobertura vegetal en comparación con el suelo patrón, debido a que se ha dado paso a la agricultura y ganadería en gran escala, lo que ha permitido la deforestación; la falta de disponibilidad de agua se debe a la topografía del lugar.

Los horizontes del suelo se forman debajo de la superficie del terreno, aunque en muchas situaciones se forman debajo de las pequeñas capas de las hojarascas.

En el muestreo realizado de las cuatro calicatas se pudo obtener cinco horizontes con características similares a la del suelo patrón, las cuales se describen a continuación:

**Horizontal 1:** Se pudo apreciar la presencia de materiales orgánicos con poca presencia de humedad, así como de hojarasca total o parcialmente descompuesta, con un espesor de 30-35 cm, la materia orgánica en el primer horizonte, debe estar descompuesta, tiene colores más oscuros, que los horizontes posteriores. El contenido de materia orgánica implica una buena presencia de microorganismos. Un aspecto interesante en la siembra directa es la acumulación de materia orgánica en los primeros centímetros de perfil de suelo (Molina, 1999).

**Horizontal 2:** Se observó la presencia de sedimentos provenientes de la erosión hídrica y eólica del suelo resultado de la acumulación de varios años, presentando un espesor de 40 cm; se pudo observar importantes cantidades de raíces, según Rucks y García (2004), en este horizonte es donde se encuentran mayor acumulación de arcilla.

**Horizontal 3:** Carecía prácticamente de humus, presentó un color pardo, rico en materiales arcillosos que desciende de la capa superficial, con un espesor de 45 cm; la cantidad de raíces es menor que la del horizonte anterior.

**Horizontal 4:** Se pudo apreciar parcialmente la presencia de fragmentos rocosos disminuyendo la cantidad de materia orgánica, aún se observa raíces.

**Horizontal 5:** Se pudo observar que hay mayor presencia de fragmentos rocosos en pequeñas cantidades, aún se observa presencia de raíces.

Se evidencia en el cuadro 2, que la densidad aparente de la zona de estudio de la parte baja y alta es de  $1,14 \text{ gr/cm}^3$  en comparación con la del suelo patrón no disminuido, en cambio en la parte media existe un aumento de  $0,14 \%$   $\text{gr/cm}^3$ ; con el incremento de la densidad aparente la resistencia mecánica del suelo tiende a aumentar y por ende la porosidad disminuye, estos cambios limitan el crecimiento de las raíces. La densidad aparente es una propiedad que cambia rápidamente, ya sea por el cultivo o la erosión. López (2002), Mesías y Zambrano (2013), señalan que, la utilización indebida del suelo aumenta los valores de la densidad. Sin embargo, Pacheco s.f. indica que el aumento de la densidad se debe a las repetidas labores de cultivo. La degradación de la estructura del suelo aumenta la densidad aparente y reduce la porosidad del suelo, lo que a su vez provoca una disminución de la infiltración e incrementa la escorrentía con la erosión (Von, 2013); al estar el suelo descubierto, eleva la intensidad de las precipitaciones en la región generando un mayor impacto sobre el suelo.

El contenido de humedad del suelo patrón es de  $16,4\%$ , en comparación con la parte baja donde se observa un incremento del  $1,65\%$ , teniendo un aumento en la parte media del  $3,4\%$ ; este incremento se da porque el suelo se encuentra cubierto por especies arbustivas como lo es el cacao, lo cual impide el contacto directo de los rayos ultravioletas con las partículas del suelo, lo que hace muy baja la tasa de evaporación y por ende existe una mayor acumulación de humedad, de acuerdo a Kochhann, (1996) la humedad está directamente relacionada a la topografía del terreno y así en la parte baja y media del suelo siempre va a existir mayor afluencia de agua. Según Flores s.f. la humedad mantiene un alto contenido de materia orgánica, siendo favorable para el desarrollo de los cultivos y el medio ambiente. En la parte alta del suelo muestreado el contenido de humedad ha disminuido el  $1,2\%$  comparando con el del bosque, esta situación se la atribuye a la quema de residuos vegetales y a la pendiente del terreno, de acuerdo con Debarba, (1997) el calor generado por el fuego facilita la pérdida de humedad, organismos existentes en la superficie, obteniendo suelos desérticos y acelerando el proceso de evaporación o pérdida del agua (Cuadro 2).

El espacio de poros de la parte baja y alta es de 40,93%, que en comparación con la del bosque patrón hay una igualdad, y los espacios de poros en la parte media muestran una disminución de 7,26%, esto sucede porque el suelo está mayormente compactado disminuyendo los espacios entre los poros (Cuadro 2).

La materia orgánica presente en el bosque patrón es de 2,56%, que en comparación con la parte baja existe una disminución del 1,48%, debido a que está directamente asociado a los tipos de cultivos existentes, ya que estos no aportan mayores cantidades de materia orgánica al suelo, de acuerdo a Moreno (1996), establece que los cultivos de estos tipos de cosechas, con el pasar de los años producen una disminución del contenido de materia orgánica: en la parte media se obtuvo un incremento del 0,90% comparándola con el bosque patrón, debido a que el sembrío existente mantiene húmedo al suelo y por ende esta acción hace que los microorganismos se mantengan activos y agiliten el proceso del deterioro de la materia orgánica o humus (Dourojeanni, 2000). (Cuadro 2).

En la parte alta existe una disminución del 0,54%, notándose una pérdida de materia orgánica, debido a la topografía del terreno y a los tipos de sembríos tradicionales que agotan los nutrientes existentes en el suelo; el laboreo es uno de los principales causantes de la declinación de la materia orgánica ya que este lleva a un incremento de la actividad microbiana, pero disminuye los restos de materia orgánica existentes en el suelo. El color presente en el bosque patrón es marrón muy oscuro en lo que presenta similitudes con la parte media y alta de la zona muestreada, observando en la parte baja un color marrón oscuro debido a la poca presencia de materia orgánica (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Resultados de los análisis físicos de suelo.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PARTE ALTA</b> (Bosque- patrón)	<b>PARTE BAJA</b> (Teca -naranja- plátano)	<b>PARTE MEDIA</b> (Cacao)	<b>PARTE ALTA</b> (Yuca-maíz- papaya)
<b>Densidad aparente gr/cm<sup>3</sup></b>	1,14	1,14	1,28	1,14
<b>% humedad</b>	16,4	<b>17,8</b>	<b>19,8</b>	15,2
<b>% de poros</b>	40,93	40,93	33,67	40,93
<b>Color</b>	Marrón muy oscuro	Marrón oscuro	Marrón muy oscuro	Marrón muy oscuro



<b>% materia orgánica</b>	2,56	1,08	3,46	2,02
---------------------------	------	------	------	------

Los resultados obtenidos de textura en cuanto a porcentajes de limo, arena y arcilla mostraron suelos franco arcilloso (Tabla 25). Según Varela (2007), los suelos con mayor contenido de limo y arena fina son más susceptibles a descomponer por el impacto de las gotas de lluvia.

**Tabla 25.** Resultados de los análisis físicos de suelo.

Descripción		Parte alta (Bosque- patrón)	Parte baja (Teca -naranja-plátano).	Parte media (Cacao).	Parte alta (Yuca- maíz-papaya).
Densidad real		1,93	1,93	1,93	1,93
%Textura	Limo	32	40	32	48
	Arena	32	32	32	24
	Arcilla	36	28	36	28

**Fuente:** Santos y Aveiga (2014).

## CONCLUSIONES

Al comparar las características físicas de los suelos de la comunidad Balsa en Medio se pudo observar que existe una mínima degradación de los suelos en especial en la parte baja, alta y media debido a que en algunos valores superan al bosque patrón.

El aumento de la materia orgánica en la parte media es superior al bosque patrón, parte baja y parte alta, esto se debe al tipo de cultivo existente en el lugar de estudio.

### **2.3. INCIDENCIA DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO CON LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CO<sub>2</sub>**

*Juan Carlos Luque Vera, María Gabriela Torres Briceño, Tito Iván Alcívar Cedeño,  
Mercedes Alemán*

#### **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue evaluar las características de la agricultura y silvicultura, con la emisión y absorción de dióxido de carbono equivalente, en el cantón Bolívar – Manabí – Ecuador. Se utilizó como método la observación, inducción, deducción de análisis y síntesis, donde se buscó determinar operativamente las relaciones entre las características de la agricultura y silvicultura, con la emisión y absorción de CO<sub>2</sub>-eq., ayudados del software elaborado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sustentado en las Directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático 1996 (Nivel 1). Como resultados se determinó que el sector de la agricultura en los años 2009, 2010, 2011 y 2012 emitió 53.34 Gg CO<sub>2</sub>-eq, 53.56 Gg CO<sub>2</sub>-eq, 53.68 Gg CO<sub>2</sub>-eq y 55.59 Gg CO<sub>2</sub>-eq respectivamente, presentándose absorciones para los mismos años de -11.45 Gg CO<sub>2</sub>-eq, -8.69 Gg CO<sub>2</sub>-eq, -8.42 Gg CO<sub>2</sub>-eq y -4.28 Gg CO<sub>2</sub>-eq respectivamente; asimismo, encontrando para dichos años un balance de 41.89 Gg CO<sub>2</sub>-eq, 44.88 Gg CO<sub>2</sub>-eq, 45.26 Gg CO<sub>2</sub>-eq y 51.31 Gg CO<sub>2</sub>-eq., respectivamente. Se concluye que las características de la agricultura y silvicultura han incidido negativamente en los niveles de emisión y absorción del dióxido de carbono equivalente del cantón Bolívar. Sin embargo, se proponen medidas que podría ayudar en la reducción de las emisiones como la adopción de mejores prácticas de gestión y tecnologías de mitigación. Las estrategias para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> incluyen el secuestro de CO<sub>2</sub> a través de técnicas naturales y de ingeniería.

**Palabras clave:** gases de efecto invernadero, IPCC, agricultura, silvicultura, emisión, absorción.

#### **INTRODUCCIÓN**

La agricultura está dando lugar al incremento de las tierras productivas de las cuales se liberan gases de efecto invernadero (GEI) en gran medida por las actividades que se realizan en este sector, como el óxido nitroso, óxidos de nitrógeno, metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono (Sharma, et al., 2014). Así mismo, Anwar, et al., (2012)

encontraron que el sector de la agricultura y silvicultura son altamente vulnerables a los cambios de temperatura y precipitación, que provocarán cambios en los regímenes de agua y en la tierra que traerán efectos en la producción, debido probablemente al efecto invernadero que produce el cambio climático.

De acuerdo a Cooper, et al., (2012), los gases de efecto invernadero predominantes de la agricultura son el metano y el óxido nitroso que representan el 8% del total de emisiones de los países que han ratificado el protocolo de Kioto. Los esfuerzos para reducir las emisiones de este sector, han sido hasta ahora limitada debido a los desacuerdos sobre la viabilidad técnica, el potencial de reducción y el costo – efectividad de los instrumentos de política, que incluyen las medidas de mercado de carbono. El problema principal del cambio climático se está resolviendo por los métodos generales de reducción de los recursos convencionales y la sustitución por recursos renovables, que son compatibles con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los métodos más agresivos de mejora de la eficiencia energética, baja energía de carbono, la captura y almacenamiento de carbono se propusieron como medios eficaces para mitigar el cambio climático (Kim y Choi, 2014). Según informes de Yang, et al., (2014), la superficie en los países asiáticos de cultivo de arroz representa alrededor del 90% de la superficie total del mundo que han contribuido al aumento en las emisiones de metano y óxido nitroso. A nivel mundial la superficie se ha incrementado en un 50% en los últimos 50 años por causa del aumento de la población en esta región.

Estudios realizados en India por Benbi (2013) indican que las estimaciones de las emisiones globales de  $N_2O$  de las fuentes naturales y antropogénicas van desde 14.7 hasta 17.7 Tg N/año, de las cuales, más de la mitad de las emisiones de  $N_2O$  antropogénico provienen del sistema del manejo del estiércol, la mayor parte ocurre en los trópicos, que contribuye aproximadamente con 0.5 – 0.7 Tg N/año de  $N_2O$  atmosférico, a nivel mundial. Estudios realizados en Nueva Zelanda por Zulfiqar (2012) estiman que el sector forestal de la Universidad de Massey ha removido alrededor de  $4094 \pm 439$  Mg de  $CO_2$ -eq, a través del secuestro de carbono en el 2004, dejando a las emisiones netas globales de 8.6% por debajo de la línea base de emisiones de GEI de 1990. El carbono se acumula en la biomasa y se

concentra en los bosques, las praderas, la tundra, los humedales y los suelos que se está transformando rápidamente para otros usos. El más estudiado de todos los sumideros de CO<sub>2</sub> y el carbono almacenado son los bosques por el alto nivel de biomasa almacenada.

En general, el volumen de la captura de carbono en una determinada área, debe ser comparable con las emisiones totales, incluye los resultados de secuestro por los principales sumideros (Fedorov, et al., 2011).

En este sentido Cáceres y Núñez (2011) han manifestado que la investigación en lo que respecta al cambio climático, específicamente es deficitaria, pues las instituciones nacionales responsables no lo incluyen en sus prioridades, como las universidades, cuentan con ofertas de formación profesional en esta área, se carece de centros de investigación dedicados al tema.

Sin embargo, no se ha realizado cálculos de emisión y absorción en el cantón Bolívar, por lo que, no es posible en los actuales momentos efectuar el balance para contabilizar las emisiones reales de estos gases en estos sectores. La carrera de Medio Ambiente de la ESPAM MFL reconoce la necesidad e importancia de realizar este balance a nivel de microrregiones, especialmente del cantón Bolívar considerando sobre todo la vulnerabilidad identificada.

Por lo tanto, esta investigación del cambio climático, sobre el balance de la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero del sector agricultura y silvicultura, en el cantón Bolívar, aporta en el conocimiento necesario ya que permite identificar y evaluar esta problemática a nivel local, ayuda a la gestión y sensibilización del sector público y empresarial, así como a las autoridades con que este es un problema donde todos podemos contribuir. El objetivo de este estudio es evaluar las características de la agricultura y silvicultura, con la emisión y absorción de dióxido de carbono equivalente, en el cantón Bolívar-Manabí-Ecuador.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se la realizó en el cantón Bolívar, durante un periodo de nueve meses, se usó como método la observación, inducción, deducción de análisis y síntesis, donde

se buscó determinar operativamente las relaciones entre las características de la agricultura y silvicultura, con la emisión y absorción de CO<sub>2</sub>-eq. Para la determinación de las características de la agricultura y silvicultura, en el cantón Bolívar; se recurrió a las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 1997) para los inventarios de los gases de efecto invernadero versión revisada en 1996; cimentada en el mejor de los casos en el libro de trabajo, con el que se utilizó el software para los cálculos de las emisiones y absorciones de los GEI (CMNUCC, 1994), se planificó la realización de una descripción de las fuentes de emisión y absorción, para poder conocer cuáles son las principales fuentes emisoras y receptoras de los GEI en el cantón, se determinó que los años correspondientes para el inventario fueron: 2009, 2010, 2011 y 2012.

Se comenzó con el análisis de las categorías y subcategorías de fuentes (Datos de actividad) propuestas por las Directrices del IPCC (Libro de Trabajo) tanto del sector agricultura como de la silvicultura. Los datos de actividad se basaron en estadísticas de la agricultura y censos para determinar el número de animales, área sembrada y cosechada de cultivos, etc. (MAGAP, 2012; III Censo Nacional Agropecuario, 2000). Se agrupó en subcategorías.

Se planificaron y realizaron entrevistas personales a expertos del Instituto Espacial Ecuatoriano, Ministerio del Ambiente, Corporación Forestal y Ambiental de Manabí, etc., así como salidas de campo, que permitió determinar con mayor precisión: el número de sacos facturados de fertilizante sintético nitrogenado, por los principales almacenes agropecuarios del cantón Bolívar. Además, se estimó el consumo de leña por hogares en diferentes sitios: Balsa en Medio, Julián Afuera, Severino, entre otras comunidades y parroquias rurales del cantón (INEC, 2014).

Asimismo, se realizaron consultas a expertos forestales, agrónomos, dasónomos y técnicos del MAE, IEE y CORFAM, respectivamente, para valorar el criterio de estos, a fin de obtener un estimado para el cálculo de otros usos de la madera. Se eligió el método por defecto o los factores de emisión por defecto (nivel 1) provistos por el Libro de Trabajo del IPCC, (1997) para la estimación de las emisiones y absorciones de las principales categorías de fuentes, ya que por la circunstancia de la investigación y por la disponibilidad de recursos no contamos con información detallada de factores de emisión a nivel cantonal (IPCC, 2005).

Como fuente de información de la cobertura vegetal natural del cantón Bolívar se usó los datos del Instituto Espacial Ecuatoriano a escala 1:25000 (IEE, 2012), que están agrupados de acuerdo a la siguiente clasificación: bosque húmedo (bosques de latifoliadas), matorral húmedo, matorral seco, vegetación herbácea de humedal, vegetación herbácea húmeda y vegetación herbácea seca, debido a la carencia de información en cuanto a la cobertura vegetal para los años 2009, 2010 y 2011 se tomó la superficie de bosque húmedo (12482.21 ha) del IEE (2012), y el estudio realizado por Sierra (2013) en el que indica que la fracción de la deforestación neta total (es igual a la deforestación total menos la regeneración total) nacional del cantón Bolívar para el periodo 2000 - 2008 que está en el intervalo de -0.09% - 0% (-0.045%), y valorando la tasa de deforestación nacional (65880 ha/año, periodo 2008 – 2012); se determinó la tasa de deforestación del cantón (29.646 ha/año) y se procedió a estimar la superficie de la cobertura de bosque húmedo para los años 2009, 2010 y 2011, obteniendo 12393.27, 12422.92 y 12452.56 hectáreas, respectivamente, lo anteriormente expuesto sirvió como referencia para conocer las fuentes de emisión y absorción de los GEI en el cantón, posteriormente se procedió a calcular las emisiones y remociones en CO<sub>2</sub>-eq.

La medida de las emisiones y absorciones se realizó en giga gramos de dióxido de carbono equivalente  $CO_2 - eq$  (Gg CO<sub>2</sub>-eq), se multiplicó el total de la sumatoria de emisión del proceso  $\sum GEI_i$  expresada en Gg GEI<sub>i</sub>, siendo  $i$  la identificación del GEI de la categoría (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>), según el ordinal de cada gas, por un índice ( $PCA_i$ ), como se indica en la ecuación 1.

$$CO_2 - eq = \sum GEI_i \times PCA_i \quad [1]$$

En el cual:

$CO_2 - eq$  = Potencial equivalente (Gg CO<sub>2</sub>-eq);

$\sum GEI_i$  = Sumatoria de la actividad del proceso de la masa emitida del gas, (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>);

$PCA_i$  = Factor de emisión asociado con el gas  $i$  por unidad de actividad (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 26 presenta las emisiones y remociones por categorías y subcategorías de la agricultura y silvicultura en los años 2009, 2010, 2011 y 2012 con el correspondiente dióxido de carbono equivalente. El nivel máximo de emisión producidos por la agricultura ocurrió en el año 2012 con 55.59 CO<sub>2</sub>-eq, donde predominan las emisiones de la subcategoría suelos agrícolas con 38.80 Gg de CO<sub>2</sub> y la subcategoría de menor contribución es la fermentación entérica con 0.04 Gg de CO<sub>2</sub>.

Estudios realizados en China por Li et al. (2010) y Jia et al. (2012) han señalado que la agricultura es el sector que mayores emisiones de gases de efecto invernadero se emiten a la atmósfera, las emisiones de óxido nitroso se ubicaron en 1533 kt de N<sub>2</sub>O (1533 Gg de N<sub>2</sub>O; 1 Gg = 1000 t) en el año 2000, pero para el 2030 se estima que incrementarán un 31%, es decir 2000 kt de N<sub>2</sub>O, debido al incremento en la producción animal y al uso indiscriminado de fertilizante sintético nitrogenado. Shimizu et al. (2013) han señalado que el óxido nitroso se produce como un subproducto de los procesos de nitrificación y desnitrificación microbiana. Estos procesos requieren mineral nitrógeno (amonio y nitrato) como sustrato, y son controlados por el contenido de humedad del suelo, temperatura, pH y carbono orgánico. Por lo tanto, las emisiones anuales de N<sub>2</sub>O tienen variación espacial y/o interanual, debido a las variaciones en el suelo y el clima. Además, la aplicación de fertilizantes químicos y estiércol podría aumentar las emisiones de N<sub>2</sub>O, el estiércol con alto contenido de carbono mineral estimula la actividad microbiana y por lo tanto las emisiones de óxido nitroso.

**Tabla 26.** Emisiones y absorciones de GEI (Gg CO<sub>2</sub>-eq) por categorías de fuente en Bolívar (2009 - 2012).

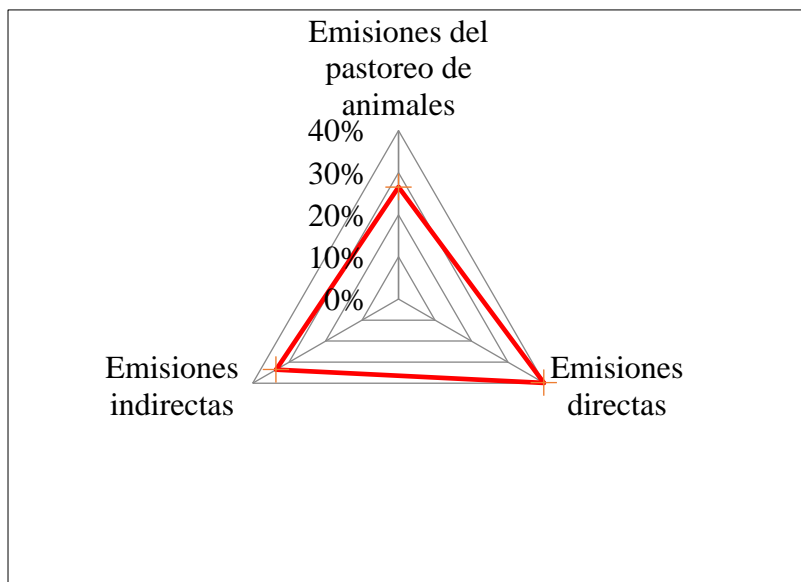
Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	2009			2010			2011			2012		
	Total emisiones	Total absorciones netas	Balan ce <sup>a</sup>	Total emisiones	Total absorciones netas	Balan ce <sup>a</sup>	Total emisiones	Total absorciones netas	Balan ce <sup>a</sup>	Total emisiones	Total absorciones netas	Balan ce <sup>a</sup>
Total Agricultura	53.34	-11.45	41.89	53.56	-8.69	44.88	53.68	-8.42	45.26	55.59	-4.28	51.31

A. Fermentación entérica	0.04	-11.45	-11.42	0.04	-8.69	-8.65	0.04	-8.42	-8.38	0.04	-4.28	-4.25
B. Manejo del estiércol	0.19	-11.45 <sup>a</sup>	-11.26	0.21	-8.69	-8.48	0.22	-8.42	-8.20	0.24	-4.28	-4.05
C. Cultivo de arroz	2.12	-11.45	-9.33	2.52	-8.69	-6.17	1.28	-8.42	-7.14	2.35	-4.28	-1.93
D. Suelos agrícolas	46.04	-11.45	34.59	45.59	-8.69	36.90	47.22	-8.42	38.80	47.91	-4.28	43.63
E. Quema de sabanas	4.84	-11.45	-6.61	5.11	-8.69	-3.58	4.84	-8.42	-3.57	4.98	-4.28	0.69
F. Quema de residuos agrícolas	0.11	-11.45	-11.35	0.11	-8.69	-8.58	0.08	-8.42	-8.34	0.08	-4.28	-4.21
Total Silvicultura	0.00	-11.45		0.00	-8.69		0.00	-8.42		0.00	-4.28	
A. Cambios en biomasa forestal y	0.00	-11.45		0.00	-8.69		0.00	-8.42		0.00	-4.28	

<sup>a</sup> Valores positivos indica emisiones y valores negativos indican remociones.

En el gráfico 18 se observa la contribución porcentual de la subcategoría suelos agrícolas en el año 2012, las emisiones directas de N<sub>2</sub>O alcanzaron niveles superiores de emisión que representan el 39.86%, mientras que las emisiones indirectas constituyen el 33.56% y las emisiones del pastoreo de animales el 26.58% del total de las emisiones de los suelos agrícolas.





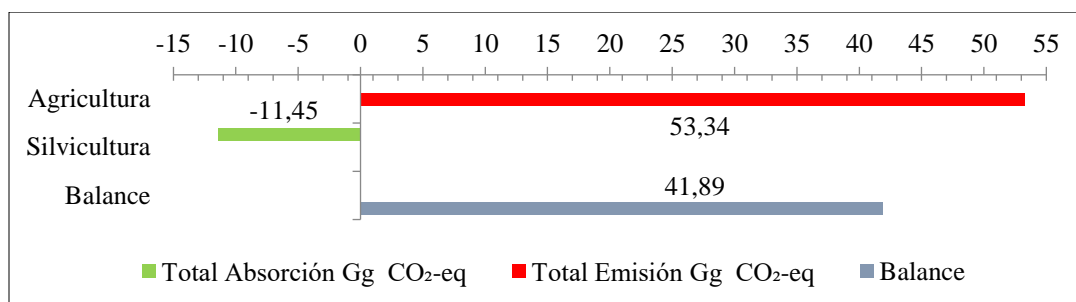
**Gráfico 18.** Contribución porcentual de la subcategoría suelos agrícolas (2012).

Según Kros, et al., (2010) las principales fuentes de emisión de  $N_2O$  procedentes de los suelos agrícolas son el estiércol y la aplicación de fertilizantes. Otras fuentes incluyen las aportaciones de los animales de pastoreo, residuos de deposición, de mineralización, fijación, y los residuos de los cultivos. Sin embargo, existen medidas de mitigación; están incluidos: (i) reducción del contenido de proteína de alimentos, (ii) baja emisión de amoníaco y de almacenamiento en los establos, (iii) fertilización equilibrada, (iv) fertilizantes orgánicos, y (vi) sustitución de urea.

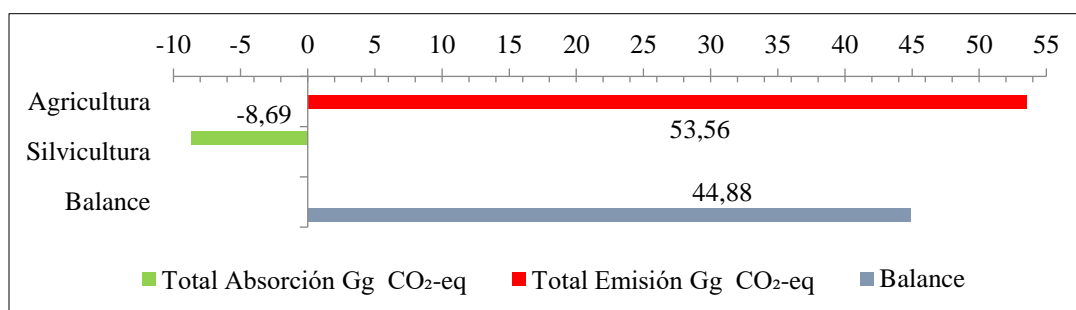
Los resultados son coherentes con el estudio realizado por Cáceres y Núñez (2011), al considerar que una de las principales causas de la emisión de óxidos de nitrógeno es el uso intensivo de productos agroquímicos dentro de los suelos agrícolas. Los suelos con actividad agrícola pierden su condición natural y agotan la reserva de nutrientes esenciales, lo que consecuentemente tiene un impacto negativo en la fertilidad del suelo. La descompensación de estos elementos (nitrógeno, fósforo, potasio) debe por tanto suplirse, y la primera opción son los fertilizantes sintéticos nitrogenados (químicos).

Para un mejor análisis y comparación, a continuación, se presenta en los gráficos 20, 21, 22 y 23, los resultados del balance de los inventarios de gases de efecto invernadero directos por categorías de fuentes, de los años 2009, 2010, 2011 y 2012, expresados como

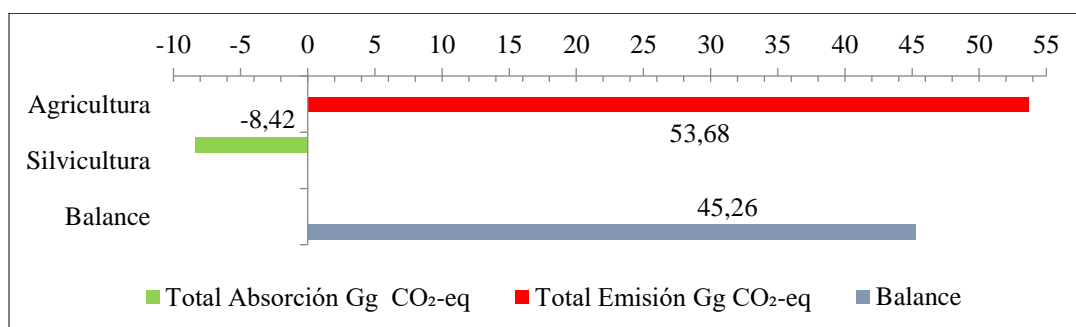
CO<sub>2</sub> equivalente (Gg CO<sub>2</sub>-eq). Se evidencia que el forzamiento radiactivo que producen los diferentes gases depende de su concentración y el tiempo de permanencia en la atmósfera; así, se estima que, para un horizonte de 20 años, el metano es 56 veces más efectivo que el CO<sub>2</sub> y el óxido nitroso 280 veces, mientras que, para un horizonte de 100 años, el metano es 21 veces más efectivo que el CO<sub>2</sub> y el óxido nitroso 310 veces. Por lo tanto, el potencial de calentamiento global para esta investigación fue calculada para 100 años.



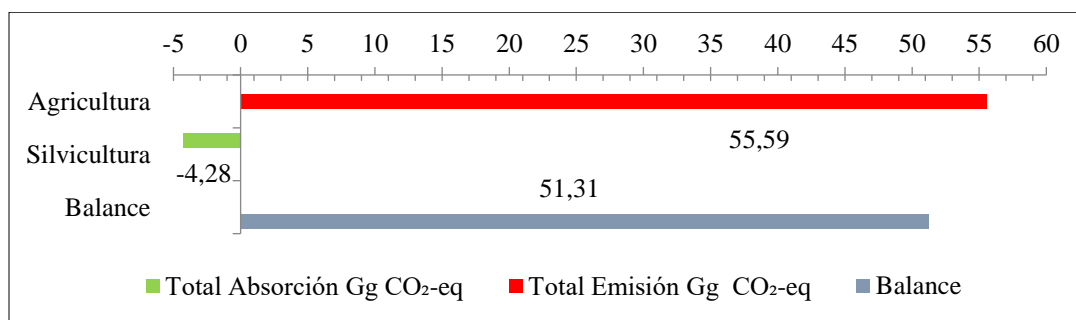
**Gráfico 19.** Balance de emisión y absorción de CO<sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2009).



**Gráfico 20.** Balance de emisión y absorción de CO<sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2010).



**Gráfico 21.** Balance de emisión y absorción de CO<sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2011).



**Gráfico 22.** Balance de emisión y absorción de CO<sub>2</sub> equivalente en Bolívar (2012).

De las mismas se aprecia que las emisiones de GEI directos del sector agricultura inciden negativamente y que el otro elemento decisivo lo constituye la fijación de CO<sub>2</sub> que produce el sector silvicultura, cuyo valor resulta inferior a las emisiones existentes, por lo que, el comportamiento del balance del cantón es de emisor.

Inventarios realizados en la Universidad de Massey en Nueva Zelanda por Zulfiqar (2012) señalan que el sector forestal ha removido alrededor de  $4094 \pm 439$  Mg de CO<sub>2</sub>-eq, a través del secuestro de carbono en el 2004, dejando a las emisiones netas globales de 8.6% por debajo de la línea base de emisiones de GEI de 1990. Así mismo, estos resultados no son iguales, al compararlos con el estudio realizado en Rusia por Fedorov, et al., (2011) en cuanto a que, la capacidad de secuestro de dióxido de carbono en los sumideros de carbono es de 95.6 Gt C, supera a las emisiones con 83.3 Gt C, con un balance de las emisiones y absorciones de 12.3 Gt C ( $95.6 - 83.3$  Gt C). En este sentido la captura y almacenamiento de carbono resulta ser un enfoque prometedor que puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tal como lo manifiesta Han, et al., (2012) debido a la creciente preocupación por el cambio climático.

Por otro lado, el IEE (2012) confirma que el bosque húmedo del cantón Bolívar es el sistema que aún no ha sido tan afectado por las actividades antrópicas, esto se debe a que se encuentra en las pendientes escarpadas de los cerros del cantón, aun así se puede evidenciar el cambio de uso de suelo en algunos de estos remanentes, así que el aumento de pastos en estas zonas altas es la principal amenaza de este sistema ecológico. La presencia del matorral húmedo es el efecto de la destrucción y tala de lo que fueron áreas boscosas, en estas

vegetaciones existe la presencia de escasos árboles aislados que son utilizados para sombra de ganado bovino, esta actividad es la principal amenaza para los bosques húmedos que aún son significativos en el cantón.

## **CONCLUSIONES**

Se ha determinado que, las características del sector agricultura y silvicultura presentan subcategorías de fuentes muy representativas, en cuanto a magnitudes relacionadas con los inventarios de gases de efecto invernadero, sin embargo, dada la limitada información, no fue posible registrar las existencias de las demás subcategorías de fuentes.

La investigación realizada permitió revelar que los factores de emisión requeridos para la elaboración del balance de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, no están definidos para los datos de actividad, lo que produce cierta incertidumbre en los resultados finales.

El balance de emisiones netas de gases de efecto invernadero realizadas en el cantón, durante el período 2009 - 2012, demostró que existe una mayor emisión versus absorción, donde se reflejó que existió una emisión neta de 216.17 Gg CO<sub>2</sub>-eq versus una absorción neta de -32.84 Gg CO<sub>2</sub>-eq quedando una diferencia de 183.33 Gg CO<sub>2</sub>-eq.

Se ha demostrado que, de todas las subcategorías analizadas, los suelos agrícolas alcanzaron los mayores niveles de emisión neta de hasta 47.91 Gg CO<sub>2</sub>-eq, de estas, las emisiones directas de óxido nitroso representan el 39.86%, mientras que las emisiones indirectas constituyen el 33.56% y las emisiones del pastoreo de animales el 26.58%, que corresponden al año 2012.

Se comprobó la hipótesis planteada, al demostrar que las características de la agricultura y silvicultura han incidido negativamente en los niveles de emisión y absorción del dióxido de carbono equivalente del cantón Bolívar.

## 2.4. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CARRIZAL

*Patricio Noles Aguilar, María Elba Carranza Zambrano, Kenia Lisbeth García Barre*

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua del río Carrizal mediante indicadores físicos-químicos y microbiológicos, interrelacionándolos con el índice de Calidad de Agua (ICA) para establecer sus usos agrícola y doméstico en época seca. Se establecieron tres estaciones de muestreo incluyendo tres puntos en cada estación y realizando dos réplicas en cada punto de muestreo, en los que, se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos de los cuales la mayoría de los resultados están dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola y doméstico de acuerdo al TULAS, libro VI anexo I. Para ello se siguieron los protocolos establecidos en Standard Methods 1989, interrelacionada con la metodología del Índice de Calidad del Agua (ICA). Debido a que en su mayoría el rango establecido se encontró entre 70 – 80 en la tabla de clasificación de calidad de agua en función de sus usos se obtuvo que como criterio general es aceptable, según su abastecimiento público es de ligera purificación, según su recreación es aceptable, pero no recomendable, según la pesca y vida acuática es aceptable, excepto para especies sensibles y según su uso industrial y agrícola se clasifica como ligera purificación para algunos procesos, dichas aguas en la subcuenca alta en época seca, pese a las actividades humanas que se desarrollan en sus alrededores, no tiene mayor incidencia de contaminación por lo que se concluye que aún existe un buen medio para la biota acuática y que el agua del río Carrizal puede ser utilizada para cualquier actividad que la población requiera, cumpliendo de esta manera con la hipótesis planteada.

**Palabras claves:** Muestreos, uso agrícola, uso doméstico, contaminación.

### INTRODUCCIÓN

El recurso agua es, sin duda alguna, vital para la existencia de todos los organismos vivos, su disponibilidad y su composición química, física y biológica afectan la habilidad de los ambientes acuáticos para sostener la salud de los ecosistemas; no obstante, este valioso recurso se está viendo cada vez más amenazado en la medida que la población humana aumenta y demanda mayor volumen de agua de mejor calidad para propósitos domésticos y

actividades económicas que en el corto o largo plazo tienen efectos desastrosos sobre estos. Dada la importancia que la calidad del agua tiene no solo para el medio ambiente sino también para sostener la salud y calidad de vida de las personas se requiere asegurar su protección y apoyar la gestión sostenible (Cano, 2010).

Según el autor citado anteriormente, en la actualidad es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como para el riego de cultivos, para el uso industrial, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, lo cual permite diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines. La agroindustria es otra de las actividades productivas con gran responsabilidad en la contaminación de las aguas con productos químicos extremadamente peligrosos que pueden tener grandes efectos sobre la salud humana y la biota acuática en general, en cantidades muy reducidas.

Muchos de estos agroquímicos simplemente no debieran ser utilizados, porque una vez que ingresan al ciclo hidrológico, se difunden a grandes distancias, son muy difíciles de detectar y, por su presencia a nivel prácticamente molecular, no es posible filtrarlos o neutralizarlos una vez en el medio, provocando los efectos dañinos en el medio ambiente. La calidad de las aguas es relevante por los diversos roles que esta cumple, fuera del curso del río (uso doméstico, agrícola e industrial), en el curso del río (recreación y estética) y como medio para la acuicultura y manejo de vida silvestre en general (Cárdenas, 2003).

Una de estas herramientas la componen los índices de calidad de agua (ICA) que son indicadores del estado del recurso en cuanto a su grado de afectación, han sido formulados inicialmente para propósitos de clasificación, así como para la interpretación de la calidad de agua y en la actualidad dado sus enfoques y metodologías de uso se convierten en instrumentos que asisten en la toma de decisiones y en procesos de divulgación del estado de los recursos acuáticos.

En Ecuador, caso provincia de Manabí, desde el 2006 se han efectuado estudios a través de la Empresa de Biotecnologías Ecológicas ECOBIOTEC, consultora especialista en

desarrollo sustentable y estudios ambientales, contratado por la empresa Manageneración que opera las centrales hidroeléctricas de las presas Poza Honda y La Esperanza Sixto Durán Ballén, donde el estudio realizado señala que, en el río Portoviejo existe una severa contaminación con bacterias fecales, con metales como el plomo, mercurio, cadmio y por pesticidas, su situación ambiental es mala (El Diario, 2009).

El río Chone presenta similares condiciones, se detectó que la represa está eutrofizada, es decir con excesiva presencia de materia orgánica. Además, se percibe un permanente olor a gas sulfhídrico y que el fondo de la presa el agua tiene el mismo olor y un color negruzco verdoso. El humedal La Segua está en situación crítica, mientras que el agua del río es de mala calidad y está azolvado. Según ECOBIOTEC, estos problemas en ambas cuencas son antiguos y el único cambio reciente que se registró es la disminución de la salinidad del agua en el estuario del río Chone, luego de que entró a operar Manageneración (El Diario, 2009).

La calidad del agua en Manabí proveniente de ríos, de llanuras y embalses se ha visto seriamente deteriorada para controlarlo, se han realizado evaluaciones tomando como referencia datos obtenidos de los estudios realizados durante años anteriores por diversas instituciones; y de una campaña de monitoreo que permitió evaluar el estado de los cuerpos hídricos en la provincia y se concluyó que los ríos y embalse en estudio se encuentran en estado eutrófico; además de que los niveles de coliformes sobrepasan a los valores máximos permitidos en las normas vigentes (Dos Santos 2010).

Para la realización de este trabajo investigativo se utilizó la metodología Índice de Calidad del Agua (ICA) el cual expresa el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%. Se desarrolló el Índice de Calidad del Agua como método estandarizado para comparar la categoría de manera integral, dada su aplicabilidad y el creciente auge de su uso (Cano, 2010).

En este trabajo investigativo se encontró que el agua del río Carrizal en la subcuenca alta en época seca, a pesar que los resultados testifican que pese a las actividades humanas

que se desarrolla en sus alrededores no tiene mayor incidencia de contaminación, lo cual indica que aún existe un buen medio para la biota acuática y que el agua del río puede ser utilizada para cualquier actividad que la población requiera.

## **METODOLOGÍA**

El estudio se realizó como un tipo de investigación aplicada (Padrón, 2006) basada en el muestreo estratificado dirigido. Se fundamentó, además, en investigación bibliográfica antes y durante el estudio. El método aplicado fue de muestreos selectivos, que permitió monitorear y medir la calidad del agua en época seca, mediante indicadores físico-químicos y microbiológicos en las diferentes estaciones a lo largo del río en la subcuenca alta del Carrizal, con base en la identificación de Índices de Calidad de Agua, que combinan una serie de variables o parámetros del agua, generando una escala numérica representativa del grado de contaminación del cuerpo de agua, el cual varía entre 0 (Agua muy contaminada) y 100 (Agua totalmente limpia).

Finalizada la fase de generación y sistematización de la información primaria, se interrelacionaron aplicando la metodología ICA (Horton, 1965), diseñada para el análisis de la información temática sobre calidad de agua, a través del cual se pudo interpretar, concluir y recomendar los procesos de mejoramiento de la calidad de agua de la subcuenca alta del río Carrizal,

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En cuanto a calidad del agua en la subcuenca alta del río Carrizal establecida a través de indicadores físicos-químicos y microbiológicos en época seca, se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos bajo la normativa Standar Methods (2005). De acuerdo a la clasificación Índice de Calidad del Agua –ICA (Horton, 1969, Fernández, 2005) en función de sus usos como criterio general, se encontró que para una primera estación fue aceptable, según su abastecimiento público fue de ligera purificación, según su recreación fue aceptable pero no recomendable, según la pesca y vida acuática fue aceptable, excepto para especies sensibles y según su uso industrial y agrícola se clasificó como ligera purificación para algunos procesos. Esto se debe al cambio dinámico hidráulico del río, ya



que existe una mayor oxigenación debido a la no presencia de actividades humanas (Cuadro 3).

Para la segunda estación, de acuerdo al criterio general, fue poco contaminado, según su abastecimiento público fue de mayor necesidad de tratamiento, según su recreación fue dudoso para el contacto directo, según su pesca y vida acuática fue dudoso para especies sensibles y para su uso industrial y agrícola fue sin tratamiento para industria normal. A pesar del predominio del sector ganadero y agrícola que influye de manera negativa esta estación, aún no existe una mayor contaminación de este recurso hídrico, por lo que es posible evitar una contaminación superior a la actual (Cuadro 4).

En la tercera estación, de acuerdo al criterio general fue aceptable, según su abastecimiento público fue de ligera purificación, según su recreación fue aceptable pero no recomendable, según su pesca y vida acuática fue aceptable y para su uso industrial y agrícola fue de ligera purificación para algunos procesos. A pesar de que el punto uno y el punto dos son lugares turísticos y en el tercer punto existen diversos sembríos en las riberas del río su agua es aún aceptable por lo que sería conveniente procurar que la calidad del agua se mantenga de esta manera (Cuadro 5).

Los resultados anteriores mostraron que el agua del río Carrizal, pese a las actividades humanas que se desarrollan en sus alrededores no tienen mayor incidencia de contaminación, lo cual indica que aún existe un buen medio para la biota acuática y que el agua del río puede ser utilizada para cualquier actividad que la población requiera. Los resultados logrados en las tres estaciones de muestreo permiten aseverar que la interrelación de los resultados obtenidos en el laboratorio con la metodología (ICA) que el agua de la subcuenca alta del río Carrizal es aceptable en época seca y a pesar que el factor agrícola y ganadero predominan en las riberas del río no existe una mayor contaminación.

**Cuadro 3.** Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).

<b>Índice de calidad ambiental</b>			
<b>(ICA) estación 1 primera repetición Quiroga</b>			
Constante para aguas claras sin aparente contaminación (K = 1)			
<b>Parámetros</b>	<b>Peso (Pi)</b>	<b>Valoración Porcentual (Ci)</b>	<b>Ci * Pi</b>
Ph	2	100	200
Temperatura	2	90	180
Turbidez	2	0	0
Color real	1	0	0
Sólidos Totales ST	3	50	150
Sólidos Totales Suspendidos SST	3	80	240
Cloruro	1	100	100
Alcalinidad total	1	90	90
Dureza total	2	80	160
Nitrito	2	50	100
DBO <sub>5</sub>	4	10	40
Coliformes Totales	4	100	400
<b>TOTAL</b>	27		1660
ICA		61,48	
<b>CRITERIOS</b>			
Criterio general		Poco Contaminado	
Abastecimiento público		Mayor necesidad de tratamiento	
Recreación		Dudoso para el contacto directo	
Pesca y vida acuática		Dudoso para especies sensibles	
Industrial y agrícola		Sin tratamientos para la Industria normal	

**Cuadro 4.** Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).

<b>Índice de calidad ambiental</b>			
<b>(ICA) Estación 2 primera repetición</b>			
<b>La Juanita</b>			
Constante para aguas claras sin aparente contaminación (K = 1)			
<b>Parámetros</b>	Peso (Pi)	Valoración n Porcentual (Ci)	Ci * Pi
pH	2	90	180
Temperatura	2	90	180
Turbidez	2	80	160
Color real	2	20	40
Sólidos Totales ST	3	70	210
Sólidos Totales Suspendedos SST	3	20	60
Cloruro	1	100	100
Alcalinidad total	1	90	90
Dureza total	3	90	270
Nitrito	2	60	120
DBO <sub>5</sub>	4	60	240
Coliformes Totales	4	20	80
<b>TOTAL</b>	29		1730
<b>ICA</b>		<b>59,66</b>	
<b>CRITERIOS</b>			
Criterio general		Poco contaminado	
Abastecimiento público		Mayor necesidad de tratamiento	
Recreación		Dudoso para el contacto directo	
Pesca y vida acuática		Dudoso para especies sensibles	
Industrial y agrícola		Sin tratamiento para la Industria normal	

**Cuadro 5.** Resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA).

<b>Índice de calidad ambiental</b>			
<b>(ICA) Estación 3 primera repetición</b>			
<b>San Bartolo</b>			
Constante para aguas claras sin aparente contaminación (K = 1)			
<b>PARÁMETROS</b>	Peso (Pi)	Valoración Porcentual (Ci)	Ci * Pi
pH	2	90	180
Temperatura	2	90	180
Turbidez	2	90	180
Color real	1	30	30
Sólidos Totales ST	3	80	240
Sólidos Totales Suspendedos SST	2	60	120
Cloruro	2	90	180
Alcalinidad total	1	60	60
Dureza total	3	90	270
Nitrito	1	70	70
DBO <sub>5</sub>	4	40	160
Coliformes Totales	4	50	200
<b>TOTAL</b>	27		1870
<b>ICA</b>		69,26	
<b>CRITERIOS</b>			
Criterio general		Aceptable	
Abastecimiento público		Ligera purificación	
Recreación		Aceptable pero no recomendable	
Pesca y vida acuática		Aceptable, excepto para especies sensibles	
Industrial y agrícola		Ligera purificación para algunos procesos	

## CONCLUSIONES

La caracterización de la zona de estudio permite afirmar que la selección de las estaciones con los diferentes puntos de muestreos se debe tomar en cuenta los factores predominantes en las riberas del río ya que influyen de manera relevante al momento de la toma de muestras de agua en el recurso hídrico.

La realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua de la subcuenca alta del río Carrizal demostraron que el análisis de turbidez de la primera estación en el primer punto (Quiroga) de la primera réplica está fuera de los parámetros establecidos para aguas de uso doméstico. De acuerdo a los análisis químicos los resultados de DBO5 de las tres estaciones con su respectiva réplica cada uno se encuentra fuera de los límites máximos permisibles para agua de uso doméstico. Los análisis microbiológicos dieron como resultados que en la segunda estación en el tercer punto (La Juanita) de la primera y segunda réplica están fuera de los límites máximos permisibles para agua de uso agrícola y en la tercera estación, en el segundo punto (San Bartolo) segunda réplica también se encuentra fuera del rango establecido para agua de uso agrícola (TULAS, libro VI anexo I).

Los resultados logrados en las tres estaciones de muestreo permiten aseverar que la interrelación de los resultados de laboratorio con la metodología (ICA) que el agua de la subcuenca alta del río Carrizal es aceptable en época seca y a pesar que el factor agrícola y ganadero predominan en las riberas del río no existe una mayor contaminación.

## 2.5. INCIDENCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL

*Patricio Noles Aguilar, Irene Isabel Loor Alcívar, José Alberto Bravo Santana.*

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la incidencia de los macroinvertebrados en la calidad del agua de la microcuenca del río Carrizal en tres transectos a lo largo del río mediante la utilización de métodos biológicos, en la que se realizaron cinco monitoreos, determinando y cuantificando la calidad del agua y de diversidad mediante índices Biological Monitoring Working Party, el *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, y Shannon-Weaver. El resultado fue de 697 individuos, representado en ocho órdenes y 18 familias. En el transecto (T1) el resultado fue de 12 familias y 303 individuos, en el transecto (T2) se encontraron 13 familias y 209 individuos, en el transecto (T3) 14 familias con un total de 185 individuos. En cuanto al índice (BMWP), no hubo variaciones en los resultados en los tres transectos debido a que los valores están dentro de calidad de agua buena. En el índice de EPT si presentó variaciones en los valores, en el transecto (T1) un rango de calidad de agua buena mientras que, en los transectos (T2, T3) la calidad de agua es mala. En el índice de Margalef en los tres transectos los resultados no presentan variaciones, aunque el (T3) fue el de más riqueza en familia, en cambio para Shannon-Weaver, los rangos no presentaron variaciones, pero el (T1) se presentó con mayor diversidad. Concluyendo que la calidad del agua del río Severino se encuentra en el rango de contaminación moderada debido a las actividades antropogénicas propias de la zona.

**Palabras clave:** incidencia, río, calidad, diversidad, contaminación

### INTRODUCCIÓN

El creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas, la degradación continua de los ecosistemas dulceacuícolas (Arthington, et al., 2010). Las amenazas sobre los sistemas dulceacuícolas y los macroinvertebrados acuáticos han sido revisadas y resumidas por diversos estudios previos (Moulton y Wantzen, 2006; Ramírez, et al., 2008)

definida que existe una diversidad de amenazas para los macroinvertebrados acuáticos, las más importantes relacionadas con la contaminación del cuerpo de agua, la pérdida y alteración de hábitat y la introducción de especies exóticas (Dudgeon, 2007). La valoración de la calidad del agua evalúa su naturaleza física, química y biológica en relación con sus usos posibles (Torres, et al., 2009). El deterioro de las aguas naturales en la mayoría de los países está asociado con el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales, de producción agrícola y ganadera, y con acciones relacionadas con el transporte terrestre, fluvial y marítimo de sustancias peligrosas. Por su parte Prat (2009) indica que la utilización de macroinvertebrados nos ayuda a determinar la calidad biológica del agua que sintetiza las características de las especies presentes en una muestra. Según Arango, et al., (2008) en la evaluación de la calidad biológica del agua, se consideran como criterios que definen un ecosistema sano, aquellos que se relacionan con un alto nivel de diversidad, habitabilidad y productividad.

Dentro de los indicadores biológicos más utilizados en la evaluación de los ecosistemas fluviales destacan los macroinvertebrados, debido a que presentan ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática. Entre estas ventajas, (Rosenberg, et al., 2008) destacan: (a) presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos continentales, lo cual posibilita realizar estudios comparativos; (b) su naturaleza sedentaria, la que permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente; (c) los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, que pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo, y (d) la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, los que han sido validados en diferentes ríos del mundo.

Las comunidades de macroinvertebrados son empleados como bioindicadores acuáticos vienen aumentando en estos últimos años en lo que respecta a la protección y restauración de los ambientes acuáticos. A nivel mundial existe una gran diversidad de metodologías para el uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, las cuales incluyen tanto métodos cualitativos como cuantitativos y se han desarrollado una gran variedad de índices para diferentes países y cuencas. Una valoración exhaustiva de las ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos actualmente usados (Prat, et al., 2009).

Los bioindicadores se utilizan a diferentes niveles, desde el nivel individual hasta el de población, comunidad o ecosistema (Rosenberg, et al., 2008; Prat, et al., 2009). Estos organismos juegan un papel importante en la red trófica de los ecosistemas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos, al acelerar la descomposición de detritos y contribuir al reciclaje de nutrientes (Nieves, et al., 2010).

Varias especies se están utilizando exitosamente en estudios de eco toxicología en laboratorios alrededor del mundo, incluyendo Latinoamérica y Costa Rica. Sin embargo, aún son poco utilizados en programas de monitoreo y vigilancia. La aplicación a nivel estructural o funcional de los bioindicadores (para los niveles de población, comunidad y ecosistema) es ampliamente utilizada y existen muchas maneras de utilizarla. Estas incluyen tanto el uso de métricas simples, como por ejemplo la riqueza taxonómica o el porcentaje de EPT taxa (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, por considerárseles órdenes relativamente sensibles), como una gran diversidad de índices, de los cuales se mencionan algunos de los más importantes a continuación (Prat, et al., 2009) y (Rosenberg, et al., 2008).

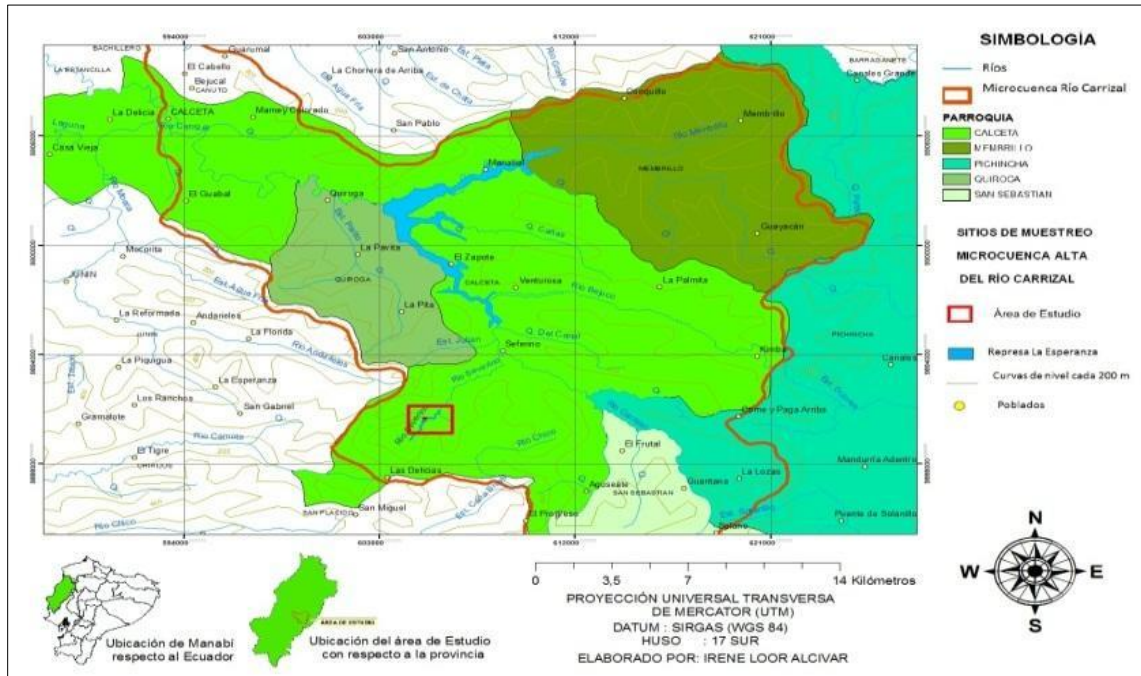
El punto de estudio fue en la microcuenca Carrizal, ya que es un sistema hídrico importante que abastece a la cuenca de Chone, es una fuente nata de belleza natural con una buena fertilidad, con una explotación moderada con fauna y flora típica de la zona, y con un gran potencial turístico, empleada en la dotación de agua potable para el consumo humano y en donde el principal problema se enfoca en la contaminación ya sea por causa natural o actividad propia del hombre como ocurre en la actualidad .

La finalidad de estudiar la cuenca alta del río Carrizal es para evaluar la incidencia de macroinvertebrados en la calidad del agua ya que, de esta dependen el bienestar y salud de las personas, además de toda la flora y fauna de la región.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se realizó en la microcuenca alta del río Carrizal en la zona media en el río Severino, este sector se encuentra en la provincia de Manabí en el cantón Pichincha está ubicado en el extremo oriental de Manabí, presenta un clima seco con temperaturas de 25°C - 36° C. Durante el verano se soporta intenso frío en las noches y sofocante calor durante el día (Gráfico 23).





**Gráfico 23.** Clima de la Provincia de Manabí.

Para la identificación de los macroinvertebrados se estableció tres transectos a lo largo del río en los cuales se realizó cinco monitoreos en cada uno de los transectos, para recolectar los macroinvertebrados se utilizó una red surber la cual se elaboró con materiales propios del lugar en el cual se hizo un par de marcos, con platinas o varillas de madera, de 30 centímetros de alto por 30 centímetros de ancho, unida por uno de sus lados formando una L. Al primer marco se le colocó una malla de liencillo en forma de cono de 40 a 45 centímetros de profundidad (Foto 1, a). Todos los individuos se depositaron en un frasco etiquetado, en el cual se les escribió la M para identificar el monitoreo y T para especificar a qué transecto perteneció, con alcohol al 70% (Foto 1. b, c) y fueron trasladados posteriormente al laboratorio ubicado en la ESPAM en el área de pecuaria para su correspondiente identificación.



**Foto 1.** Identificación de los macroinvertebrados.

La identificación de los macroinvertebrados se realizó con claves taxonómicas, de (Merritt, et al., 2008) láminas, impresas y fotos de los insectos capturados con la ayuda de estereoscopio de marca Rappaport. Para la valoración de la calidad del agua se utilizaron índice de BMWP (Biological Monitoring Working Party), índice de EPT (*Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichóptera*), índice de Shannon-weaver.

### Índice de Shannon–Weaver

$$H = - \sum p_i \ln p_i \quad [[1]]$$

#### Donde:

H= Índice de equidad

P<sub>i</sub>=Abundancia Relativa

### Riqueza específica o diversidad máxima Shanon-Weaver:

$$H_{max} = \ln \ln N \quad [[2]]$$

#### Donde:

H<sub>max</sub>=Riqueza específica o diversidad máxima

N= Número de especies

### Índice de equitatividad:

$$J = \frac{H}{H_{max}} \quad J = H/H_{max} \quad [3] \quad [3]$$

#### Donde:

J= Índice de Equitatividad

H= Índice de Equidad

H<sub>max</sub>=Riqueza específica o diversidad máxima

### Índice de biodiversidad de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln \ln N} \quad [[4]]$$

**Donde:**

D<sub>Mg</sub> = Riqueza de familias

S = Número de familias

N = Número de individuos totales

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación de macroinvertebrados presentes en la microcuenca alta del río Carrizal

Se recolectaron 697 individuos, que fueron identificados como pertenecientes a ocho órdenes de 18 familias (Tabla 27).

**Tabla 27.** Orden, familias, números individuos presentes en el río Severino.

<b>Orden</b>	<b>familia</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	58
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	14
<i>Megaloptera</i>	<i>Corydalidae</i>	28
<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	8
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	121
<i>Odonata</i>	<i>Lestidae</i>	31
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Caenidae</i>	52
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	3
<i>Diptera</i>	<i>Psychodidae</i>	238
<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae</i>	17
<i>Odonata</i>	<i>Gomphidae</i>	85
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	28
<i>Odonata</i>	<i>Calopterygidae</i>	2
<i>Díptera</i>	<i>Tipulidae</i>	6
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	3
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	1
<i>Odonata</i>	<i>Megapodagrionidae</i>	1
<i>Gastropodo</i>	<i>Thiaridae</i>	1
<b>Total de individuos</b>		<b>697</b>

En el caso de la familia Libellulidae, se encontraron 58 individuos, en los 5 monitoreos realizados a los tres transectos; en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 23 individuos pertenecientes a esta familia T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontraron 18 individuos y en T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontraron 17 individuos de esta especie, esto quiere decir que, esta familia tuvo mayor dominancia en el transecto uno (Tabla 28).

**Tabla 28.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Libellulidae.

<b>Transectos - Libellulidae</b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	4	2	1	7
<b>2</b>	5	1	2	8
<b>3</b>	2	3	2	7
<b>4</b>	3	1	1	5
<b>5</b>	9	11	11	31
<b>Total</b>	23	18	17	<b>58</b>

También se observó la presencia de la familia Coenagrionidae, con un total de 14 individuos en los tres transectos, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5), se encontró tres individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) no se observó la presencia de esta familia y en T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó la presencia de 11 individuos pertenecientes a esta familia (Tabla 29).

**Tabla 29.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Coenagrionidae.

<b>Transectos - Coenagrionidae</b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	0	0	2	2
<b>2</b>	0	0	0	0
<b>3</b>	2	0	4	6
<b>4</b>	0	0	1	1
<b>5</b>	1	0	4	5
<b>Total</b>	3	0	11	<b>14</b>

En la familia Corydalidae se observó un total de 28 individuos, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observaron 13 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 12 individuos y el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) 3 individuos, esta familia tuvo mayor presencia en el T1 y en el T3 fue donde menos se presentó esta familia (Tabla 30).

**Tabla 30.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Corydalidae.

<b>Transectos - <i>Corydalidae</i></b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	11	9	3	23
<b>2</b>	0	0	0	0
<b>3</b>	2	0	0	2
<b>4</b>	0	0	0	0
<b>5</b>	0	3	0	3
<b>Total</b>	13	12	3	<b>28</b>

Seguido, se notó la presencia de la familia *Ptilodactylidae*, con ocho individuos en total, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó dos individuos; en el transecto T2 (M1, M2, M3, M4, M5), se encontró cinco individuos y el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) mostró solo 1 individuo (Tabla 31).

**Tabla 31.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Ptilodactylidae.

<b>Transectos - <i>Ptilodactylidae</i></b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	1	0	0	1
<b>2</b>	0	3	0	3
<b>3</b>	0	1	0	1
<b>4</b>	0	1	0	1
<b>5</b>	1	0	1	2
<b>Total</b>	2	5	1	<b>8</b>

En la familia *Hydropsychidae*, presentándose 121 individuos en total en la cual se obtuvo los siguientes valores en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observaron 86 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 35 individuos y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) no se observó a esta familia. En la familia *Lestidae* se observó 31 individuos en los tres monitoreos, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 10 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) no se observó la presencia de esta familia, en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 21 individuos pertenecientes a esta familia, siendo este transecto el que presentó mayor número de esta familia (Tabla 32).

**Tabla 32.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia Lestidae.

<b>Transectos - <i>Lestidae</i></b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	1	0	3	4
<b>2</b>	3	0	4	7

<b>3</b>	1	0	1	2
<b>4</b>	0	0	6	6
<b>5</b>	5	0	7	12
<b>Total</b>	10	0	21	<b>31</b>

Seguido, la familia *Caenidae* reflejó un total de 52 individuos en la cual se observó en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) 36 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) 14 individuos y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) obteniéndose 2 individuos en el cual el transecto 1 tiene más individuos presentes en esta familia. También se observó a la familia *Leptophlebiidae*, con tres individuos, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó un individuo, en el T2 no estuvo presente y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontraron 2 individuos (Tabla 33).

**Tabla 33.** Cantidad de individuos presentes por monitoreos en los tres transectos de la familia *Leptophlebiidae*.

<b>Transectos – <i>Leptophlebiidae</i></b>				
<b>Monitoreos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	1	0	0	1
<b>2</b>	0	0	1	1
<b>3</b>	0	0	0	0
<b>4</b>	0	0	1	1
<b>5</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>	1	0	2	<b>3</b>

En la familia *Psychodidae*, con 238 individuos en total del T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 85 individuos seguido del T2 (M1, M2, M3, M4, M5) en el cual se observó 82 individuos y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 71 individuos perteneciente a esta familia en el transecto que más estuvo presente esta familia fue en el T1. En la familia *Psephenidae* con 17 individuos en total en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 11 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó la presencia de cinco individuos y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) 1 individuo, en el transecto donde hubo mayor presencia de esta familia es el T1. También se manifestó la familia *Gomphidae* con un total de 85 individuos dividido para los tres transectos en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 32 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 23 y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 30 individuos pertenecientes a esta familia y el transecto con mayor número de individuos fue el T1 (Tabla 34).

**Tabla 34.** Transecto con mayor abundancia de individuos en el río Severino.

<b>T1 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	<b>Cantidad de individuos</b>
<i>Libellulidae</i>	23
<i>Coenagrionidae</i>	3
<i>Corydalidae</i>	13
<i>Ptilodactylidae</i>	2
<i>Psychodidae</i>	85
<i>Hydropsychidae</i>	86
<i>Lestidae</i>	10
<i>Psephenidae</i>	11
<i>Gomphidae</i>	32
<i>Leptophlebiidae</i>	1
<i>Caenidae</i>	36
<i>Calopterygidae</i>	1
<b>Total de individuos</b>	<b>303</b>

Seguido se encontró la presencia de la familia *Elmidae*, con un total de 28 individuos, en el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) no se observó la presencia de esta familia, en la T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 9 individuos y en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 19 individuos siendo este el que tuvo mayor presencia de esta familia.

En el caso de las familias *tipulidae*, *Naucoridae* solo se observó seis y tres individuos en total respectivamente y por último se encontraron cuatro familias con número de abundancia *calopterygidae*, *Baetidae*, *megapodagrionidae*, *thiaridae*, *Cerithioidea*, con un individuo respectivamente, en las cuales solo se han encontrado en uno de los transectos. En el T1 (M1, M2, M3, M4, M5) se encontró 303 individuos en el que la familia que más abundancia tuvo fue la familia *hydropsychidae* con 86 individuos, en el T2 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 209 individuos con una dominancia de 82 individuos pertenecientes a la familia *Psychodidae*, en el T3 (M1, M2, M3, M4, M5) se observó 185 individuos en total, en la cual la familia con mayor número fue *Psychodidae* con 71 individuos, la familia que mayor abundancia tuvo fue la familia *Hydropsychidae* con 86 individuos. En el transecto con menor abundancia fue el T3 con 185 individuos (Tabla 35).

**Tabla 35.** Transecto con menor abundancia de individuos en el río Severino.

<b>T3 (M1,M2, M3,M4, M5 )</b>	<b>Cantidad de individuos</b>
<i>Lestidae</i>	21
<i>Caenidae</i>	2
<i>Coenagrionidae</i>	11
<i>Corydalidae</i>	3
<i>Leptophlebiidae</i>	2
<i>Psychodidae</i>	71
<i>Elmidae</i>	19
<i>Gomphidae</i>	30
<i>Megapodagrionidae</i>	1
<i>Psephenidae</i>	1
<i>Libellulidae</i>	17
<i>Ptilodactylidae</i>	1
<i>Tipulidae</i>	3
<i>Naucoridae</i>	3
<b>Total de individuos</b>	<b>185</b>

### **Valoración de la calidad del agua con base en los resultados por métodos estadísticos biológicos**

En el análisis de BMWP, el puntaje estuvo dentro del rango 89 hasta 100. EL análisis se realizó en los tres transectos, en el T1 su rango de valoración fue de 89, en el T2 con una valoración de 90, en el T3 con una valoración de 100, esto quiere decir que los transectos 1 y 2 pertenecen al grupo II porque ambos están en los rangos de 60-105 y su calidad de agua es buena y el T3 pertenece al grupo I (b) con un rango de 100-150 y su calidad de agua es muy buena, según este análisis la calidad es buena del río Severino (Tabla 36).

**Tabla 36.** Clasificación de la calidad del agua mediante el índice de BMWP de cada transecto con su respectivo monitoreo.

<b>Transectos</b>	<b>BMWP</b>	<b>Calidad del agua</b>
<b>T1 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	89	Buena calidad
<b>T2 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	90	Buena calidad
<b>T3 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	100	Muy buena calidad

En el análisis de EPT (*Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichóptera*) se encontró 177 individuos en seis monitoreos realizados en los tres transectos, pertenecientes a la orden *Trichóptera* o mosca de piedra, esta orden se encontró 191 individuos de la familia *Hydropsychidae*, también se observó a la familia *Caenidae*, con 16 individuos seguido de la



familia *Leptophlebiidae* con dos individuos, perteneciente a la orden Ephemeroptera en el caso de la orden *Plecóptera* no se encontró ninguna familia.

Para el transecto uno, se observó 123 familias pertenecientes a la orden *Trichóptera* y *Ephemeroptera* el cual dio un valor estimado de 40,59% esto quiere decir que la calidad del agua es buena, en el T2 se encontró 50 individuos pertenecientes a la orden *Trichóptera* y *Ephemeroptera*, el porcentaje estimado fue de 23,92; es decir que, la calidad del agua es mala y en el T3 se encontró cuatro individuos pertenecientes a las órdenes ya mencionadas

El valor de EPT en los tres transectos y los cinco monitoreos realizados fue de 25,39%, el cual está entre los rangos de 25-49%, esto nos indica que este porcentaje estima que la calidad del agua del río Severino es regular (Tabla 37).

**Tabla 37.** Análisis de EPT en los tres transectos.

Transectos	EPT	Calidad del agua
T1 (M1, M2, M3, M4, M5)	40,59%	Buena calidad
T2 (M1, M2, M3, M4, M5)	23,92%	Mala
T3 (M1, M2, M3, M4, M5)	2,16%	Mala

Según el índice de Margalef en los tres transectos los resultados estuvieron en los rangos de 2.3 2.2 y 2.5 el transecto que más riqueza de familia presentó fue el T3, para el Shannon-Weaver de diversidad máxima los rangos fueron T1=5.7, T2=5.3 y T3=5.20 y el que mayor diversidad presentó fue el T1.

El índice Shannon-Weaver los valores tienen los mismos rangos 1.9 en los tres transectos no hay variaciones y en el índice de equidad los valores están iguales, el que varía es el T1 con 0.3 y el T2, T3 tienen igualdad con 0.4. En análisis de los tres transectos se repiten los rangos de calidad del agua esto nos da como resultado que la calidad está en contaminación moderada. En análisis general también se repite el mismo valor el único que cambia es el índice de Simpson 5.3, pero no es mucho la variación y el DMG=2.59 y el valor de equidad máxima está en Hmax=6.59 y el J=0.27 (Tabla 38).

**Tabla 38.** Análisis de métodos estadísticos biológicos en los tres transectos.

Transectos	Índice	Resultados
T1 (M1, M2, M3, M4, M5)	DMG	2,3
	Hmax	5,7

	S	5,1
	H	1,9
	J	0,3
<b>T2 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	DMG	2,2
	Hmax	5,3
	S	4,7
	H	1,9
	J	0,4
<b>T3 (M1, M2, M3, M4, M5)</b>	DMG	2,5
	Hmax	5,2
	S	4,8
	H	1,9
	J	0,4

El T1 tiene la mayor población de macroinvertebrados a nivel de individuos y el de menor población es el T3 según Roldán y Ramírez, (2008) una comunidad natural se caracteriza por presentar una gran diversidad de especies y un bajo número de individuos por especies; y muchos individuos de la misma. Una comunidad bajo presión de contaminación se caracteriza por tener un bajo número de especies con un gran número de individuos por especies (Roldán y Ramírez, 2008) en el caso del T1 está rodeado principalmente de bosques primarios y secundarios los cuales protegen el agua del río y también la cantidad de materia orgánica presente, se convierte en la fuente de alimento de mayor disponibilidad lo que afecta positivamente a los organismos de este grupo, además la presencia de claros en las cobertura del dosel sobre el río permite el ingreso de radiación solar, la cual es que contribuye positivamente al crecimiento de algas que sirven como alimento para los macroinvertebrados.

En todas las estaciones que están cubiertas como descubiertas la proporción de organismos predadores se mantuvo relativamente constante, lo cual podría reflejar el buen estado en las comunidades de macroinvertebrados, al ser parte importante de la cadena alimenticia, controlando el tamaño poblacional de otros grupos de invertebrados acuáticos (Springer, 2008). En el caso del T3 está compuesto por bosques más secundarios que primarios, hay parte que contiene materia orgánica, pero sus riberas han sido utilizadas como transporte a otras comunidades y el punto de encuentro para que el ganado beba agua, como es un medio para pasar hacia otras comunidades se suele dejar los residuos sólidos y esto está afectando, provocando la disminución de la población de macroinvertebrado y la estructura de la comunidad que viven en ella (Domínguez y Fernández, 2009), cabe señalar que en este

transecto se encontró bajo número de EPT estas órdenes solo viven en aguas limpias, y tienden a disminuir conforme aumenta el grado de contaminación (Merritt, et al., 2008).

Por otro lado la diversidad del T1 tiene abundancia de familias y órdenes, esto se debe a que, esa parte del río está bastante ancha, lo que permite proporcionar un mayor tipo de microhábitat dentro del río para la existencias de un mayor número y variedad de macroinvertebrados, en este transecto la familia más abundante fue *Hydropsychidae* del orden *Trichóptera*, estos organismos son considerados indicadores de aguas oligotróficas ya que pueden resistir poca contaminación (Roldán y Ramírez, 2008), considerado buen indicador de calidad de agua, debido a la sensibilidad de dicho organismo ante la contaminación al igual que las órdenes *Ephemeroptera* y *Plecóptera* en el T2 también está presente, pero en menor número y, la familia que más *Psychodidae* que además son tolerantes a la contaminación pertenecen a la orden *Coleóptera*; y en el caso del T3 no hay presencia de esta orden, pero hay presencia de la orden *Ephemeroptera* en una mínima cantidad.

En el análisis de BMWP según la puntuación en su versión de una investigación adaptada en hondura el T1, T2, T3 presentan calidad de agua buena en general, pero en el análisis de EPT la calidad del agua solo hay igualdad en el primer transecto, ya que nos muestra dos órdenes importantes como *Ephemeroptera*, *Trichoptera* y la que es más abundante es la *Trichoptera*, esta orden es la que puede resistir poca contaminación seguidos de dos familias de la *Ephemeroptera*, estas son orden muy sensibles a la contaminación ya que sobreviven en una aguas limpias (Roldán y Ramírez, 2008), esto se debe a que existen hojas, palos y el lugar es idóneo para que sobrevivan este tipo de orden es rico en materia orgánica que ayuda en la alimentación de estos organismos.

El segundo y tercer transecto muestran variaciones que indican que la calidad de aguas mala, en el T2 presenta Orden *Ephemeroptera*, *Trichóptera*, esto en menor cantidad y por último en el T3 solo se presentó la orden *Ephemeroptera*, dos familias cada una con dos individuos, lo cual posiblemente se debe a que el segundo transecto es usado para transportarse a otras comunidades y porque es donde llega la escorrentía debido a las pendientes, porque en la parte de arriba se practica la agricultura y los desechos de la misma están bajando hasta el río y el tercero también es utilizado como vía de transporte de ganado

y transporte de mulares que cargan agua y también porque en este transecto está la estación ribereña que está compuesta por diversos proteros, según Corbacho, et al., (2003) mencionan la importancia de los bosques ribereños como área de amortiguamiento tras los impactos que generan la agricultura y ganadería sobre la calidad del agua (Baptista, et al., 2006) también juega un papel importante porque ayuda a retrasar los sedimentos y otros contaminantes que pueda traer consigo los suelos de cultivos o descubiertos y proteger el agua de los ríos sobre la calidad de agua en la cuenca y la estabilización del suelo de las quebradas o ríos.

Además, es importante porque retrasa y reduce la escorrentía superficial, utilizar el exceso de nutrientes, atrapar los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos y proteger los cuerpos de agua. También Jorcín y Nogueira (2008) menciona que la remoción de la vegetación ribereña causa cambios drásticos en el flujo natural de la materia y la energía, modificaciones en el ciclo de nutrientes, y la disponibilidad de sustratos orgánicos. Así mismo, los cambios en el uso del suelo hacen que los recursos hídricos sufran degradación de la calidad a través de la contaminación agroquímica, incremento de la carga orgánica y aumento de la sedimentación (Goitia y Bustamante, 2009).

Es de mencionar que, el análisis realizado en general de EPT nos da como resultado que el río tiene una calidad del agua regular y que en ninguno de los tres transectos apareció el orden *Plecóptera*, esto se debe a que este sobrevive en agua muy limpia y oxigenada.

En el caso de la utilización del índice Shanon-Wiever para determinar la calidad del agua nos dio como resultado una contaminación moderada, esto se debe a los factores mencionados que están perturbando las especies existentes en el río Severino porque tanto el índice de Margalef y Simpson nos muestra que no hay mucha riqueza y diversidad de familia, la orden que más dominancia tiene es la orden Díptera con familia *Psychodidae* y este tipo de especie solo sobreviven en lugares contaminados y es así que el agua está siendo perturbada por el hombre están invadiendo el río Severino.

## CONCLUSIONES

En los seis monitoreos realizados en cada uno de los tres transectos se recolectaron 697 individuos, mismos que fueron identificados como pertenecientes a ocho órdenes, 18

familias, en el cual el transecto con mayor cantidad fue el T1 con 303 individuos y el de menor abundancia fue T3 con 185 individuos.

En el análisis biológico estadístico los resultados fueron variados, en los índices establecidos, en el índice de BMWP en los tres transecto, la calidad del agua es buena, en el índice de EPT se presentó variaciones, en el transecto uno la calidad del agua es buena, en el transecto dos la calidad del agua es mala al igual que en el transecto tres en el índice de Shannon Wierver los resultados son similares en los tres transectos y no hubo variaciones por lo que resulta una calidad de agua regular.

## 2.6. CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL MEDIANTE LA PONDERACIÓN DE SUS PARÁMETROS AMBIENTALES

*Margarita Delgado Demera*

### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la calidad ambiental de la microcuenca del río Carrizal mediante la ponderación de sus parámetros ambientales, tomando como punto de partida el sistema Battelle el cual considera cuatro parámetros ambientales los cuales son ecología, contaminación, aspecto estético y de interés humano, los mismos que fueron modificados por el tipo del uso de suelo que se encontró en las zonas de estudio. Los resultados encontrados expresan que la zona alta (Azucena, Ají y Solano) presenta una calidad ambiental mayor a las otras zonas debido a la poca actividad antropogénica. La zona (Balsa en Medio) presenta solo un leve desequilibrio ambiental debido al indiscriminado uso de agroquímicos habitado en los cultivos. La zona baja (Julián y Severino) es donde se presentó en un grado de impacto negativo considerable en la contaminación de aire y contaminación de suelo. Se identificó cuatro categorías ambientales que se ramificaron en 14 componentes ambientales y estos a su vez en 43 parámetros ambientales, resultado de análisis de información secundaria, aplicación de instrumentos como fichas, entrevistas encuestas y el criterio personal de la investigadora, adquiridos en las repetidas visitas de campo en las de la microcuenca del río Carrizal.

**Palabras clave:** Microcuenca, ecología, contaminación, socioeconómico, paisajismo, uso de suelo.

### INTRODUCCIÓN

La calidad ambiental representa por definición las características cualitativas y cuantitativas, inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de este para satisfacer las necesidades del hombre y de los ecosistemas (Cartay, 2004).

En la actualidad existen diferentes técnicas y métodos para determinar los impactos ambientales en los estudios de calidad ambiental, uno de los más sobresalientes por su eficiencia es el método Battelle – Columbus, que consiste en un esquema ramificado, que

contiene 78 parámetros ambientales, representativos de cada uno de los aspectos del medio y del impacto ambiental de las acciones de un proyecto determinado. Estos parámetros se ordenan según 18 componentes ambientales, agrupados en cuatro categorías: ecología, contaminación, calidad visual y aspectos socioeconómicos (Abellán y Del Cerro, s.f.). La aplicación en estudios de microcuenca permite la valoración de los niveles de deterioro que poseen estos ecosistemas, a partir de su fragilidad.

En la provincia de Manabí se encuentra la microcuenca del río Carrizal un sistema hídrico importante que abastece a la cuenca de Chone, es una fuente nata de belleza natural con una buena fertilidad, con una explotación moderada con fauna y flora típicas de la zona y con un gran potencial turístico, empleada en la dotación de agua potable para el consumo humano además satisface la demanda de riego en verano en donde existen zonas de aguas superficiales que tienen limitaciones para uso en agricultura y para el consumo humano, donde el principal problema se enfoca en la contaminación microbiana.

La investigación tiene como propósito, determinar la calidad ambiental de la microcuenca desde el punto de vista ecológico, paisajístico, socioeconómico, así como el nivel de contaminación presente en la misma.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se realizó en tres sectores de la microcuenca del río Carrizal, zona alta (Solano, El Ají, Azucena Arriba), zona media (Balsa En Medio), zona baja (Julián y Severino), estos sectores se encuentran en la provincia de Manabí, en los cantones Pichincha y Bolívar respectivamente. Considerando la estructura del método Battelle-Columbus, se procedió al análisis de las cuatro categorías siguientes: categoría ecológica, categoría de contaminación ambiental, categoría de interés humano y categoría de aspecto estético. Se aplicó los métodos bibliográficos, inductivo-deductivo, con las técnicas de observación, fichaje, entrevista, encuesta, foro y herramienta del sistema de información geográfica (SIG). Unas de las principales fuentes de información utilizadas para este proyecto fueron los resultados de investigaciones del proyecto institucional Planificación Participativa de la microcuenca del río Carrizal, se encontraron resultados como, biodiversidad arbórea y arbustiva, disponibilidad de capitales y estrategias de vida. Otras fuentes de información

utilizadas fueron las consultas a expertos sobre las temáticas de cuencas, biodiversidad, SIG, calidad de ambientes y técnicas de análisis de impacto ambiental; otra fuente secundaria, fueron los diferentes mapas temáticos de usos de suelo, aptitudes agrícolas, geomorfología, vegetación natural, vegetación remanente, isoyetas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación determinó la calidad ambiental de la microcuenca del río Carrizal mediante la ponderación de sus parámetros ambientales, tomando como punto de partida el Sistema Battelle, que considera cuatro parámetros ambientales, como ecología, contaminación, aspecto estético y de interés humano, los mismos que fueron modificados por el tipo del uso de suelo que se encontró en las zonas de estudio.

Se estableció la matriz de parámetros ambientales (Cuadro 6), lo que permitió que se identifiquen cuatro categorías (ecología, contaminación ambiental, interés humano y aspecto estéticos) las cuales se ramificaron a 14 componentes ambientales (2 ecológicos, 3 de contaminación, 4 de interés humano y 5 de aspecto estéticos) y estos a su vez en 43 parámetros ambientales, respectivamente.

**Cuadro 6.** Matriz de categorías, componentes y parámetros.

<b>ECOLOGÍA</b>	<b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>INTERÉS HUMANO</b>	<b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>
<b>FLORA</b>	<b>AGUA</b>	<b>EDUCACIÓN</b>	<b>SUELO</b>
<i>Bosques Primarios</i>	<i>Coliformes Totales</i>	<i>Existencia</i>	<i>Relieve</i>
<i>Bosques Secundarios</i>	<i>Carbono Inorgánico</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Desechos Superficiales</i>
<i>Bosques Remanente</i>	<i>Nitrógeno Inorgánico</i>	<b>SALUD</b>	<b>AIRE</b>
<i>Pastizales</i>	<i>Fosforo Inorgánico</i>	<i>Existencia</i>	<i>Olor y Visibilidad</i>
<i>Cultivo. C. Corto</i>	<i>Fitosanitarios</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Sonidos</i>
<i>Cultivo. C. Permanente</i>	<i>Ph</i>	<b>CULTURA</b>	<b>AGUA</b>
<b>FAUNA</b>	<i>Temperatura</i>	<i>Saberes-costumbres</i>	<i>Presencia</i>
<i>Silvestres</i>	<b>SUELO</b>	<i>Conocimiento ambiental</i>	<i>Olor y Materiales Flotantes</i>



<i>Domésticos</i>	<i>Erosión</i>	<i>Tecnologías</i>	<b>BIOTA</b>
<i>Ganado</i>	<i>Usos</i>	<i>Organización</i>	<i>Presencia de Animales</i>
	<i>Fitosanitarios</i>	<i>Etnias</i>	<i>Diversidad de Plantas</i>
	<b>AIRE</b>	<b>ECONOMÍA</b>	<b>ELEMENTO SINGULAR</b>
	<i>Ruido</i>	<i>Empleo</i>	<i>Artesanías</i>
		<i>Infraestructura</i>	<i>Turismo</i>
		<i>Productividad</i>	
		<i>Tendencia</i>	

Los resultados encontrados demostraron que, la zona alta (Azucena, Ají y Solano) presenta una calidad ambiental mayor a las otras zonas debido a la poca actividad antropogénica. La zona media (Balsa en Medio) presenta solo un leve desequilibrio ambiental debido al indiscriminado uso de agroquímicos usados en los cultivos. La zona baja (Julián y Severino) es donde se presentó un grado de impacto negativo considerable en la contaminación de aire y contaminación de suelo. Se identificó cuatro categorías ambientales que se ramificaron en 14 componentes ambientales y estos a su vez, en 43 parámetros ambientales, resultado del análisis de información secundaria, como fichas, entrevistas encuestas y el criterio personal de los investigadores adquiridos en las repetidas visitas de campo a la microcuenca del río Carrizal (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Potenciación de los parámetros identificados.

<b>ECOLOGÍA (475)</b>		<b>CONTAMINACIÓN (200)</b>		<b>INTERÉS HUMANO (200)</b>		<b>ASPECTOS ESTÉTICOS (125)</b>	
<b>FLORA (245)</b>		<b>AGUA (100)</b>		<b>EDUCACIÓN (50)</b>		<b>SUELO (10)</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>
Bosques Primarios (30)	15	Coliformes Totales (25)	14	Existencia (25)	21	Relieve (5)	3
Bosques Secundarios (48)	35	Carbono Inorgánico (10)	7	Eficiencia (25)	13	Desechos Superficiales (5)	4
Bosques Remanente (32)	25	Nitrógeno Inorgánico (10)	6	<b>SALUD (50)</b>		<b>AIRE (15)</b>	
Pastizales (45)	35	Fósforo Inorgánico (10)	6	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>
Cultivo. C. Corto (45)	40	Fitosanitarios (25)	15	Existencia (25)	19	Olor y Visibilidad (5)	5
Cultivo. C. Permanente (45)	35	pH (10)	6	Eficiencia (25)	18	Sonidos (10)	9
<b>FAUNA (230)</b>		Temperatura (10)	7	<b>CULTURA (50)</b>		<b>AGUA (45)</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>SUELO (75)</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>
Silvestres (110)	90	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	Saberes-costumbres (10)	9	Presencia (25)	23
Domésticos (50)	45	Erosión (10)	6	Conocimiento ambiental (10)	2	Olor y Materiales Flotantes (20)	15
Ganado (70)	60	Usos (25)	19	Tecnologías (10)	2	<b>BIOTA (45)</b>	
		Fitosanitarios (35)	16	Organización (10)	8	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>
		<b>AIRE</b>		Etnias (10)	9	Presencia de Animales (23)	19
		<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>ECONOMÍA (50)</b>		Diversidad de Plantas (22)	16
		Ruido (25)	13	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>	<b>ELEMENTO SINGULAR (10)</b>	
				Empleo (13)	10	<b>Parámetro</b>	<b>Calificación</b>
				Infraestructura (12)	6	Artesanías (5)	2
				Productividad (13)	9	Turismo (5)	1
				Tendencia (12)	8		

## CONCLUSIONES

Se identificó cuatro categorías: ecología, contaminación ambiental, interés humano y aspecto estéticos las cuales se ramificaron a 14 componentes ambientales (2 ecológicos, 3 de contaminación, 4 de interés humano y 5 de aspecto estéticos) y estos a su vez en 43 parámetros ambientales.

La zona alta (Azucena, Ají y Solano) presenta una calidad ambiental mayor a las otras zonas ya que los suelos son intervenidos con mucha responsabilidad por los moradores, por tanto, no presenta un desequilibrio ambiental. La zona media (Balsa en Medio) presenta solo un leve desequilibrio ambiental, aunque en esta existe una fauna y flora mayor que en la zona baja, su desequilibrio se debe al indiscriminado uso de agroquímicos usados en los cultivos y reduciendo el hábitat (flora natural) que cuentan la fauna en esta zona. En la zona baja (Julián y Severino) es donde se presentó un grado de impacto negativo considerable en la contaminación de aire y contaminación de suelo, debido a que los agricultores están preparando los terrenos para realizar sus cultivos de ciclo corto para esto cortan los árboles, queman pastizales, etc., es de señalar que, los moradores desechan sus residuos sólidos al río o a sus riberas.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abellán, M., y Del Cerro, A. (s.f.). *Sistema Battelle*. [Formato PDF]. [www.uclm.es/abeducacionensayos/pdfrevista\\_88\\_17.pdf](http://www.uclm.es/abeducacionensayos/pdfrevista_88_17.pdf)
- Alwyn, H. (1996). *A FIELD GUIDE; To The families and genero of; Woody Plans of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú)*. Prensa de la Universidad de Chicago.
- Anwar, M., Muhuddin, R., Liu, D., Macadam, I. y Kelly, G. (2012). Adapting agriculture to climate change: a review. *Australia. Theor Appl Climatol*, 113(1-2), 225- 245. DOI:10.1007/s 00704-012-0780-1.
- Añazco, M., Lojan, L. y Yaguache, R. (2004). *Productos forestales no madereros en el Ecuador (PFNM): una aproximación a su diversidad y usos*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Arango, M., Álvarez, I., Arango, G., Torres, O. y Monsalve, A. (2008). Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda'. Antioquia, COL. *Revista EIA Escuela de Ingeniería de Antioquia*, (9), 121-141.
- Arthington, A., Naiman, M., McClain, M. y Nilsson, C. (2010). Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Revista Freshwater Biol*, 55, 1-16.
- Asián R., Cano A. y Rodríguez, V. (2004). Un algoritmo de cálculo para los desplazamientos en las encuestas cara a cara. *Metodología de Encuestas*. 6(1), 89-94.
- Baptista, D., Buss, D., Egler, M., Giovanelli, A., Silveira, M. y Nessimian, J. (2006). A multimetric index base don benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest Streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Hydrobiologia*, 575, 83-94.
- Benavides, J. (1994). *Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/455/Arboles\\_y\\_arbustos\\_forrajeros\\_en\\_America\\_Central.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/455/Arboles_y_arbustos_forrajeros_en_America_Central.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Benbi, D. (2013). Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Soils: Sources and Mitigation Potential. India. *Journal of Crop Improvement*, 27(26), 752 – 772. DOI:10.1080/15427528.2013.845054
- Cáceres, L. y Núñez, A. (2011). Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático [Archivo PDF] <https://www.dropbox.com/sh/55ru5lfyim2wjjc/Org7zvIY1r/3.%20BIBLIOGRAFIA%20RECOMENDADA/1.%20DOCUMENTOS%20NACIONALES/Comunicaci%C3%B3n%20Nacional%20sobre%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20%28Segunda%29.pdf>
- Camero, A. (1996). *Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico*. Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas

silvopastoriles 1995-1996: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva. Cali, Colombia.

Cano, L. (2010). *Estudio comparativo de índice de calidad de agua* [Archivo PDF].

Cárdenas, J. 2003. La calidad de las aguas ambientales [Archivo PDF].

Carrión, B. y Pazmiño, R. (2000). *Resultados del sondeo rural rápido de los sectores: Gramal, La Pavita, Membrillo* [Archivo PDF].

Cartay, B. (2004). *Consideraciones en torno a los conceptos de calidad de vida y calidad ambiental*. [Formato PDF].  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/20587/2/articulo3.pdf>

Cedeño, G. (2012). *Bienvenidos al cantón Bolívar*. [www.cantonbolivar.blogspot.com](http://www.cantonbolivar.blogspot.com).

Censo Nacional Agropecuario (INEC-MAG-SICA). (2000). *Resultados Provinciales y cantonales. Manabí*. [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)

Consejo Provincial de Manabí. (2005). *Línea base de Manabí para programa forestal para generar empleo y mejoramiento socioeconómico en la provincia de Manabí*. Consultora SDS Sustainable Development Services, Doc. Interno circulación restringida.

Consejo Provincial de Manabí. (2005). *Línea base de Manabí para programa forestal para generar empleo y mejoramiento socioeconómico en la provincia de Manabí*. Informe N 1. Consultora SDS Sustainable Development Services. Doc. Interno circulación restringida.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1994). *Materiales para la formación práctica y talleres del Grupo Consultivo de expertos sobre las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención*, ALEM, [http://unfccc.int/resource/cd\\_roms/na1/start.htm](http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/start.htm)

Cooper, M., Boston, J. y Bright, J. (2012). Policy challenges for livestock emissions abatement: lessons from New Zealand. *Climate policy*, 13(1), 110–133. DOI:10.1080/14693062.2012.699786.

Corbacho, C., Sánchez, J. y Costillo, E. (2003). Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agriculture landscapes of a mediterranean area. *Revista Agriculture ecosystems and environment*, 95, (2-3), 495-507.

Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí. (2007). *Informe de la situación de las cabeceras de las cuencas de los ríos Chone (Membrillo, Severino) y Portoviejo (Pata de pájaro, Mineral)*. Implementación de la primera etapa del Plan Integral de Gestión Socio Ambiental (PIGSA) del sistema de trasvases Manabí, (Doc. interno de circulación restringida).

- Cruz, E. (2007). *Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el Bienestar de los productores ganaderos para la implementación de sistemas silvopastoriles en Copán-Honduras*. [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza].
- Cruz, E. (2007). *Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el Bienestar de los productores ganaderos para la Implementación de sistemas silvopastoriles en Copán-Honduras*. [Tesis Mag. Sc, Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza].
- Cruz, E. y Chamorro, F. (2009). *Biodiversidad arbórea y arbustiva en la microcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre*. Informe Anual SANREM CRSP. Quito-Ecuador.
- Cruz, E. y Chamorro, F. (2009). *Biodiversidad Arbórea y Arbustiva en la Microcuenca del río Chimbo: Microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre*. Informe Anual SANREM CRSP. Quito-Ecuador.
- De la Torre, L., Navarrete, P., Muriel, M., Macía, M. y Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador*. [Archivo PDF].
- De Rham, P. y Van D. (2005). *Bosque Nativo en el Mundo Campesino Andino. Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos – PROBONA, COSUDE INTERCOOPERATION*. Activa Digital.
- Debarba, L. (1997). *Instituto Agrônômico - IAC; Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais; Desenvolvimento de sistemas* [Archivo PDF]. [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid).
- Del Pino, J. y Mera, E. (2012). *Biodiversidad Arbórea y Arbustiva en Zonas de Recarga Hídrica en la Microcuenca del río Carrizal*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”].
- Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Revista Actual Biol*, 20, 137-147.
- Dos santos, B. y Tapia, R. (2010). *Calidad y tratabilidad de aguas provenientes de ríos llanuras y embalses eutrofizados carrizal Chone la Esperanza* [Tesis de grado, Escuela Politécnica del Ejército].
- Dourojeanni. (2000). *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable* [Archivo PDF]. [manualeswww.cepal.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lcl1777-p-e.pdf](http://manualeswww.cepal.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lcl1777-p-e.pdf)
- Dudgeon, D. 2007. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Revista Biol. Camb. Philos*, 81(2), 163-182.
- El Diario. (2009). Ríos contaminados en Manabí.

- Everett, B. (1993). *Cluster Analysis*. New York: Edward Arnold A Division of Hodder& Stoughton.
- Fedorov B., Moiseev, B. y Sinyak Y. (2011). Absorption Capacity of Russia's Forests and Carbon Dioxide Emissions of Fuel and Energy Systems. *Studies on Russian economic development*, 22(3), 319–330. DOI: 10.1134/S107570071103004X.
- Feinsinger, P. y Ventosa, I. (2003). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN.
- Fernández, N. (2005). *Índice de calidad de Agua (ICA) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial*. Universidad Pamplona.
- Flora, C. (2005). Los grandes retos para el desarrollo de una agricultura alternativa. (8 jun 2007). *Epik*
- Flora, C., Emery, M., Fey, S. y Bregendahl., C. (2004). *Community Capitals: A Tool for Evaluating Strategic Interventions and Projects* [Archivo PDF]. <http://www.ncrcrd.iastate.edu/projects/commcap/7-capitalshandout.pdf> .
- GEO Ecuador. (2008). *Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico del Ecuador (ECORAE)*. El Informe del Estado y Perspectiva del Ambiente, <https://www.flacso.org.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=41444>.
- Goitia, E. y Bustamante, M. (2009). Patrones espaciales de los macroinvertebrados bentónicos en la región de Yungas de Cochabamba (Bolivia). *Revista Bol. Ecol*, 26, 25-43.
- Gómez, H. (2006). Sistemas de Información Geográfica, Uso, Técnicas y Múltiples Aplicaciones. *Geoenseñanza*, 11(1), 3-4.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (1997). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada 1996* [Archivo PDF].
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2005). *Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*. [Archivo PDF]. <http://www.ipcc.ch>
- Han, J., Ahn, Y., Lee, J. y Lee, I. (2012). Optimal strategy for carbon capture and storage infrastructure: a review. *Korean journal chemical engineering*, 29(8), 975 – 984. DOI: 10.1007/s11814-012-0083-3
- Horton, R. (1965). *Índice de Calidad del agua* [Archivo PDF].
- Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). *Proyecto: Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, 1:25000. Memoria técnica – Cantón Bolívar*. [Archivo PDF]. [http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/?page\\_id=313](http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/?page_id=313)



- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Compendio Estadístico Regional 2010*. Dirección Regional del Litoral.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *Sistema integrado de consultas*. Principal combustible o energía para cocinar, <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.in>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. y Organización Internacional de las Maderas Tropicales. (1996). *Manual de Identificación de Especies Forestales de la sub región Andina* [Archivo PDF].
- Jia, J., Li, B., Chen, Z., Xie, Z. y Xiong, Z. (2012). Effects of biochar application on vegetable production and emissions of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>. *Soil science and plant nutrition*, 58(4), 503-509. DOI: 10.1080/00380768.2012.686436.
- Jiménez, F. y Muschler, R. (2001). *Introducción a la agroforestería*. In *Funciones y aplicaciones de Sistemas agroforestales*. CATIE.
- Jorcin, A. y Nogueira, M. (2008). Benthic macroinvertebrates in the paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). *Revista Brazilian journal of biology*, 68(4), 1013-1024
- Jorgensen, V. y León, V. (2000). Catálogo de especies vasculares en Ecuador. *Missouri Botanical*
- Kim, J y Choi, J. (2014). Estimation of carbon capture and storage transport cost in Korea, *Geosystem engineering*, 17(1), 43-50. DOI: 10.1080/12269328.2014.895075
- Kochhann, R. (1996). *Conservation of natural resources for sustainable Agriculture. What you should know about. Soil fertility Principles of soil management Soil basics* [Archivo PDF].
- Kros, J., De Vries, W., Reinds, G., Lesschen, J. y Velthof, G. (2010). Assessment of the impact of various mitigation options on nitrous oxide emissions caused by the agricultural sector in Europe. *Journal of integrative environmental sciences*, 7, 223-234. DOI: 10.1080/19438151003621342
- Lara, V. y Zambrano, D. (2007). *Estudio de captación, distribución y suministro de agua para consumo humano en las comunas "La Pavita, Julián y La Pita", parroquia Quiroga, cantón Bolívar, provincia de Manabí*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Manabí].
- Li, Y., Lin, E. y Winiwarter, W. (2010). Modeling current and future N<sub>2</sub>O emissions from agriculture in China and the effect of nitrification inhibitors. *Journal of integrative environmental sciences*, 7(1), 301-308. DOI:10.1080/1943 81510036 21458
- López, R. (2002). *Degradación de suelo, causas, procesos evaluación e investigación*. CIDIAT.
- Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Conciencias Pecuarias* 16(1), 11-18.

- Meinzen, R., Adato, M., Haddad, L. y Hazell, P. (2004). *Science and Poverty: An Interdisciplinary Assessment of the Impact of Agricultural Research*. Washington D.C International FoodPolicyResearchInstitute.
- Merritt, R., Cummins, K. y Martin, B. (2008). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Wetland Science & Practice.
- Mesías, W. y Zambrano, R. (2013). *Levantamiento de línea base de los indicadores de calidad del suelo según su uso en la micro cuenca Membrillo, Calceta*. [Tesis].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2012). *Proceso de direccionamiento estratégico. Consolidado estadístico agropecuario* [Archivo PDF].
- Molina E. (1999). Acidez y Encalado de los Suelos. [Archivo PDF].
- Moreno J. (1996). *Base de Datos Climáticos Mensuales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología Sevilla*. [Archivo PDF], <http://leu.irnase.csic.es/microlei/manual1/cdbm/cdbm0.htm>.
- Moulton, T. y Wantzen, K. (2006). Conservation of tropical streams special questions or conventional paradigms *Aquat. Revista Conserv*, 16, 659-663.
- Negrón, P., Séguin, A., y Apparicio, P. (2007). *Manual de Lectura y Elaboración de Mapas*. [Archivo PDF]. [http://mgsu.ucs.inrs.ca/PDF/Manual\\_mapas.pdf](http://mgsu.ucs.inrs.ca/PDF/Manual_mapas.pdf)
- Nieves, G., Rosas, R. y Hornedo, M. (2010). *Biodiversidad de insectos acuáticos asociados a la cuenca del río Grande de Manatí*. [Archivo PDF]. <http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/saux/secretaria-auxiliar-de-planificacion-integral-planagua/proyecto-rios-patrimoniales-estudio-de-biodiversidad-de-insectos-acuaticos.pdf>.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. [Archivo PDF].
- Pacheco, B. (s.f.). *Fertilidad del Suelo Medidas de Conservación para Suelos Potencialmente Erosionables* [Archivo PDF].
- Prat, N., B. Ríos, R. Acosta y M. Rieradevall. (2009). *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas* [Archivo PDF].
- Ramírez, A., Pringle, C. y Wantzen, K. (2008). *Tropical river conservation* [Archivo PDF].
- Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraipappah, A., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R., McMichael, T., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R., Zakri, A., Zhao, S., Ash, N., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M., Raudsepp, C., Simons, H., Thonell, J. y Zurek, M. (2005). *Ecosystems and human well – being. Millennium Ecosystem assessment*. Editorial Board Chairs.

- Rodríguez, J., Guevara, M. y Santana M. (2005). *Propuesta de un plan de medidas para la restauración del bosque natural de la estación forestal experimental "Guisa", a partir del diagnóstico inicial*. [Archivo PDF]. <http://www.dama.gov.com>
- Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Román, M. (2001). Evaluación de cinco especies Arbóreas Nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. [Tesis de Doctorado, Universidad de Colima].
- Rosenberg, D., King, R. y Resh, V. (2008). *Use of aquatic insects in biomonitoring* [Archivo PDF].
- Rucks L., y García. F. (2004). *Propiedades físicas del suelo* [Archivo PDF].
- Sánchez, A., García, R. y Palma, A. (2003). *La Cuenca Hidrográfica: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sánchez, A., García, R., y Palma, A. (2003). La Cuenca Hidrográfica: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. *En S. d. Recursos Naturales, Alternativas productivas (1)*, 1-49.
- Shannon, C. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Sharma, S., Pandey, D. y Agrawal, M. (2014). Changing land uses and greenhouse gas emissions: a case study of an ancient city in India. *Greenhouse Gas Measurement & Management*, (4)1, 49–58.
- Shimizu, M., Hatano, R., Arita, T., Kouda, Y., Mori, A., Matsuura, S., Niimi, M., Jin, T., Desyatkin, A., Kawamura, O., Hojito, M. y Miyata, A. (2013). The effect of fertilizer and manure application on CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from managed grasslands in Japan. *Soil science and plant nutrition*, 59(1), 69-86. DOI: 10.1080/00380768.2012.733926.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. y un acercamiento a los próximos 10 años*. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*. [Archivo PDF]. [http://draft.valorandonaturaleza.org/documents/files/patrones\\_y\\_factores\\_de\\_deforestacin\\_en\\_el\\_ecuador\\_continental\\_1990\\_\\_2010.pdf](http://draft.valorandonaturaleza.org/documents/files/patrones_y_factores_de_deforestacin_en_el_ecuador_continental_1990__2010.pdf)
- Simpson, E. (1949). *Measurement of diversity*. Nature 163:688.
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. (2010). *Informe social del año 2010*. Secretaría Técnica del Frente Social y la Unidad de Información y Análisis. Quito-Ecuador.
- Springer, M. (2008). Aquatic insect diversity of Costa Rica: state of knowledge. *Revista Biol. Trop*, 56, 273-295.

- Standard Methods. (2005). *For the examination of water and wastewater* [Archivo PDF].
- Torres, P., Cruz, C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de aguas en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94.
- Varela, M. (2007). *Efectos de los Incendios Forestales en la Degradación Física de los Suelos de Galicia* Universidad de Vigo Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo Facultad de Biología [Archivo PDF].
- Vázquez, Y., Batís, C., Muñoz, M., Silva, A., Díaz, G. y Sánchez, C. (1999). *Árboles y Arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración Ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad-Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. En: <http://conabio.gob.mx>.
- Villarreal, E. (2016). Externalidades del capital humano en México. *Revista El trimestre económico*, (4)332, 747-788.
- Von, A. (2013). *Tesis Contenidos de materia orgánica y condición física de un Ka -ndiudult de Misiones bajo diferentes sistemas de preparación del terreno forestal y bosque nativo*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Misiones].
- World Vision. (2004). Manual de Manejo de Cuencas. [Archivo PDF]. <https://www.hidrosm.com/2018/05/manual-de-manejo-de-cuencas-world-vision.html>
- Yang, S., Peng, S., Hou, H. y Xu, J. (2014). Controlled irrigation and drainage of a rice paddy field reduced global warming potential of its gas emissions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(2), 151–161. DOI: 10.1080/03650340.2013.772687
- Yerena, J., Jiménez, J., Aguirre, O. y Treviño, E. (2012). Contenido de carbono total en los componentes de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferente uso, en el matorral espinoso. *Revista Bosques (Valdivia)*, 33(2), 145-152.
- Zambrano, E. y Zambrano, M. (2013). *Disponibilidad de Capitales y Estrategias de Vida de las Familias de la Microcuenca del Río Carrizal con Enfoque de Equidad Social y Ambiental*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Manabí “Manuel Félix López”].
- Zulfiqar, H. (2012). Greenhouse gas inventory at an institution level: a case study of Massey University, New Zealand. *Greenhouse gas measurement and management*, 2(4), 178-185. DOI: 10.1080/20430779.2012.760157.



## BIOGRAFÍA

### **FLOR MARIA CÁRDENAS GUILLEN**

Ingeniera Agrónoma, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador, en 1979. Master en Ciencias de la Agronomía, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico, en 1992. Magister en Género, Equidad y Desarrollo Sostenible, Universidad Técnica de Ambato (UTA), Sede Universidad Central del Ecuador, en el 2005. Ex-Investigadora agropecuaria y social del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en diferentes estaciones experimentales (Portoviejo, Santo Domingo y Santa Catalina) desde 1979 a 2010. Autora y coautora de varias publicaciones con énfasis en yuca, camote, género e investigación participativa. Fue parte del equipo de investigación y desarrollo de dos variedades de yuca para la industria y consumo en fresco Portoviejo - INIAP 650 - 651 y de la variedad de camote INIAP-Toquecita.

Actualmente es docente-investigadora invitada de la Carrera de Ingeniería Ambiental, en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Tutora de varias tesis de pregrado y postgrado. Ha participado como directora e investigadora en proyectos de I+D+i. Ponente en seminarios, congresos, talleres, cursos y conferencias nacionales e internacionales.



### **GLORIA ANNABELL COBEÑA RUIZ**

Ingeniera Agrónoma, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador, en 1989. Magister en Fitotecnia de la Universidad Federal de Viçosa –Brasil (2000-2003). Ingresa a la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en 1990, como investigadora agropecuaria del Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. Posteriormente, responsable del Laboratorio de Bromatología y Calidad. Fue parte del equipo de investigadores que desarrolló tres variedades de yuca para la industria y consumo en fresco Portoviejo - INIAP 650 – 651 -652 y de la variedad de camote INIAP-Toquecita. Co-directora y directora del Programa Yuca-Camote de los convenios nacionales INIAP-SENACYT. Ha participado en 14 proyectos de investigación nacionales e internacionales, en alianza con centros internacionales como el CIID-Canadá, CIAT-Colombia, CIP-Perú, IICA-Costa Rica, KOPIA-Corea Ecuador Center y organismos financiadores como FUNDAGRO, PROTECA, PROMSA, PESAE-FAO, SENESCYT, AECID-España, entre otros.

Actualmente es investigadora acreditada y categorizada por la SENESCYT y responsable de las investigaciones en yuca y camote. Autora y coautora de más de 35 publicaciones científicas, técnicas y divulgativas, enfocadas al proceso productivo, industrial y nutricional de la yuca y el camote.





### **ANA MARÍA AVEIGA ORTÍZ**

Química Farmacéutica, Universidad de Guayaquil (UG), Guayaquil, Ecuador, en 2002. Magister en Procesos Agroindustriales, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), Calceta, Ecuador, en 2011. Doctora en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, en 2021. Posee 22 años de experiencia laboral, en la actualidad cumple las funciones de Coordinadora General Académica de la ESPAM MFL, Docente Principal 1 e Investigadora en la Carrera de Ingeniería Ambiental, de la cual fue directora desde el 2015 hasta el 2019.

Registro SENESCYT como investigadora acreditada. Ha participado en múltiples seminarios, congresos, talleres, cursos y conferencias, como parte de su proceso constante de actualización docente. Ha presentado múltiples ponencias y publicado obras relevantes como autora y coautora. Participante en varios proyectos institucionales de investigación y vinculación con la sociedad.



### **LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO**

Ingeniera Ambiental, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López (ESPAM MFL), Calceta, Ecuador, en 2013. Magister en Gestión Ambiental, Mención Tecnologías, ESPAM MFL, en 201. Candidata a PhD en la Universidad de Maracaibo, Venezuela.

Participa en varios proyectos institucionales de investigación y vinculación; autora y coautora de varias publicaciones.

Actualmente es docente de la Carrera de Ingeniería Ambiental, de la ESPAM MFL. Tutora de varias tesis de Pregrado. Ha sido ponente, participante en seminarios, congresos, talleres, cursos y conferencias, como parte del proceso de actualización docente y profesional.

**Experiencias de  
investigación  
participativa en la sub-  
cuenca del río Carrizal,  
Manabí-Ecuador**

**Carrera de Ingeniería  
Ambiental**

**Esta publicación constituye la recopilación de las experiencias investigativas acumuladas durante el desarrollo del proyecto institucional: Planificación participativa para la gestión integrada del sistema hidrográfico Carrizal-Chone que promueve la seguridad y soberanía alimentaria y reduzca impactos negativos del cambio climático: caso microcuenca del río Carrizal, bajo la dirección de Flor María Cárdenas Guillén M.Sc. y de un selecto grupo de docentes investigadores(as) y colaboradores de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), así como de investigadores(as) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo.**

**Sus resultados son un aporte al sector agropecuario de la zona de intervención de la Politécnica, como es la microcuenca del río Carrizal, que contribuyen al buen vivir de estas comunidades y al fortalecimiento de las capacidades locales y de la matriz productiva, ya que la economía de este capital humano se basa en las actividades agropecuarias.**



**ESPAM MFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Carrera de  
**INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**hum**s  
EDITORIAL

ISBN: 978-9942-773-34-



9 789942 77334