



# NOVEDADES COLOMBIANAS

---

*Museo de Historia Natural  
Departamento de Biología  
Universidad del Cauca*

*ISSN Versión impresa - 0121-3520  
ISSN Versión electrónico - 2145-5236  
Vol. 15 - No 1  
Enero - Diciembre 2020*



**REVISTA  
NOVEDADES  
COLOMBIANAS**

# Revista Novedades Colombianas / Museo de Historia Natural Universidad del Cauca

Vol. 15 No 1- Enero - Diciembre 2020



ISSN Impreso - 0121-3520  
ISSN Electrónico - 2145-5236

Novedades Colombianas es una publicación seriada adscrita al Museo de Historia Natural – Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, que hace divulgación científica en Ciencias Biológicas como aporte a la construcción del conocimiento. Nuestra revista publica Artículos de Investigación originales e inéditos, Notas Cortas, producto de la investigación hecha en el territorio nacional e internacional que involucre a Colombia y la Región Neotropical, también publicamos Artículos de Revisión fruto de la trayectoria, madurez y consolidación investigativa.

## Editor Jefe

*Jimmy Alexander Guerrero Vargas*  
Departamento de Biología – FACNED  
Universidad del Cauca, Colombia

## Asistente Editorial

*Laura Natalia Vaca Pardo*  
Vicerrectoría de Investigaciones  
Universidad del Cauca, Colombia.

## Director

**Museo de Historia Natural**  
*Álvaro Efraín Córdoba*  
Universidad del Cauca, Colombia.

## Comité Editorial

*María Cristina Gallego*  
Departamento de Biología – FACNED  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Sandra Muriel*  
Politécnico Colombiano  
Jaime Isaza Cadavid, Colombia.

*Angélica María Mosquera Muñoz*  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Luis Carlos Pardo*  
Universidad del Pacífico, Colombia.

*Delly Rocío García*  
Universidad del Quindío, Colombia.

*Danielo Elías de Oliveira*  
Universidad Federal do Sul e Sudeste de Pará, Brasil.

*James Montoya*  
Universidad del Valle, Colombia.

*Johanna Gutiérrez Vargas*  
Facultad Ciencias de la Salud  
Universidad Remington sede Medellín, Colombia.

*Jimmy Alexander Guerrero Vargas*  
Departamento de Biología – FACNED  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Natalia Arbeláez*  
Grupo de Investigaciones PECET  
Universidad de Antioquia, Colombia.

*María Fernanda González Rojas*  
Grupo de Investigación Genética Evolutiva  
Filogeografía y Ecología de Biodiversidad Neotropical  
Universidad del Rosario, Colombia.

## Comité Científico para esta edición:

*Mercy Lorena Urbano Pardo.*  
Facultad de Ciencias Humanas y Sociales,  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Daniel Andrés Feriz García*  
Director Sistema de Investigación,  
Desarrollo e Innovación  
Fundación Universitaria de Popayán, Colombia.

*Óscar Andrés Toro Tróchez,*  
Secretaría de Agricultura,  
Gobernación del Cauca, Colombia.

*Clemencia Serrato Hurtado*  
Programa de Biología,  
Universidad de la Amazonía, Colombia.

*Anderson Muñoz Quintero*  
Profesional Independiente, Colombia.

*Ángela María Montaña*  
Programa Ecología, Fundación Universitaria  
de Popayán, Colombia.

*Fermín José Chamorro García*  
Universidad Federal del Ceará, Brasil.

*Cristian Camilo Vidal Maldonado*  
Grupo de Ecología de Agroecosistemas  
y Hábitats Naturales Universidad del Valle, Colombia.

*Astrid Lorena Urbano Cano*  
Departamento de Biología,  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Laura Natalia Vaca Pardo*  
Vicerrectoría de Investigaciones  
Universidad del Cauca, Colombia.

## Fotografía carátula

*Alfonso Villalobos-Moreno*  
Grupo de Investigaciones  
Entomológicas y Ambientales-GENA.

## Diseño y diagramación

Área de Desarrollo Editorial,  
Universidad del Cauca

# Novedades Colombianas Journal / Natural History Museum University of Cauca

Volumen 15, Number 1  
January – December 2020



ISSN printed: 0121-3520  
ISSN online: 2145-5236

The *Novedades Colombianas Journal* is a serial publication attached to the Natural History Museum - Department of Biology of the University of Cauca, which makes scientific dissemination in Biological Sciences as a contribution to the construction of knowledge. Our magazine publishes original and unpublished Research Articles, Short Notes, the product of research carried out in the national and international territory that involves Colombia and the Neotropical Region, we also publish Review Articles resulting from the trajectory, maturity and research consolidation.

## Editor in chief

*Jimmy Alexander Guerrero Vargas*  
Department of Biology - FACNED  
University of Cauca, Colombia.

## Editorial Assistant

*Laura Natalia Vaca Pardo, Mag.*  
Vice-rectory for Investigations  
University of Cauca, Colombia.

## Director

**Natural History Museum**  
*Álvaro Efraín Córdoba*  
University of Cauca, Colombia.

## Editorial committee

*María Cristina Gallego*  
Departamento de Biología - FACNED  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Sandra Muriel*  
Politécnico Colombiano  
Jaime Isaza Cadavid, Colombia.

*Angélica María Mosquera Muñoz*  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Luis Carlos Pardo*  
Universidad del Pacífico, Colombia.

*Delly Rocío García*  
Universidad del Quindío, Colombia.

*Danilo Elías de Oliveira*  
Universidad Federal do Sul e Sudeste de Pará, Brasil.

*James Montoya*  
Universidad del Valle, Colombia.

*Johanna Gutiérrez Vargas*  
Facultad Ciencias de la Salud  
Universidad Remington sede Medellín, Colombia.

*Jimmy Alexander Guerrero Vargas*  
Departamento de Biología - FACNED  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Natalia Arbeláez*  
Grupo de Investigaciones PECET  
Universidad de Antioquia, Colombia.

*María Fernanda González Rojas*  
Grupo de Investigación Genética Evolutiva Filogeografía  
y Ecología de Biodiversidad Neotropical  
Universidad del Rosario, Colombia.

## Scientific Committee for this edition

*Mercy Lorena Urbano Pardo.*  
Facultad de Ciencias Humanas y Sociales,  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Daniel Andrés Feríz García*  
Director Sistema de Investigación,  
Desarrollo e Innovación  
Fundación Universitaria de Popayán, Colombia.

*Óscar Andrés Toro Tróchez,*  
Secretaría de Agricultura,  
Gobernación del Cauca, Colombia.

*Clemencia Serrato Hurtado*  
Programa de Biología,  
Universidad de la Amazonía, Colombia.

*Anderson Muñoz Quintero*  
Profesional Independiente, Colombia.

*Ángela María Montaña*  
Programa Ecología, Fundación Universitaria  
de Popayán, Colombia.

*Fernán José Chamorro García*  
Universidad Federal del Ceará, Brasil.

*Cristian Camilo Vidal Maldonado*  
Grupo de Ecología de Agroecosistemas  
y Hábitats Naturales Universidad del Valle, Colombia.

*Astrid Lorena Urbano Cano*  
Departamento de Biología,  
Universidad del Cauca, Colombia.

*Laura Natalia Vaca Pardo*  
Vicerrectoría de Investigaciones  
Universidad del Cauca, Colombia.

## Cover Photography

*Alfonso Villalobos-Moreno*  
Grupo de Investigaciones  
Entomológicas y Ambientales-GENA.

## Design and layout

Área de Desarrollo Editorial,  
Universidad del Cauca



## CONTENIDO

Artículo de Revisión / Review article ..... 7	7
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ALTO CONSUMO DE FRUCTOSA Y DAÑO HEPÁTICO Bibliographic review High fructose intake and liver damage <i>Lina Ciro Ramírez, Johanna Gutiérrez Vargas.</i>	
Zoología / Zoology ..... 21	21
BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) OF LA HONDA BASIN, MESA DE LOS SANTOS, SANTANDER, COLOMBIA. Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de la cuenca de La Honda, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia <i>Alfonso Villalobos-Moreno, Julián A. Salazar-Escobar.</i>	
Ecología / Ecology ..... 47	47
USO DE HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA ESTABLECER LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE UNIDADES DE PAISAJE EN UN SECTOR DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO - CAUCA Use of geographical information systems tools to establish the ecological zoning of landscape units in a sector of the municipality of Timbío - Cauca <i>Julieth Alexandra Chacón Paja, Carolina Bambagüé Caicedo, Older Enrique Arboleda Riascos.</i>	
Etnobiología / Ethnobiology ..... 71	71
EXPERIENCIAS EXITOSAS DE ASOCIATIVIDAD: UN CASO DE EMPODERAMIENTO DE LAS MUJERES RURALES Y EQUIDAD DE GÉNERO EN CADENAS DE VALOR AGRÍCOLA Successful experiences of associativity: a case of empowerment of rural women and gender equity in agricultural value chains. <i>Yeny P. Silva-Jiménez, Carlos Andrés Durán, Clara Milena Concha, Juan Diego Otero.</i>	



# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ALTO CONSUMO DE FRUCTOSA Y DAÑO HEPÁTICO

## Bibliographic review High fructose intake and liver damage

Lina Ciro Ramírez<sup>1</sup>  
Johanna Gutiérrez Vargas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo en Salud Familiar y Comunitaria. Estudiante Programa de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia.  
Contacto: [circumarcela@gmail.com](mailto:circumarcela@gmail.com)

<sup>2</sup> Grupo en Salud Familiar y Comunitaria. Programa de Enfermería, Docente e investigadora facultad de Ciencias de la Salud, Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia.  
Contacto: [johanna.gutierrez@uniremington.edu.co](mailto:johanna.gutierrez@uniremington.edu.co)

### Resumen

En la actualidad la ingesta de nutrientes en la dieta se caracteriza por el contenido de altos niveles de fructosa, un monosacárido encontrado en las frutas y muy usado artificialmente como edulcorante, presente en una amplia variedad de productos procesados, generando, junto a las grasas saturadas, un aumento del contenido calórico de los alimentos. Ese alto contenido calórico en el cual la fructosa aporta de manera considerable, se ha señalado como la causa de trastornos metabólicos. Aunque los azúcares son una fuente de energía inmediata necesaria, su consumo sobrepasa en muchas ocasiones el gasto energético, favoreciendo la síntesis de ácidos grasos, proceso realizado por el hígado; este órgano es un centro de regulación metabólico y a pesar de los mecanismos compensatorios que posee, la ingesta de fructosa en altas cantidades y por periodos prolongados de tiempo puede llevar a desencadenar daño tisular, por lo que es importante dilucidar los mecanismos de daño hepático

---

*Historia del artículo*

Fecha de recepción:

31/07/2020

Fecha de aceptación:

30/11/2020

que se ven reflejados en la pérdida de la funcionalidad. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión bibliográfica es documentar la relación del alto consumo de fructosa con el deterioro hepático.

---

*Palabras clave:* fructosa, hígado, daño histológico, adhesión celular.

---

## **Abstract**

Currently, the intake of nutrients in the diet is characterized by the content of high levels of fructose, a monosaccharide found in fruits and widely used artificially as a sweetener, present in a wide variety of processed products, generating, together with saturated fats, an increase in the caloric content of food. This high caloric content in which fructose contributes considerably, has been identified as the cause of metabolic disorders. Although sugars are a necessary source of immediate energy, their consumption often exceeds energy expenditure, favoring the synthesis of fatty acids, a process carried out by the liver; This organ is a metabolic regulation center and despite its compensatory mechanisms, the intake of fructose in high amounts and for prolonged periods of time can lead to tissue damage, so it is important to elucidate the mechanisms of liver damage that are reflected in the loss of functionality. Therefore, the objective of this literature review is to document the relationship of high fructose intake with liver impairment.

---

*Keywords:* fructose, liver, histological damage, cell adhesion.

---

## **Introducción**

La fructosa es un monosacárido o tipo de azúcar presente principalmente en productos refinados como bebidas azucaradas y una gran cantidad de productos procesados. Naturalmente se encuentra en las frutas, pero su efecto es diferente al consumirlas, pues la presencia de otros componentes como la fibra y antioxidantes que intervienen en el metabolismo, desaceleran su absorción (Lozano et al., 2016).

Se ha acuñado el término fructoholismo para referirse al consumo excesivo de esta sustancia y los efectos nocivos asociados. Su ingesta se ve reforzada por la gran oferta de productos con alto contenido de fructosa y por el efecto de recompensa o sensación de placer que produce la liberación de dopamina al ingerirla, esto induce a consumir mayores cantidades (Ribeiro et al., 2019). La fructosa no estimula la secreción de insulina ni los niveles de leptina y grelina, hormonas implicadas en el control del apetito, sino que, al contrario, estas se suprimen, lo que contribuye también a una mayor ingesta (Muhammad, 2019).

El alto consumo de fructosa se identifica como una importante causa de alteraciones hepáticas, ya que conduce a la producción de ácidos grasos de forma poco controlada, lo que lleva a una progresión de daño en el tejido hepático y por ende, tiene repercusiones en su funcionalidad y la del metabolismo en general (Lozano et al., 2016). Esa respuesta lipogénica hepática producida por el alto consumo de fructosa

y la progresión del daño tisular, aunque de diferente etiología, es comparable con la que se origina por el consumo excesivo de alcohol (Ishak et al., 2017), condición asociada al aumento de la mortalidad en personas con enfermedad de hígado graso no alcohólico. La severidad de las lesiones tisulares hepáticas puede ser mayor al tener ambas etiologías comprometidas (Hajifathalian et al., 2019).

Evidencias recientemente publicadas, muestran como la alta ingesta de fructosa en *ratas Wistar* durante 11 semanas, induce a una dislipidemia, asimismo, produce aumento de los niveles de triglicéridos, colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL), esto produce aumento en el tamaño de los adipocitos y obesidad, reflejada en el índice de masa corporal y perímetro abdominal, así como resistencia a la insulina, importantes factores de riesgo cardiovascular (Pérez, Gutiérrez, Ciro, Balcázar y Cardona 2020).

Esos estudios no se limitan al efecto de la fructosa a nivel metabólico, sino también a órganos como el cerebro, donde es destacable cómo la alta ingesta de fructosa produce disminución de los marcadores de plasticidad sináptica, efecto evidenciado en la disminución del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y alteración morfológica de las dendritas expresada en forma de hinchazones, la cuales tienen gran efecto en la transmisión de impulsos nerviosos (Pérez, Gutiérrez, Balcazar y Cardona 2020).

Teniendo en cuenta estos elementos, el objetivo de la presente revisión es

documentar los principales efectos que tiene el alto consumo de fructosa sobre la alteración hepática.

## **Materiales y métodos**

Se realizó una búsqueda de la literatura utilizando las palabras claves: fructose, liver, histological damage, cell adhesion. La información fue recolectada en la base de datos Pubmed, la cual incluye las principales revistas científicas relacionadas con la temática y está en constante actualización, gracias a esto se logró la cobertura temática de la revisión. Los criterios de inclusión tenidos en cuenta fueron: artículos publicados en los últimos cinco años sin filtro de idioma, aunque se presentó un claro predominio del inglés; posterior a la lectura de abstracts, se tuvo en cuenta que el contenido presentado en cada artículo estuviera acorde al objetivo de esta revisión bibliográfica. De esta forma se tuvieron en cuenta 30 artículos publicados, además de resultados preliminares de investigación propia no publicada, los cuales aportaron elementos importantes a esta revisión.

## **Resultados y discusión**

La información de los artículos que cumplieron con los criterios de selección se presenta a continuación agrupada así: alteración hepática tras el consumo de fructosa; relación del consumo de fructosa con la adhesión celular hepática.

### *Alteración hepática tras el consumo de fructosa*

La fructosa tiene un metabolismo totalmente hepático, que por un proceso enzimático induce a la síntesis de lípidos hepáticos y producción de ácido úrico. Lo primero puede conducir a una acumulación de lípidos séricos representado en hiperlipidemia, e incluso, lípidos intrahepáticos; lo segundo, contribuye al estrés oxidativo, lo que podría ser coadyuvante en la progresión del daño hepático (Ribeiro et al., 2019).

Los efectos de una dieta con alto contenido de fructosa se asocian a alteraciones hepáticas progresivas, para evidenciarlo, se han propuesto modelos experimentales, en especial modelos murinos, que hagan reproducibles dichos cambios y así tener mayor comprensión a nivel metabólico, histológico y transcriptómico. Esto a su vez permite correlacionar la respuesta en tejido hepático humano, lo que posibilita el estudio de planes terapéuticos y alternativas en respuesta a las alteraciones hepáticas (Krishnan et al., 2017; Santhekadur et al., 2018)we investigated the chronology of whole body, tissue, and cellular events that occur during the evolution of diet-induced NASH. Male C57Bl/6 mice were assigned to a fast-food (FF; high calorie, high cholesterol, high fructose.

Una dieta occidental con alto contenido de fructosa, grasas y colesterol en murinos en fases tempranas produce una alteración metabólica caracterizada por obesidad, resistencia a la insulina, niveles altos de colesterol total y lipoproteínas de baja

densidad (LDL), además una elevación de las enzimas hepáticas alanina-aminotransferasa (ALT) y aspartato-aminotransferasa (AST), los cuales corresponden a factores de riesgo para enfermedad hepática (Luo et al., 2016; Mai et al., 2019; Tsuchida et al., 2017).

Histológicamente, la alta ingesta de fructosa puede producir inicialmente esteatosis hepática microvascular y macrovesicular, lo que corresponde a acumulación de lípidos en vesículas en el citoplasma, esto se incrementa con el tiempo por un alto consumo de fructosa. A continuación se presenta esteatohepatitis, en la cual continúa la presencia de esteatosis y se genera adicionalmente una inflamación lobular y globo hepatocelular o hepatocitos en forma de globo, algunos con cuerpos de Mallory Denk. Posteriormente se evidencia fibrosis, que progresa de estadio 1 o pericelular a estadio 3 o en puente, con una fibroneogénesis y presencia de fibrillas de colágeno visible en los sinusoides (Asgharpour et al., 2016; Ganz et al., 2015).

En el transcurso de esa progresión de daño hepático se produce una reacción ductular, que da lugar a la proliferación de pequeños conductos biliares que contienen células progenitoras hepáticas, como efecto compensatorio ante el daño que se está presentando, en un intento por regenerar el tejido (Tsuchida et al., 2017). A medida de que los hepatocitos van presentando deterioro, se presenta una disminución de las mitocondrias en estos, lo que se relaciona con tasas de respiración mitocondrial hepática reducidas (Krishnan et al., 2017b)we investigated the chronology of whole body,

tissue, and cellular events that occur during the evolution of diet-induced NASH. Male C57Bl/6 mice were assigned to a fast-food (FF; high calorie, high cholesterol, high fructose.

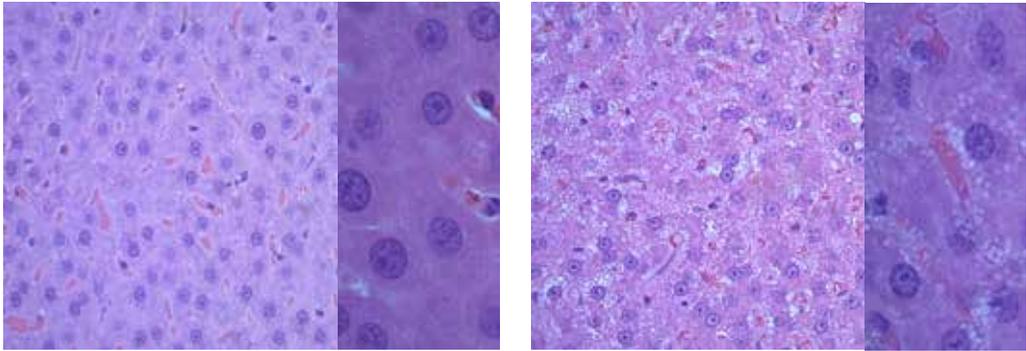
La ingesta de fructosa por sí sola causa esteatosis hepática y fibrosis que, a mayor consumo, genera un efecto más marcado histológicamente. Lo aseveran estudios realizados durante siete años en un modelo de monos *Macaca Fasciulus* (que presentan gran similitud gastrointestinal con humanos), en un tiempo equivalente a 20 años humanos (Cydylo et al., 2017). En última instancia se desarrolla el carcinoma hepatocelular, caracterizado por la presencia de varios focos de tumores, esa tumorigénesis es promovida por la apoptosis de los hepatocitos que inicia en la fase de esteatohepatitis y que es considerada como indicador de mal pronóstico (Hirsova et al., 2020).

Todos esos hallazgos histológicos descritos no son exclusivos de la edad adulta, puede ocurrir también en la infancia, siendo la enfermedad hepática crónica la más prevalente en este ciclo vital y que representa un riesgo de evolucionar tempranamente en la edad adulta (Ribeiro et al., 2019). Niños con enfermedad de hígado graso no alcohólico (NAFLD) absorben y metabolizan de forma más eficiente la fructosa que aquellos sin NAFLD, presentando niveles más altos de glucosa en ayunas y ácido úrico, lo cual podría contribuir a la progresión del daño hepático (Sullivan et al., 2015).

A nivel transcripcional se presenta un aumento en la señalización lipogénica, inflamatoria y pro-apoptótica, esta expresión

génica precede a las manifestaciones histológicas de esteatohepatitis y fibrosis, lo que es consecuente con la progresión del daño hepático e indica un mal pronóstico (Krishnan et al., 2017a)we investigated the chronology of whole body, tissue, and cellular events that occur during the evolution of diet-induced NASH. Male C57Bl/6 mice were assigned to a fast-food (FF; high calorie, high cholesterol, high fructose. La fructosa desencadena más lipogénesis que la sacarosa y el aceite de girasol en la dieta, dado que su alto consumo altera la expresión de genes lipogénicos, entre ellos, el receptor hepático X alfa (LXR $\alpha$ ) que aumenta significativamente y contribuye al aumento del tejido adiposo corporal y hepático, lipogénesis y trastornos metabólicos (Ozkan et al., 2019; Ter Horst et al., 2017).

El sexo también podría ser una variable implicada en la respuesta hepática al alto consumo de fructosa. Según la investigación experimental Sprague Dawley realizada en ratas, se evidencia una mayor susceptibilidad a la esteatohepatitis en los machos que en las hembras, en las cuales el estrógeno cumple un papel protector al aumentar la expresión del factor de crecimiento fibroblástico hepático 21 (FGF21), disminuyendo la acumulación de lípidos hepáticos y por ende, la esteatosis hepática. Sin embargo, al perder ese influjo hormonal disminuyen los niveles de FGF21 y empeora la esteatosis hepática (Chukijrungrat et al., 2017). En un estudio realizado en ratas Wistar, el cual no ha sido publicado, se encontró acumulación de lípidos en vesículas en el citoplasma en machos alimentados durante 11 semanas con fructosa al 20%, lo que corresponde a una esteatosis hepática (figura 1).



**Figura 1.** Alteración histológica hepática en ratas *Wistar* sometidas a una dieta del 20% de fructosa durante 11 semanas.

**A.** Cortes de hígado (8 micras) de animales controles teñidos con hematoxilina Eosina, donde se observan de color morado y de forma bien definida los núcleos, y de color lila o morado más claro encontramos el citoplasma con una notable homogeneidad conservada.

**B.** Cortes de hígado (8 micras) de animales sometidos a la dieta con fructosa, teñidos con hematoxilina Eosina. Las flechas señalan las vesículas de lípidos que se formaron y hacen que el citoplasma pierda esa homogeneidad que se observa en los controles, lo que corresponde a una alteración histológica.

En la etapa inicial de esteatosis hay acumulación de lípidos alrededor de los hepatocitos, suele ser asintomática y coincidir con la presencia de obesidad y trastornos metabólicos, algo muy inespecífico para la detección. Aunque se ha profundizado en el conocimiento de las características histológicas de la progresión y la respuesta inflamatoria desencadenada a partir de la esteatosis, la única forma de diagnóstico es la biopsia, actualmente no se cuenta con un biomarcador sérico fiable y en ocasiones, la progresión es lenta o puede tomar años, por lo que la comprensión del efecto de la fructosa adquiere mayor importancia (Sun et al., 2019).

Las vesículas extracelulares circulantes han sido descritas como un buen biomarcador

de la enfermedad de hígado graso no alcohólico, estas pueden derivarse de todos los tipos celulares en respuestas inflamatorias o de fibrosis elevadas; las vesículas extracelulares de los hepatocitos aumentan en etapas tempranas de lesión histológica, lo cual permanece durante la progresión, por lo cual podrían ser de utilidad para predecir el avance y gravedad de los efectos en este caso de la fructosa a nivel hepático (Li et al., 2019).

La progresión del daño hepático podría concluir en una enfermedad hepática en etapa terminal en la que se requiere trasplante. La gran dificultad es que la dieta actual tiene un alto contenido de fructosa y muchos de los donantes podrían tener algún grado de esteatosis, ante esto,

un estudio en modelo murino de isquemia reperusión señala como la esteatosis agudiza la lesión, evidenciándose el aumento de citocinas, transaminasas, extensión de la necrosis y la expresión de marcadores de necroptosis, lo que complica el proceso de donación de hígado (Liss et al., 2016).

### *Relación fructosa- adhesión celular hepática*

La adhesión celular es un proceso de gran importancia a nivel hepático, pues permite interacciones entre células y matriz extracelular, las cuales intervienen en una gran variedad de procesos como la organización del tejido, supervivencia celular, reparación, señalización, modulación del comportamiento celular, entre otros que son claves para el óptimo funcionamiento del hígado (Hintermann, 2019).

Los hepatocitos representan el 70% de la totalidad de células hepáticas, por lo cual, es un importante contribuyente de funciones clave en el mantenimiento de la homeostasis metabólica (Wang et al., 2017). Es importante que los hepatocitos conserven su polaridad, para mantener separada la sangre sinusoidal de la bilis canalicular; la conservación de su integridad estructural depende en gran medida de su interacción con las moléculas de adhesión celular, citoesqueleto y matriz extracelular, dando lugar a la separación de interior y exterior, lo que permite la absorción direccional y la secreción de proteínas y otros solutos (Gissen et al., 2015)

Las moléculas de adhesión celular generalmente se dividen en cuatro

grupos principales que se encuentran presentes a nivel hepático: selectinas, integrinas, cadherinas y superfamilia de Inmunoglobulinas (Hintermann et al., 2019). La superfamilia de las inmunoglobulinas, cadherinas y selectinas permiten la adhesión célula -célula. Las integrinas permiten la interacción entre las células con la matriz extracelular, aunque en general, las moléculas de adhesión celular y su óptimo funcionamiento se asocian a la conservación de la integridad del tejido hepático, su expresión se puede ver alterada ante varios procesos patológicos como la inflamación y fibrosis y en últimas, contribuir a ellos y a la progresión del daño al que dan lugar (Hintermann et al., 2019).

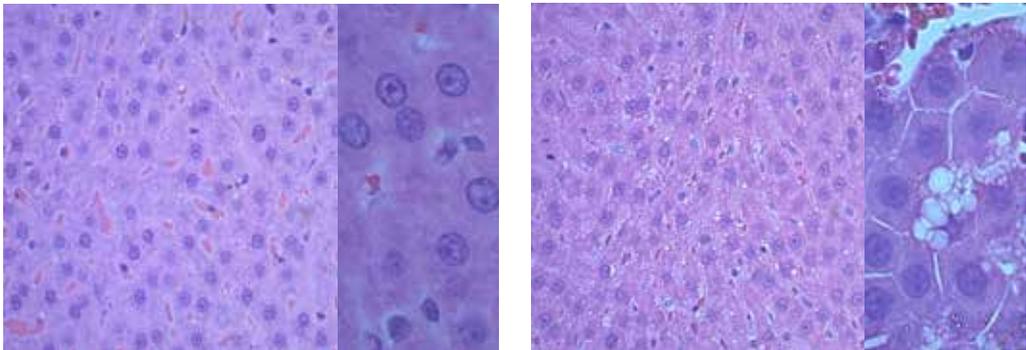
El alto consumo de fructosa en cerdos de *Ossabaw* (considerado buen modelo experimental por la similitud del sistema cardiovascular y gastrointestinal con el humano), no solo desarrolló el trastorno metabólico y la progresión del daño hepático que avanza hasta fibrosis y que se menciona anteriormente en modelos murinos, sino que también dio pie a cambios en la microbiota intestinal, consistentes en un aumento de proteobacteria, las cuales producen una liberación de endotoxinas que desencadenan una respuesta inflamatoria y aumentan la permeabilidad intestinal, permitiendo la translocación de productos bacterianos a la circulación portal y contribuyendo a los procesos inflamatorios en el hígado (Panasevich et al., 2018).

Lo anterior también se ha descrito en ratas con alto consumo de fructosa, donde se presenta un aumento de la permeabilidad

intestinal dada por la disminución de la expresión de proteínas de la unión estrecha o de adhesión, que regulan el paso de sustancias, en este caso, del intestino a la circulación portal de endotoxina Lipopolisacárido (LPS). En respuesta, a nivel hepático se produce un aumento de las células de kupffer y estrelladas, exacerbando de este modo la esteatohepatitis, fibrosis y carcinoma hepatocelular (Seki et al., 2018). También se describe la disminución de la expresión de la molécula de adhesión de la unión (JAM-A), producto del aumento de la inflamación de la mucosa intestinal por el alto consumo de fructosa, generando alteración en esa barrera endotelial, permitiendo el paso de endotoxinas a tejido hepático y agudizando la respuesta histológica descrita anteriormente (Rahman et al., 2017).

Se tienen resultado preliminares que podrían indicar que una alta ingesta de fructosa lleva a una alteración de la adhesión celular en el tejido hepático, esto visto en ratas Wistar, que recibieron un suministro de fructosa al 20% *adlibitum* durante 11 semanas, encontrando que en cortes teñidos con hematoxilina eosina se observa una separación entre los hepatocitos, lo que podría sugerir una alteración en la adhesión célula –célula en el tejido hepático, como se muestra en la figura 2.

Sin embargo, hay pocos estudios que demuestran el daño en la adhesión celular hepática producto del alto consumo de fructosa, por lo cual, sería un tema interesante para estudios que determinen con claridad dicho efecto.



**Figura 2.** Alteración en la adhesión celular luego de una dieta de fructosa al 20% durante 11 semanas en un modelo de rata Wistar.

**A.** Controles, cortes de hígado proveniente de ratas Wistar (8 micras), teñido con hematoxilina Eosina, se observa una integridad conservada entre las células.

**B.** Cortes de hígado de ratas alimentadas con fructosa 20% teñidos con hematoxilina Eosina. Nótese la separación celular, indicada con cabecilla de flecha, que podría indicar una alteración en la adhesión celular y los importantes procesos que se dan por ella en la interacción célula-célula y célula-matriz extracelular.

## Conclusiones

Es de gran importancia centrar la atención en un producto tan común en la dieta actual como es la fructosa, que suele considerarse inofensiva, pero que da lugar a alteraciones a nivel metabólico, histológico y transcripcional, está directamente relacionada con la enfermedad de hígado graso no alcohólico que puede progresar incluso hasta un hepatocarcinoma celular.

La fructosa también altera la adhesión celular, disminuyendo la expresión de proteínas de adhesión a nivel intestinal, aumentando así la permeabilidad y permitiendo el paso de endotoxinas que aumentan el daño tisular hepático, lo que produce respuestas mucho más severas. Sin embargo, esa alteración de la adhesión parece no limitarse al endotelio intestinal, datos no publicados indican que podría presentarse en el mismo tejido hepático, donde predomina un ambiente pro inflamatorio que, probablemente, daría lugar a la alteración de esas moléculas de adhesión, por lo que investigaciones futuras deberían indagar más a fondo el comportamiento de la adhesión celular en el hígado.

## Bibliografía

Asgharpour, A., Cazanave, S., Pacana, T., Seneshaw, M., Vincent, R., & Banini, B. (2016). A diet-induced animal model of non-alcoholic fatty liver disease and hepatocellular cancer. *Journal of Hepatology*, 65(3), 579–588. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2016.05.005.A>

Chukijrunroat, N., Khamphaya, T., Weerachayaphorn, J., Songserm, T., & Saengsirisuwan, V. (2017). Hepatic FGF21 mediates sex differences in high-fat high-fructose diet-induced fatty liver. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 313(2), E203–E212. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00076.2017>

Cydylo, M., Davis, A., & Kavanagh, K. (2017). Fatty Liver Promotes Fibrosis In Monkeys Consuming High Fructose. *Obesity (Silver Spring)*, 25(2), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>

Ganz, M., Bukong, T., Csak, T., Saha, B., Park, J. K., Ambade, A., ... Szabo, G. (2015). Progression of non-alcoholic steatosis to steatohepatitis and fibrosis parallels cumulative accumulation of danger signals that promote inflammation and liver tumors in a high fat-cholesterol-sugar diet model in mice. *Journal of Translational Medicine*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12967-015-0552-7>

Gissen, P., & Arias, I. M. (2015, October 1). Structural and functional hepatocyte polarity and liver disease. *Journal of Hepatology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2015.06.015>

Hajifathalian, K., Torabi Sagvand, B., & McCullough, A. J. (2019). Effect of Alcohol Consumption on Survival in Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A National Prospective Cohort Study. *Hepatology*, 70(2), 511–521. <https://doi.org/10.1002/hep.30226>

Hintermann, C. (2019). The Many Roles of Cell Adhesion Molecules in Hepatic Fibrosis. *Cells*, 8(12), 1503. <https://doi.org/10.3390/cells8121503>

Hintermann, & Christen. (2019). The Many Roles of Cell Adhesion Molecules in Hepatic Fibrosis. *Cells*, 8(12), 1503. <https://doi.org/10.3390/cells8121503>

Hirsova, P., Bohm, F., Dohnalkova, E., Nozickova, B., Heikenwalder, M., Gores, G., & Weber, A. (2020). Hepatocyte apoptosis is tumor promoting in murine nonalcoholic steatohepatitis. *Cell Death and Disease*, 11(2), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41419-020-2283-9>

Ishak, K. G., Zimmerman, H. J., & Ray, M. B. (2017). Alcoholic Liver Disease: Pathologic, Pathogenetic and Clinical Aspects. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 38(2), 147–161. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1991.tb00518.x>

Krishnan, A., Abdullah, T. S., Mounajjed, T., Hartono, S., McConico, A., White, T., ... Charlton, M. (2017a). A longitudinal study of whole body, tissue, and cellular physiology in a mouse model of fibrosing NASH with high fidelity to the human condition. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 312(6), G666–G680. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00213.2016>

Krishnan, A., Abdullah, T. S., Mounajjed, T., Hartono, S., McConico, A., White, T., ... Charlton, M. (2017b). A longitudinal study of whole body, tissue, and cellular physiology in a mouse model of fibrosing NASH with high fidelity to the human condition. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 312(6), G666–G680. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00213.2016>

Li, J., Liu, H., Mauer, A. S., Lucien, F., Raiter, A., Bandla, H., ... Malhi, H. (2019). Characterization of Cellular Sources and Circulating Levels of Extracellular Vesicles in a Dietary Murine Model of Nonalcoholic Steatohepatitis. *Hepatology Communications*, 3(9), 1235–1249. <https://doi.org/10.1002/hep4.1404>

Liss, K., McCommis, K., Chambers, K., Pietka, T., Schweitzer, G., Park, S., ... Finck, B. (2016). The impact of diet-induced hepatic steatosis in a murine model of hepatic ischemia-reperfusion injury. *Liver Transpl*, 24(7), 1–21. <https://doi.org/10.1038/nbt.3301>. Mammalian

Lozano, I., Van Der Werf, R., Bietiger, W., Seyfritz, E., Peronet, C., Pinget, M., ... Dal, S. (2016). High-fructose and high-fat diet-induced disorders in rats: Impact on diabetes risk, hepatic and vascular complications. *Nutrition and Metabolism*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0074-1>

Luo, Y., Burrington, C., Graff, E., Zhang, J., Judd, R., Suksaranjit, P., ... Greene, M. (2016). Metabolic phenotype and adipose and liver features in a high-fat western diet-induced mouse model of obesity-linked NAFLD. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 310(6), E418–E439. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00319.2015>

Mai, B., & Yan, L. J. (2019). The negative and detrimental effects of high fructose on the liver, with special reference to metabolic disorders. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 12, 821–826. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S198968>

Muhammad, A. (2019). Non-alcoholic fatty liver disease, an overview. *Integrative Medicine*, 18(2), 42–49.

Ozkan, H., & Yakan, A. (2019). Dietary high calories from sunflower oil, sucrose and fructose sources alters lipogenic genes expression levels in liver and skeletal muscle in rats. *Annals of Hepatology*, 18(5), 715–724. <https://doi.org/10.1016/j.aohep.2019.03.013>

Panasevich, M., Meers, G., Linden, M., Booth, F., Perfield, J., Fritsche, K., ... Rector, R. (2018). High-fat, high-fructose, high-cholesterol feeding causes severe NASH and cecal microbiota dysbiosis in juvenile Ossabaw swine. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 314(1), E78–E92. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00015.2017>

Pérez, P., Gutiérrez, J., Ciro, L., Balcazar, N., & Cardona, G. (2020). High fructose diet-induced obesity worsens post-ischemic brain injury in the hippocampus of female rats. *Nutritional Neuroscience*, *0*(0), 1–15. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2020.1724453>

Rahman, K., Desai, C., Iyer, S., Thorn, N., Kumar, P., Liu, Y., ... Anania, F. A. (2017). Loss of Junctional Adhesion Molecule A Promotes Severe Steatohepatitis in Mice on a Diet High in Saturated Fat, Fructose, and Cholesterol. *Gastroenterology*, *151*(4), 733–746. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.06.022>. Loss

Ribeiro, A., Igual, M., Santos, E., & Sokal, E. (2019). Childhood Fructoholism and Fructoholic Liver Disease. *Hepatology Communications*, *3*(1), 44–51. <https://doi.org/10.1002/hep4.1291>

Santhekadur, P., Kumar, D., & Sanyal, A. (2018). Preclinical models of non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Hepatology*, *68*(2), 230–237. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2017.10.031>

Seki, K., Kitade, M., Nishimura, N., Kaji, K., Asada, K., Namisaki, T., ... Yoshiji, H. (2018). Oral administration of fructose exacerbates liver fibrosis and hepatocarcinogenesis via increased intestinal permeability in a rat steatohepatitis model. *Oncotarget*, *9*(47), 28638–28651. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.25587>

Sullivan, J., Le, M., Pan, Z., Rivard, C., Love-Osborne, K., Robbins, K., ... Sundaram, S. S. (2015). Oral fructose absorption in obese children with non-alcoholic fatty liver disease. *Pediatric Obesity*, *10*(3), 188–195. <https://doi.org/10.1111/ijpo.238>

Sun, G., Jackson, C. V., Zimmerman, K., Zhang, L. K., Finnearty, C. M., Sandusky, G. E., ... Wang, Y. X. (2019). The FATZO mouse, a next generation model of type 2 diabetes, develops NAFLD and NASH when fed a Western

diet supplemented with fructose. *BMC Gastroenterology*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12876-019-0958-4>

Ter Horst, K., & Serlie, M. (2017). Fructose consumption, lipogenesis, and non-alcoholic fatty liver disease. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu9090981>

Tsuchida, T., Lee, Y., Fujiwara, N., Ybanez, M., Allen, B., Martins, S., ... Chou, H. (2017). A Simple Diet- and Chemical-Induced Murine NASH Model with Rapid Progression of Steatohepatitis, Fibrosis and Liver Cancer. *Physiology & Behavior*, 176(3), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>

Wang, M. J., Chen, F., Lau, J. T. Y., & Hu, Y. P. (2017, May 18). Hepatocyte polyploidization and its association with pathophysiological processes. *Cell Death & Disease*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/cddis.2017.167>



**BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA)  
OF LA HONDA BASIN, MESA DE LOS SANTOS,  
SANTANDER, COLOMBIA**

**Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de la cuenca de  
La Honda, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia**

**Título corto: Butterflies of La Honda basin, Santander**

Alfonso Villalobos-Moreno<sup>1</sup>

Julián A. Salazar-Escobar<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Doctor en Ciencias Agrarias, Director Grupo de Investigaciones  
Entomológicas y Ambientales-GENA. Autor de correspondencia.*

*Calle 91 No. 22-104 Apto 403, Bucaramanga, Colombia;*

*e-mail: [alfvillalmo@gmail.com](mailto:alfvillalmo@gmail.com), [avillalobosmo@unal.edu.co](mailto:avillalobosmo@unal.edu.co);*

*ORCID: 0000-0003-1713-7823*

*<sup>2</sup> MVZ, Magister en Ciencias Biológicas,*

*Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas;*

*e-mail: [julianmantis@gmail.com](mailto:julianmantis@gmail.com);*

*ORCID: 0000-0003-2268-7803*

**Abstract**

Colombia is a privileged country given the geographical position, the diversity of ecosystems and the great plant complexity, conditions that allow it to occupy the third place in diversity of diurnal butterflies. The objective of this work was to establish the composition of species of diurnal butterflies in four locations of the La Honda basin for which captures were made using entomological nets of 45 cm in diameter, in the project of Characterization of the wild Entomofauna of La Honda basin, located in the northeast of the Colombian Andes. Analysis of inventory quality and analysis of similarity between sampling sites were performed. A total of 226 specimens were

---

*Historia del artículo*

Fecha de recepción:

04/03/2020

Fecha de aceptación:

07/07/2020

collected belonging to 95 species of the family Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae and Nymphalidae, the last having greatest abundance (134) and richness of species (53). La Navarra was the site with greatest abundance (110) and richness of species (54). The analysis of inventory quality indicated a potential richness of 167.13 species, a proportion of observed species of 56.24% and a sampling effort of 99.82%. The comparison of inventories allowed establishing that butterfly communities are different for all sampling sites, although there is a slight similarity between La Navarra and La Purnia. Based on the analysis of the inventory quality, it is proposed to carry out new sampling for these and other locations, as well as at different times of the year.

---

*Key words:* Abundance and richness, Colombian Andean, analysis of similarity, butterflies.

---

## Resumen

Colombia es un país privilegiado dada su posición geográfica, la diversidad de ecosistemas y la gran complejidad vegetal, condiciones que la ubican en el tercer lugar en diversidad de mariposas diurnas. El objetivo del presente trabajo fue establecer la composición de especies de mariposas diurnas en cuatro localidades de la cuenca de La Honda, para lo cual, se realizaron capturas utilizando redes entomológicas de 45 cm de diámetro, en el marco del proyecto de Caracterización de la Entomofauna silvestre de la cuenca de La Honda, que se ubica en el nororiente

de los Andes colombianos. Se realizaron análisis de la calidad del inventario y de similitud entre los sitios de muestreo. Se colectaron 226 ejemplares pertenecientes a 95 especies de las familias Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae, esta última con mayor abundancia (134) y riqueza de especies (53). La vereda La Navarra fue el sitio con mayor abundancia (110) y mayor riqueza de especies (54). El análisis de la calidad del inventario indicó una riqueza potencial de 167,13 especies, una proporción de especies observadas del 56,24% y un esfuerzo de muestreo del 99,82%. La comparación de los inventarios permitió establecer que las comunidades de mariposas son diferentes para todos los sitios de muestreo, aunque se observa una leve similitud entre La Navarra y La Purnia. Con base en el análisis de la calidad del inventario se propone la realización de nuevos muestreos para estas y otras localidades, así como en diferentes épocas del año.

---

*Palabras clave:* Abundancia y riqueza; Andes colombianos; análisis de similitud; mariposas diurnas.

---

## Introduction

Colombia is a privileged country in biodiversity due to its geographical position, variety of ecosystems and great vegetal complexity, which ranks it in the third place in the world in butterflies diversity with more of 3,780 species, grouped in the families Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Riodinidae and Lycaenidae (Andrade-C, 1990; Andrade-C,

2011; Huertas & Arias, 2007; Lamas, 2004; Rangel-Ch, 1995). Department of Santander, and northeaster of Colombia, has been few studied, and has fragmented studies and isolated samplings in degree works, pedagogical outputs, consulting and projects of characterization. In this way, there are still areas of Colombian Andes that have a lot of information in biological and environmental terms (Agudelo & Pérez, 2015; Arbeláez-Cortez, 2013; Campos *et al.*, 2011; Pardo-Locarno & Villalobos-Moreno, 2016; Villalobos-Moreno, 2013, 2017; Villalobos-Moreno *et al.*, 2012, 2013; Villalobos-Moreno & Gómez, 2015; Villalobos-Moreno & Salazar, 2020a).

The biodiversity crisis requires tools to evaluate the natural environmental using different methodologies, which has allowed developing the concept of bioindicator, apply rapid evaluation techniques and use of nonparametric estimators, with the above, has been possible to reduce the research time and the cost (Oliver & Beattie, 1996). The butterflies are important bioindicators due to the utility to establish the state of the environment in diversity parameters or human intervention degree. In addition, these are used in ecological studies, because certain species indicate changes in variables such as sunshine, temperature, microclimate and humidity, parameters that are drastically altered in disturbed habitats (Brown & Freitas, 2002; Constantino, 1997; Ramírez *et al.*, 2007). The preference that exist to study butterflies is based on the great attractiveness, abundance and ease of encounter, endemism, space-time stability, ecological sensitivity, easy field handling and

taxonomical stability (Brown, 1991; Kremen, 1992, 1994; Kremen *et al.*, 1994; Llorente & Martínez, 1998; Ospina-López, 2014). Finally, it is widely known that the degradation of wild areas contributes to extinction of many species of butterflies, particularly critical in the Andean area due to the extension of the agricultural and urban frontier (Maso & Piojan, 1997; Palacios & Constantino, 2006).

The objective of the present investigation was to contribute to the knowledge of structure and composition of butterfly communities in four rural areas (veredas) in La Honda basin in the northeaster Andes of Colombia. We provide data about composition, abundance and distribution of butterflies in the study area, basic information that will be used to carry out in-depth works and, if possible, it will be an important resource for to establish preservation programs in this zone.

## **Materials and methods**

### *Study area*

La Honda basin has an area of 1,782 hectares and almost 40 kilometres of perimeter. This basin form part of Sogamoso river basin and it is a natural limit between the municipalities of Los Santos and Piedecuesta; it supplies water to, at least, eight rural areas (veredas) of the 28 existing ones, principally to agricultural work (Calderón, 2011). La Honda basin is south to Bucaramanga, capital of department of Santander, and northeaster of Colombian Andes (Fig. 1). Although much of the basin is highly intervened with cow pastures, varied

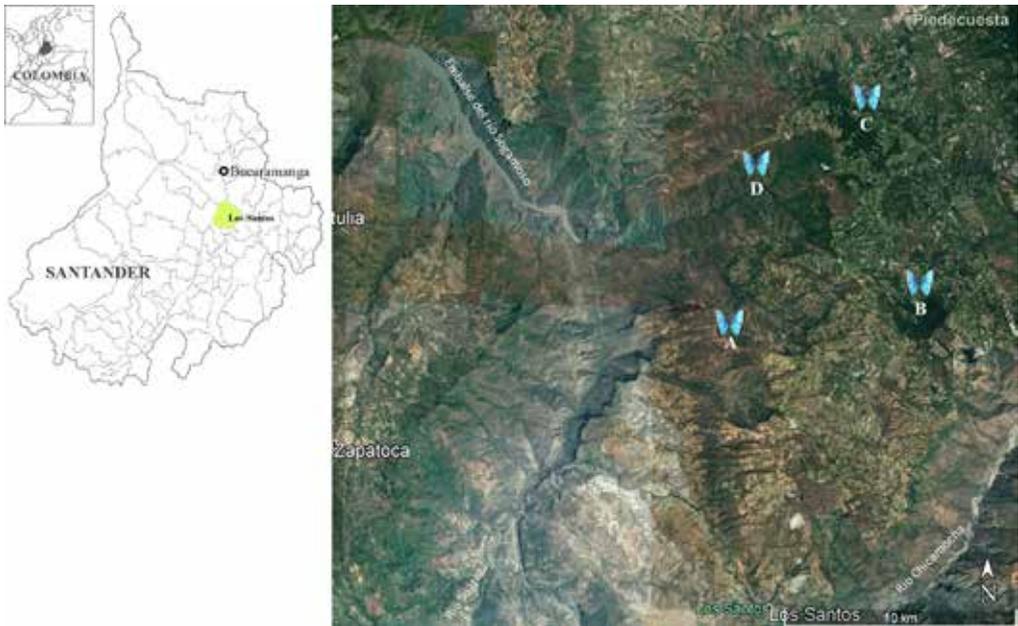


Figure 1. Location of the sampling places in La Honda basin, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia. A: La Purnia; B: Cacaos; C: La Navarra; D: San Javier (Adapted of Google Earth Pro).

agricultural crops, sheds for chickens, mining, tracks and urbanized areas. We established the sampling places in four rural areas (veredas), one in an agroecological coffee crop with tree cover, another one in a relatively preserved forest and two others in fragmented forest (Fig. 2). The sampling places are described below:

- **Locality 1 - Vereda Cacaos:**  $6^{\circ}51'39.75''\text{N}$ ,  $73^{\circ}02'29.99''\text{W}$ ; 1,700 masl. This sampling place corresponds to a mature coffee plantation with 15 years. It present high vegetal cover with a canopy greater than 15 m. According to Holdridge (2000), it corresponds to a Tropical rain forest (bh-T by the initials in Spanish). According to

Cuatrecasas (1989), it corresponds to a sub-Andean jungle.

- **Locality 2 - Vereda La Navarra:**  $6^{\circ}56'08.04''\text{N}$ ,  $73^{\circ}04'21.96''\text{W}$ ; 1,510 masl. This sampling place corresponds to a Tropical rain forest (bh-T) (Holdridge, 2000), or a sub-Andean jungle (Cuatrecasas, 1989). The vegetal cover is relatively well preserved, although fragmentation processes are evident in its periphery.
- **Locality 3 - Vereda La Purnia:**  $6^{\circ}53'07.27''\text{N}$ ,  $73^{\circ}06'32.90''\text{W}$ ; 1,237 masl. According to Holdridge (2000), this sampling place corresponds to a Tropical dry forest (bs-T by the



Figure 2. General view of sampling places in La Honda basin, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia.

initials in Spanish) transitional to a Tropical rain forest (bh-T). According to Cuatrecasas (1989), it corresponds to a Neotropical lower jungle with elements of sub-Andean jungle. It is a secondary forest with evident fragmentation processes and very small forest relics.

- **Locality 4 - Vereda San Javier:**  $6^{\circ}55'23.51''N$ ,  $73^{\circ}05'18.55''W$ ; 948 masl. This sampling place corresponds to a Tropical dry forest (bs-T) (Holdridge, 2000), or a Neotropical lower jungle (Cuatrecasas, 1989). It is a secondary forest with fragmentation

processes, which include forest clearing and burn to establish crops and livestock.

#### *Sampling and identification*

We carried out butterfly sampling in the project Characterization of Entomofauna of La Honda basin, jurisdiction of the Regional Autonomic Corporation for Defense of Bucaramanga Plateau (CDMB). Four sampling areas were established between 948 and 1,700 masl. The sampling was done five days in each area in routes with undefined extension. Two people made

the collections using entomological nets of 70 cm of diameter, between 9:00 am and 5:00 pm, for a total sampling effort of 80 hours/locality. Further, at each sampling place, six van Someren-Rydon traps baited with decomposing banana were installed, which were checked every four hours, for a total sampling effort of 720 hours/locality. The collected specimens were stored in dove paper envelopes and taken to the CDMB laboratory and were assembled, labelled and stored in Schmitt (Triplehorn & Johnson, 2005). The taxonomical determination was made with the keys and illustrations of Le Crom *et al.* (2002, 2004) and Neild (1996, 2008), as well as by comparison in Entomological Collection of Institute of Natural Sciences of National University of Colombia, Bogotá. The species were organized based on Lamas (2004).

#### *Analysis of inventory quality*

We carried out an analysis of sampling effort to establish the level of knowledge regarding inventory of species and to predict the potential richness in the sampling area. We considered as unit of sampling effort (USE) to the sum of data of each sampling day, therefore, 20 USE were established. Through the EstimateS program (Colwell, 2000), data entry was randomized (1,000 iterations) to avoid bias in calculation of observed richness. To predict the potential richness, we used the nonparametric Chao1 (based in abundances), as it is a robust estimator of minimum richness and, usually, offers better results than others estimators (Gotelli & Colwell, 2001; Walther & Moore, 2005).

Using the CurveExpert program (Hyams, 2009), the estimates were adjusted to a Clench asymptotic curve, to calculate the different parameters of the curve (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

#### *Structure and composition of butterfly communities at sampling places*

Using the values of abundance and richness observed in each of the sampling localities, were established for each of these, the series of diversity numbers of Hill:  $N_0$  = potential richness,  $N_1$  = diversity of order 1 (exponential of Shannon-Wiener index:  $eH$ ) and  $N_2$  = diversity of order 2 (inverse of Simpson index:  $1/DSi$ ) (Moreno *et al.*, 2011; Núñez & Barro 2003; Villalobos-Moreno & Salazar, 2020b; Villalobos-Moreno *et al.*, 2016). The potential richness ( $N_0$ ) was calculated with a similar procedure to the analysis of sampling effort, coinciding this richness with the asymptote of curve adjusted of Clench (Colwell, 2000; Hyams, 2009). The diversities of order 1 ( $N_1$ ) and order 2 ( $N_2$ ) was calculated with the program Spade (Chao & Shen, 2009), which offers these values, together with its standard deviation. The diversity numbers of Hill, which have as a unit the number of species, measure the effective number of species presents and these are a measure of distribution degree of relative abundances between the species of a sampling.  $N_0$  corresponds to the total number of species,  $N_1$  is the number of abundant species and  $N_2$  is the number of very abundant species ( $N_0 > N_1 > N_2$ ) (Jost, 2010).

*Comparison between sampling places*

With the purpose of establishing possible differences between sampling areas within La Honda basin, the inventory of taxa reported for each sampling place. Using a presence-absence matrix and the PRIMER 6 v6.1.6 program (PRIMER-E Ltd., 2006), the distances of Bray-Curtis were calculated and the respective phenogram was constructed using an average grouping method, thus estimating the possible similarity between the sampling areas (Ludwig & Reynolds, 1988; Magurran, 1988).

*Results and discussion*

We collected 226 specimens belonging to 95 species, grouped in the families Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae and Nymphalidae (Appendix 1). The family Nymphalidae was

the best represented in all sampling places, and with the greatest abundance (134) and richness of species (53) (Fig. 3), given that this group has a wide geographical distribution, generalist habits, a high proportion of species and easy adaptation to disturbed environments (DeVries, 1987). La Navarra, perhaps due the extension and quality of the forest, presented the highest values of diversity, with the highest abundance (110) and richness of species (54), followed by La Purnia with 52 specimens and 38 species reported (Fig. 4).

Casa-Pinilla *et al.* (2017) carried out an investigation in La Mesa de Los Santos in an altitude range between 280 and 1,200 masl. They collected 1,389 specimens belonging to 121 species and the same families, except Hesperidae that was not reported. The present manuscript has 35 species in common with Casa-Pinilla *et al.* (2017),

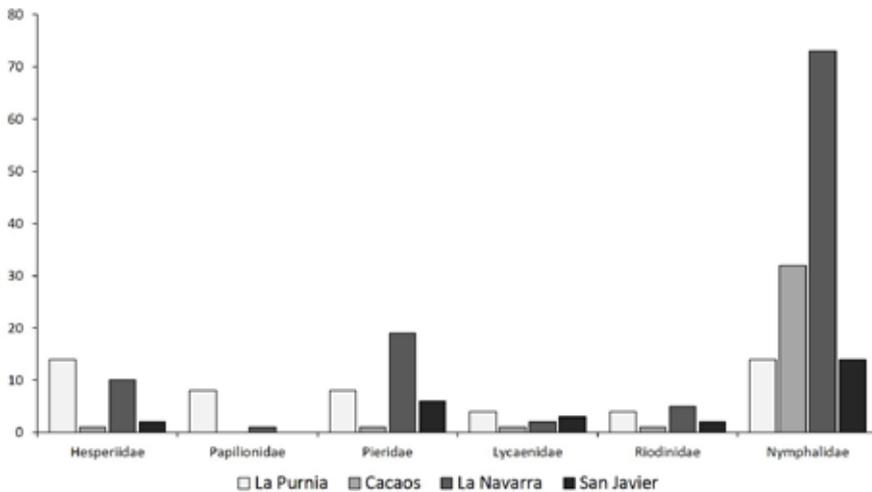


Figure 3. Abundance of the families of butterflies in the sampling places.

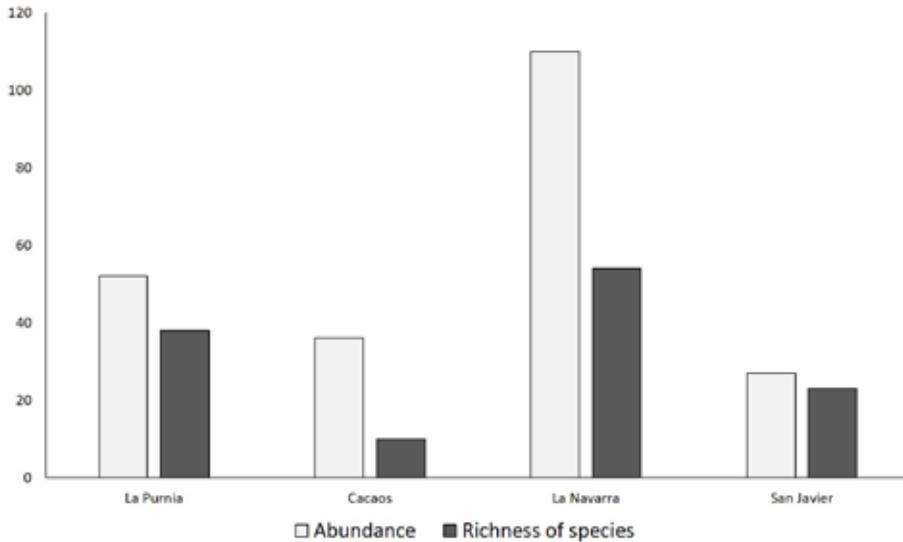


Figure 4. Abundance and richness of species in the sampling places.

the most of which are those registered for the low areas. Another explanation for not having more species in common, may be related to the phenology of species and the season of the year in which the samplings were carried out. In this way, it could be affirmed that both works are complementary in terms of species inventory and altitude gradient; Casa-Pinilla *et al.* (2017) sampled between 280 and 1,200 masl and the present manuscript presents results of a gradient between 948 and 1,700 masl. In this order of ideas, both works are complementarity to better understand the composition of the lepidoptero fauna of the area.

Appendix 1 presents the list of species in the study area, classified under **abundant** species: more of 10 records; **common** species: 6–10 records; **scarce** species: 2–5 records; and **rare** species: only one record (Fagua, 1996; Henao, 2006; Henao

& Stiles, 2018). We observed that only 2.11% of species were abundant, while 3.16% were common, 48.41% were scarce and 46.32% rare. The species with greatest abundances were *Euptychoides saturnus* (26) and *Hermeuptychia hermes* (11). On the other hand, 43 species were represented by only one specimen and they were considered in the category rare, for example *Adelpha irmina*, *Araucacus togarna*, *Archaeoprepona demophon*, *Catonephele numilia*, *Dismorphia amphione*, *Dismorphia crisia*, *Doxocopa pavon*, *Dynamine artemisia*, *Euptoieta claudia*, *Hamadryas feronia*, *Hamadryas fornax*, *Heraclides astyalus*, *Leucochimona lepida*, *Pseudopieris nehemia*, *Pseudopieris viridula* and *Rekoa meton*.

Appendix 2 shows some species of butterflies collected in La Honda basin. Most of the collected species are widely distributed and have historically been recorded for open

areas. Within the registered species, only a few are historically related to conserved forest areas, such as *Fountainea ryphea*, *Heracles astyalus*, *Lycorea halia* and *Memphis moruus*. The low presence of species of forested areas could be explained by the high level of fragmentation of forests in La Honda basin, and it highlights the urgent need to reforest deteriorated areas and protect some remnants that still exist. It is important to highlight the presence of *Pseudoscada timma* which has a restricted distribution between Colombia and Venezuela, *Forsterinaria inornata* endemic species for Colombia and *Eumaeus godartii* whose host, *Zamia encephalartoides* (Zamiaceae), is an endemic plant of the dry forest near the Chicamocha canyon (González, 2004).

In the localities of Tropical dry forest (bs-T) samplings, San Javier and La Purnia, were recorded six species that were not reported for this important and fragile biome by Henao-Bañol & Gantiva (2020). In this way, the present investigation expand the list of species for dry forests of Colombia. We add to that list to *Calefelis inca*, *Dynamine racidula*, *Eurema gratiosa*, *Leucochimona lepida*, *Orthos orthos* and *Pyrgus oileus*.

#### *Analysis of inventory quality*

The potential richness according to the adjusted Clench curve was 167.13 species (Fig. 5), the proportion of observed species was 56.24%, and the estimated sampling effort

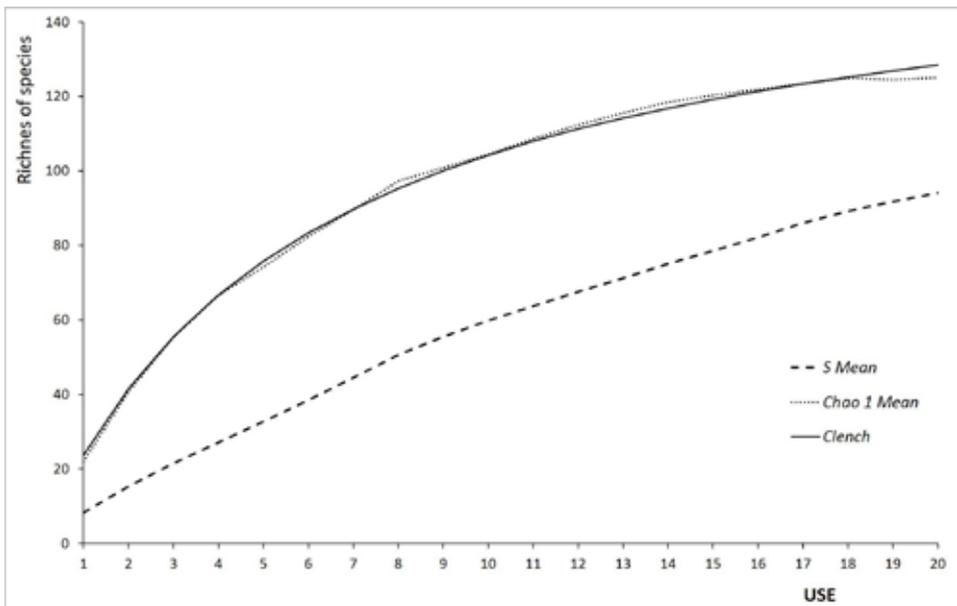


Figure 5. Analysis of inventory quality. *S Mean*: curve of observed richness randomized; *Chao 1 Mean*: curve of potential richness obtained with the nonparametric estimator Chao1; *Clench*: Adjusted curve to the asymptote Clench [ $y = (27.69 \cdot x)/(1+0.17 \cdot x)$ ]; Standard error: 1.44; Coefficient of correlation: 0.99.

Table 1. Summary of analysis of inventory quality for each sampling site.

PLACES	Observed richness	Potential richness	% Observed species	Sampling effort	Coefficient of correlation
Cacaos	11	63.81	17.24	96.40	0.999
La Navarra	55	93.56	75.58	99.97	0.999
La Purnia	38	78.55	26.20	99.30	0.999
San Javier	23	68.13	50.66	99.81	0.953

of 99.82%. With these calculated values, the sampling could be considered relatively appropriate, but also, that obviously there are species still to be reported in the sampling area. In addition, we did analysis of inventory quality in each sampling area, resulting in that all areas more collections are required to establish a list of species that represents the real richness of La Honda basin.

Although the results to La Navarra was acceptable with 75.58% of observed species (potential richness = 93.56), the results for other sampling areas support the need to increase collections in the study zone, considering the possibility of making them at different season of the year. Table 1 resumes the results of analysis of inventory quality in each sampling area.

### Structure and composition of butterfly communities at sampling places

Regarding the butterfly communities in the four sampling localities in La Honda basin, La Navarra presented the highest values of abundance, richness of species (observed and potential), dominance and equity (Table

2), which could be explained by the extension and quality of the forest. It stands out that the abundance of butterfly community collected in La Navarra was more equally distributed than the other localities. The comparison with other localities at similar altitudes, specifically La Tigra and Planadas in Playonero river basin (Villalobos-Moreno *et al.*, in prep.), El Diviso and La Esperanza in Frio river basin (Villalobos-Moreno & Salazar, 2020a) and Puente Rojo in Tona river basin (Villalobos-Moreno & Salazar, 2020b), shows that all parameters of diversity in the four localities of La Honda basin are low, which could be explained by the high level of forest fragmentation, as well as the limited sampling effort that was established by the characterization project for this basin.

### Comparison between the sampling places

The inventories comparison established that the communities of butterflies are different between the four sampling areas. A slight similarity was observed between La Navarra and La Purnia (Fig. 6), possibly because of the size and complexity of forests, but also due to the altitudinal and geographical

Table 2. Parameters of diversity established to the sampling localities in La Honda basin, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia, compared to localities on similar altitudes. *Ab*: Abundance; *Ro*: Richness observed of species; *No*: Richness potential of species; *N1*: Number of abundant species; *N2*: Number of very abundant species.

PLACES	Altitude masl	Parameters of diversity				
		Ab	Ro	No	N1	N2
Cacaos	1,700	36	11	63.81	4.67 ( $\pm 0.97$ )	2.83 ( $\pm 0.39$ )
La Navarra	1,510	110	55	93.56	45.82 ( $\pm 2.45$ )	39.80 ( $\pm 0.08$ )
La Purnia	1,237	52	38	78.55	34.51 ( $\pm 2.22$ )	30.73 ( $\pm 0.13$ )
San Javier	948	27	23	68.13	21.99 ( $\pm 1.34$ )	20.83 ( $\pm 0.17$ )
La Tigra	880	120	51	74.70	41.28 ( $\pm 2.66$ )	31.86 ( $\pm 0.16$ )
Planadas	1,020	120	53	85.11	40.40 ( $\pm 2.74$ )	31.44 ( $\pm 0.11$ )
La Esperanza	1,050	231	75	134.70	47.35 ( $\pm 3.09$ )	29.56 ( $\pm 0.21$ )
Puente Rojo	1,700	168	72	165.20	52.44 ( $\pm 3.40$ )	36.66 ( $\pm 0.16$ )
El Diviso	1,733	152	62	100.96	47.59 ( $\pm 2.89$ )	36.10 ( $\pm 0.13$ )

proximity. Cacaos, where sampling was done in a coffee cultivation with shade and organic management, presents the biggest differences with respect to the other sampling places, which can be explained by the homogeneity of this agricultural system.

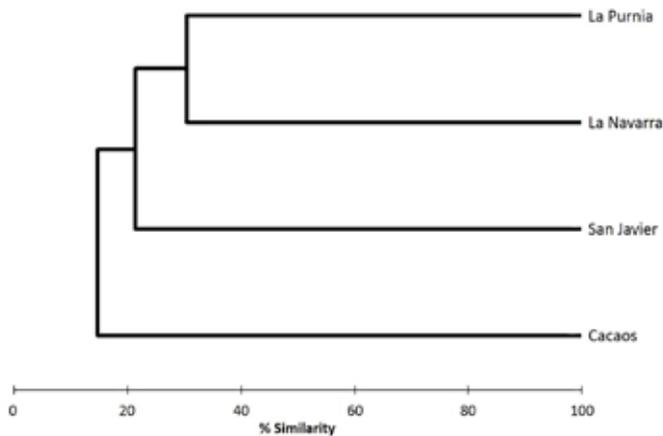


Figure 6. Analysis of Similarity between the sampling places in La Honda basin, Santander.

## Conclusions

Although the collections were not made in a specific project of lepidopterology, but in general collections of insects in the study site, the present manuscript has an important contribution to knowledge northeastern butterflies in Colombia. The analysis of inventory quality shows that there are still species to be reported to the study site, which allows proposing new samplings in the studied areas and other rural areas, as well as during different seasons. The data provided in this investigation can be an important start to carry out deepening work and as supply to establish preservation programs in the study site.

## Acknowledgements

Thanks to Gonzalo Andrade-Correa in ICN-UNAL for the support in the identification of species. To Julio Enrique Mantilla Serrano for the support to carry out the project of Characterization of La Honda basin. To Aldrin Darío Espinosa, Juan Carlos Hernández and Edgar Bueno for the field and lab work. To Abril-Pedraza family for the hospitality in the sampling days. To John Jairo Díaz Alyson Hatfiel and Luz Stella Amaya for the observations to this manuscript. Special thanks to Daniel “Hawk” Ramírez for the invaluable contributions in the development and analysis of this investigation, without you, science would not be the same. To Reis!

Appendix 1. List of species of butterflies and categories. N: Total abundance, CT: Category. A: Abundant, C: Common, E: Scarce, R: Rare.

Family	Specie	N	CT
Hesperiidae	<i>Chioides catillus catillus</i> (Cramer, 1779)	2	E
	<i>Cogia</i> sp.	1	R
	<i>Dalla</i> sp.	1	R
	<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)	2	E
	<i>Heliopetes laviana</i> (Hewitson, 1868)	1	R
	<i>Orthos orthos</i> (Godman, 1900)	2	E
	<i>Pyrgus oileus</i> (Linnaeus, 1767)	5	E
	<i>Pyrrhopyge aziza</i> Hewitson, 1866	2	E
	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)	4	E
	<i>Urbanus simplicius</i> (Stoll, 1790)	6	E
	<i>Vettius coryna</i> (Hewitson, 1866)	1	R

Papilionidae	<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	4	E
	<i>Heraclides anchisiades ideaus</i> (Fabricius, 1793)	1	R
	<i>Heraclides astyalus</i> (Godart, 1819)	1	R
	<i>Heraclides paeon</i> (Boisduval, 1836)	1	R
	<i>Heraclides thoas</i> (Linnaeus, 1771)	2	E
Pieridae	<i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)	4	E
	<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)	5	E
	<i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)	2	E
	<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	1	R
	<i>Eurema gratiosa</i> (Doubleday, 1847)	1	R
	<i>Eurema phiale</i> (Cramer, 1775)	2	E
	<i>Melete lycimnia</i> (Cramer, 1777)	1	R
	<i>Dismorphia amphione praxinoe</i> (Rosenberg & Talbot, 1914)	1	R
	<i>Dismorphia crisia foedora</i> (Lucas, 1852)	1	R
	<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)	1	R
	<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1758)	4	E
	<i>Pseudopieris nehemia nehemia</i> (Boisduval, 1836)	1	R
	<i>Pseudopieris viridula viridula</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	1	R
	<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)	2	E
<i>Pyrisitia venusta</i> (Boisduval, 1836)	7	C	
Lycaenidae	<i>Apuecla</i> sp.	5	E
	<i>Arawacus togarna</i> (Hewitson, 1867)	1	R
	<i>Eumaeus godartii</i> (Boisduval, 1870)	1	R
	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	2	E
	<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)	2	E
	<i>Rekoa meton</i> (Cramer, 1779)	1	R

Riodinidae	<i>Calephelis inca</i> McAlpine, 1971	2	E
	<i>Esthemopsis clonia</i> C. Felder & R. Felder, 1865	2	E
	<i>Leucochimona lepida</i> (Godman & Salvin, 1885)	1	R
	<i>Melanis marathon</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	4	E
Nymphalidae	<i>Actinote parapheles</i> Jordan, 1913	4	E
	<i>Actinote pellenea equatoria</i> (H. Bates, 1864)	4	E
	<i>Adelpha alala completa</i> Fruhstorfer, 1907	2	E
	<i>Adelpha irmina tumida</i> (A. Butler, 1873)	1	R
	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)	2	E
	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	1	R
	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	1	R
	<i>Castilia ofella</i> (Hewitson, [1864])	2	E
	<i>Catonephele numilia</i> (Cramer, 1775)	1	R
	<i>Catonephele nyctimus</i> (Westwood, 1850)	2	E
	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)	2	E
	<i>Cissia terrestris</i> (A. Butler, 1867)	1	R
	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	2	E
	<i>Danaus gilippus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	1	R
	<i>Diaethria clymena dodone</i> (Guenée, 1872)	1	R
	<i>Doxocopa pavon</i> (Latreille, [1809])	1	R
	<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)	1	R
	<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	2	E
	<i>Dynamine agacles</i> (Dalman, 1823)	2	E
	<i>Dynamine artemisia</i> (Fabricius, 1793)	1	R
	<i>Dynamine racidula</i> (Hewitson, 1852)	6	E
	<i>Episcada salvinia apia</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	1	E
	<i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1775)	1	R
	<i>Euptychoides saturnus</i> (Butler, 1867)	26	A
	<i>Forsterinaria inornata</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	4	E

<i>Fountainea ryphea ryphea</i> (Cramer, 1775)	3	E
<i>Greta andromica andromica</i> (Hewitson, [1855])	1	R
<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	1	R
<i>Hamadryas fornax</i> (Hübner, [1823])	1	R
<i>Heliconius charithonia</i> (Linnaeus, 1767)	2	E
<i>Heliconius clysonimus</i> Latreille, [1817]	3	E
<i>Heliconius cydno cydno</i> (E. Doubleday, 1847)	3	E
<i>Heliconius erato hydara</i> (Hewitson, 1867)	1	R
<i>Heliconius hecale anderida</i> (Hewitson, [1853])	2	E
<i>Heliconius melpomene</i> (Linnaeus, 1758)	2	E
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	11	A
<i>Hyposcada virginiana neustetteri</i> Bargmann, 1928	2	E
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	3	E
<i>Lycorea halia atergatis</i> Doubleday (1847)	1	R
<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)	1	R
<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)	1	R
<i>Mechanitis menapis</i> Hewitson, [1856]	2	E
<i>Megeuptychia antonoe</i> (Cramer, 1775)	5	E
<i>Memphis moruus phila</i> (H. Druce, 1877)	2	E
<i>Morpho helenor peleides</i> Kollar, 1850	2	E
<i>Nīca flavilla</i> (Godart, [1824])	1	R
<i>Oressinoma typhla</i> E. Doubleday, [1849]	3	E
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	1	R
<i>Pedaliodes phrasis</i> Grose-Smith, 1900	1	R
<i>Pseudoscada timna</i> ssp.	2	E
<i>Pteronymia latilla latilla</i> (Hewitson, [1855])	1	R
<i>Pteronymia aletta aletta</i> (Hewitson, [1855])	1	R
<i>Tégosa anieta</i> (Hewitson, 1864)	3	E
<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)	1	R

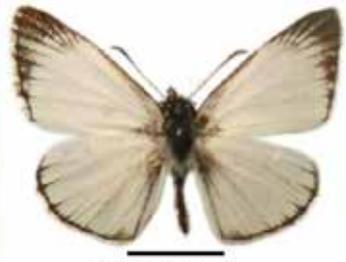
Appendix 2. Some butterflies collected in La Honda basin, Mesa de Los Santos, Santander, Colombia. Scale = 1cm.



*Chioades catillus*



*Heliopetes orsalte*



*Heliopetes laviana*



*Battus polydamas*



*Heraclides astyalus*



*Heraclides paeon*



*Eurema albula*



*Eurema elathea*



*Eurema phiale*



*Melete lycimnia*



*Dismorphia amphione*



*Dismorphia crisis*



*Phoebis philea*



*Pseudopieris nehemia*



*Pseudopieris viridula*



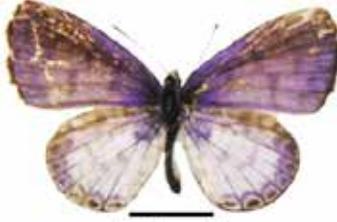
*Pyrisitia proterpia*



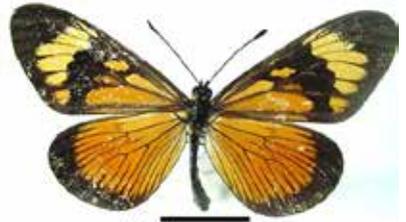
*Pyrisitia venusta*



*Arawaucus togardo*



*Leptotes cassius*



*Actinote parapeles*



*Actinote pelenea*



*Adelpha irmina*



*Anarthia jatrophae*



*Archaeoprepona demophon*



*Catonephele numilia*



*Catonephele nyctimus*



*Chiosyne lacinia*



*Colobura dirce*



*Danaus gilippus*



*Diaethria clymena*



*Dryadula phaetusa*



*Dryas iulia*



*Euptychoides saturnus*



*Fountainea ryphea*



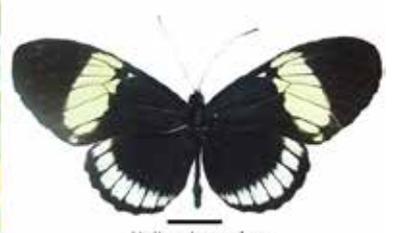
*Hamadryas feronia*



*Heliconius charithonia*



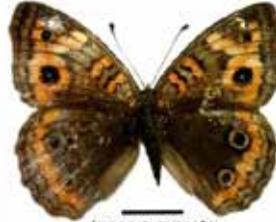
*Heliconius clysonimus*



*Heliconius cydno*



*Heliconius erato*



*Junonia evarete*



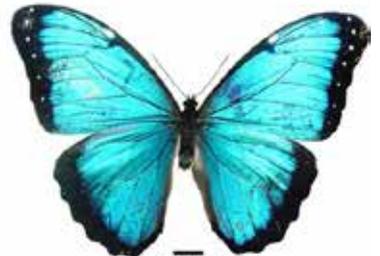
*Lycorea halia*



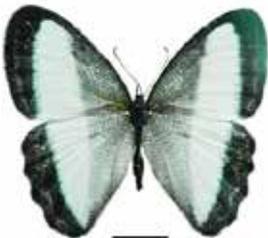
*Magneptychia libye*



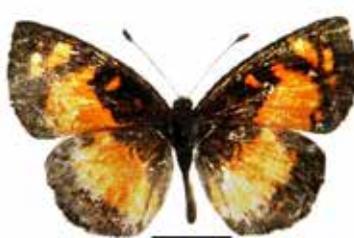
*Memphis moorus*



*Morpho helenor*



*Oressinoma typhla*



*Tegosa anieta*



*Vanessa virginiensis*

## References

- Agudelo-M., J. C. and Pérez-Buitrago, N. 2015. Notas acerca de la distribución de Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea) en el norte de la Orinoquia colombiana. *Boletín Científico Museo Historia Natural Universidad de Caldas*, 19(1): 203-214.
- Andrade-C., M. G. 1990. Clave para las familias y subfamilias de Lepidóptera Rhopalocera de Colombia. *Caldasia*, 16(77): 197-200.
- Andrade-C., M. G. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 35: 491-507.
- Arbeláez-Cortez, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity: Published and indexed. *Biodiversity and Conservation*, 22: 2875-2906.
- Brown, K. S., Jr. 1991. *Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators*. Pp 349-404. In: Collins, N. M. and Thomas, J. A. (Ed.). *Conservation of Insects and their Habitats*. Academic Press, London. 449 pp.
- Brown, Jr. K. S. and Freitas, A. V. L. 2002. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, Sao Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 6: 217-231.
- Calderón-Rueda, J. C. 2011. *Quebrada la Honda del municipio de Los Santos Santander, un laboratorio pedagógico para el bienestar de la comunidad rural La Granja*. Master work. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 101 pp.
- Campos-Salazar, L. R., Gómez-Bulla, J. and Andrade-C, M. G. 2011. Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las ciénagas del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 35: 45-60.

Casas-Pinilla, L. C., Mahecha-J., O., Dumar-R., J. C. and Ríos-Málaver, I. C. 2017. Diversidad de mariposas en un paisaje de bosque seco tropical, en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revta. lepid.*, 45 (177): 83-108.

Chao, A & Shen, T. J. 2009. Program SPADE (Species prediction and diversity estimation). Access date: 25 Aug. 2019. Available in: <http://chao.stat.nthu.edu.tw>

Colwell, R. K. [Internet]. 2000. EstimateS v. 6.ob1. Access date: 20 Aug. 2019. Available in: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>

Constantino, L. M. 1997. *Lepidópteros diurnos del Chocó biogeográfico: diversidad, alternativas productivas y estrategias de conservación*. Pp 47-74. Memories XXIV CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA. Pereira, Colombia. 218 pp.

Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Pérez-Arbeláezia*, 2(8): 155-289. DeVries, P. 1987. *The Butterflies of Costa Rica and their natural history, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princenton University Press, Princeton. 327 pp.

Fagua, G. 1996. Comunidad de mariposas y artropofauna asociada con el suelo de tres tipos de vegetación de la Serranía de Taraira (Vaupés, Colombia). Una prueba del uso de mariposas como bioindicadores. *Revista Colombiana de Entomología*, 22(3): 143-151.

González, F. A. 2004. Herbovoría en una gimnosperma endémica de Colombia, *Zamia encephalartoides* (Zamiaceae) por parte de *Eumaeus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 28(107): 233-243.

Gotelli, N. and Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.

Henao, E. 2006. Aproximación a la distribución de mariposas del departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidoptera) con base en zonas de vida. *Boletín Científico Museo Historia Natural Universidad de Caldas*, 10: 279-312.

Henao, E. and Stiles, F. 2018. Un inventario de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de dos reservas altoandinas de la Cordillera Oriental de Colombia. *Revista Facultad Ciencias*, 7(1): 71-87.

Holdridge, L. R. 2000. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 216 pp.

Huertas, B. and Arias, J. J. 2007. A new butterfly species from the Colombian Andes and a review of the taxonomy of the genera *Idioneurula* Strand, 1932 and *Támania* Pyrcz, 1995 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Zootaxa*, 1652: 27-40.

Hyams, D. [Internet]. 2009. CurveExpert v1.40. Access date: 25 Aug. 2019. Available in: <http://www.curveexpert.net/>

Jiménez-Valverde, A. and Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.

Jost, L. 2010. The relation between Evenness and Diversity. *Diversity*, 2: 207-232.

Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*, 2(2): 203-217.

Kremen, C. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications*, 4: 407-22.

Kremen, C., Merenlender, A. M. and Murphy, D. D. 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 8: 388–97.

Lamas, G. 2004. *Checklist of Neotropical Lepidoptera, Part 4A, Hesperioidea- Papilionoidea*. Association for Tropical Lepidoptera. Gainesville, USA. 439 pp.

Le Crom, J. F., Constantino, L. M. and Salazar, J. A. 2002. *Mariposas de Colombia, Papilionidae*. Carlec Ltda., Bogotá, Colombia. 119 pp.

Le Crom, J. F., Constantino, L. M. and Salazar, J. A. 2004. *Mariposas de Colombia, Pieridae*. Carlec Ltda., Bogotá, Colombia. 113 pp.

Llorente, B. J. and Martínez, A. L. 1998. *Análisis conservacionista de las mariposas mexicanas Papilionidae (Lepidoptera, Papilionoidea)*. Pp 149–178. In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. and Fa, J. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 291 pp.

Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer in methods and computing*. Wiley Interscience Pub., New York, USA. 368 pp.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, USA. 179 pp.

Maso, A. and Piojan, M. 1997. *Observar mariposas*. Editorial Planeta, Madrid, España. 317 pp.

Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. and Pavón, N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249–126.

Neild, A. 1996. *The butterflies of Venezuela. Part I: Nymphalidae I (Limenitidinae, Apaturinae, Charaxinae)*. Meridian Publications, London, UK. 144 pp.

Neild, A. 2008. *The butterflies of Venezuela. Part II: Nymphalidae II (Acraeinae, Libytheinae, Nymphalinae, Ithomiinae and Morphinae)*. Meridian Publications, London, UK. 149 pp.

Núñez, R. and Barro, A. 2003. Composición y estructura de dos comunidades de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) en Boca de Canasi, La Habana, Cuba. *Revista Biología*, 17(1): 8-17.

Oliver, I. and Beattie, A. J. 1996. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. *Ecological Applications*, 6: 594-607.

Ospina-López, L. A. 2014. *Estructura de la comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en distintos tipos de hábitats en la cuenca del río Lagunillas (Tolima - Colombia)*. Degree work, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 110 pp.

Palacios, M. and Constantino, L. M. 2006. Diversidad de lepidópteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural El Pangan, Nariño, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 10: 258-278.

Pardo-Locarno, L. C. and Villalobos-Moreno, A. 2016. Chiasognathini colombianos: Redescripción y adiciones a la distribución de *Sphaenognathus rotundatus* Lacroix y *Sphaenognathus prionooides* Buquet (Coleoptera: Lucanidae). *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 20(2): 217-231.

Primer Ltd. [Internet]. 2006. PRIMER 6. Access date: 25 Aug. 2019. Available in: <http://www.primer-e.com/>

Ramírez, L., Chacón, P. and Constantino, L. M. 2007. Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 3(1): 54-63.

Rangel-CH., J. O. 1995. *Colombia diversidad biótica I. clima, Centros de concentración de especies, fauna*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 442 pp.

Triplehorn, C. H. and Johnson, N. F. 2005. *Borrer and DeLong's Introduction to the study of insects*. 7th Ed. Thomson Brooks/Cole, USA. 864 pp.

Villalobos-Moreno, A. 2013. Nueva especie de mariposa (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae) para los Andes colombianos. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 17(1): 268-275.

Villalobos-Moreno, A. 2017. *Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) de un robleal asociado al Parque Natural Regional de Santurbán*. Doctoral thesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 192 pp.

Villalobos-Moreno, A., Agudelo, J. C. and Salazar-Escobar, J. (in prep.). Mariposas (Lepidoptera: Papilionidae) de un bosque seco tropical en la cuenca del río Playonero, Andes nororientales de Colombia.

Villalobos-Moreno, A., Céspedes, J. C. and Agudelo, J. C. 2012. Mariposas (Lepidoptera: Papilionidae) depositadas en las colecciones entomológicas de la CDMB y la Universidad Industrial de Santander. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1): 167-170.

Villalobos-Moreno, A., Cepeda-Olave, N. E., Pardo-Locarno, L. C. and Gómez, I.J. 2013. Contribución al conocimiento de la familia Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en Santander, Colombia. *Revista Agricultura Tropical*, 36(3-4): 37-45.

Villalobos-Moreno, A. and Gómez, I. J. 2015. Contribución a la distribución de las mariposas del género *Morpho* Fabricius, 1807 (Lepidoptera: Nymphalidae: Morphinae) en el nororiente del departamento de Santander (Colombia) y estudio de su genitalia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 19(2): 281-289.

Villalobos-Moreno, A., Pardo-Locarno, L. C., Cabrero-Sañudo, F. J., Ospina-Torres, R. and Gómez, I. J. 2016. Inventario preliminar de los escarabajos de la familia Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en un robleal del nororiente de los Andes colombianos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 58 (1): 159-167.

Villalobos-Moreno, A. and Salazar-Escobar, J. 2020a. Contribución al conocimiento de los Lepidoptera de la cuenca de río Frío, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP revista lepid.*, 48(189): 153-166.

Villalobos-Moreno, A. and Salazar-Escobar, J. 2020b. Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de un bosque Andino en la vertiente oriental de la cuenca de río Tona, Santander (Colombia). *Anales de Biología*, 42: 75-84.

Walther, A. and Moore, J. L. 2005. The concepts of bias, precisión and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 815-829.



# USO DE HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA ESTABLECER LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE UNIDADES DE PAISAJE EN UN SECTOR DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO - CAUCA

## Use of geographical information systems tools to establish the ecological zoning of landscape units in a sector of the municipality of Timbío - Cauca

Julieth Alexandra Chacón Paja<sup>1</sup>  
Carolina Bambagüé Caicedo<sup>2</sup>  
Older Enrique Arboleda Riascos<sup>3</sup>

*1 Ingeniera Forestal, grupo Unidad de Investigación en Ecología Tropical UNIET, Programa de Ecología, Fundación Universitaria de Popayán. Dirección: Calle 73AN 12ª63 CASA D6. Villas de San Sebastián. Popayán, Cauca.  
E-mail: julieth.chacon@docente.fup.edu.co*

*2 Ecóloga, Programa de Ecología, Fundación Universitaria de Popayán.  
E-mail: carobc14@gmail.com*

*3 Ecólogo, Programa de Ecología, Fundación Universitaria de Popayán.  
E-mail: oldero4@hotmail.com*

### Resumen

La zonificación ecológica considera el paisaje como una entidad espacio temporal integrada, contribuyendo a presentar la dinámica de los procesos ecológicos y funcionamiento del mismo haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ya que permiten conocer, planear y ordenar el territorio. Este

---

#### *Historia del artículo*

Fecha de recepción:  
10/06/2020

Fecha de aceptación:  
16/07/2020

estudio se realizó en el Jardín Botánico de Popayán (JBP) y su área de influencia, donde se desarrollan procesos de investigación y educación ambiental que hacen parte de la zona de conservación perteneciente a la sede campestre de la Fundación Universitaria de Popayán (FUP), en la vereda Los Robles, como un modelo a pequeña escala para la zonificación ecológica de las unidades de paisaje del municipio de Timbío (Cauca). Por lo anterior, se hizo uso de los SIG y revisión de información secundaria del área de estudio para la obtención de siete mapas finales que evidencian las unidades de paisaje, coberturas vegetales, uso actual de suelo, aptitud de suelo, conflicto de uso de suelo y finalmente la espacialización de la zonificación ecológica. Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes zonas (Z): Z de especial significado ambiental (31,6 ha); Z de recuperación ambiental (4,4 ha); Z de riesgo y amenazas (0,2 ha); Z de producción económica (7,7 ha) y Z de importancia social (3,6 ha). Permitiendo establecer estrategias de conservación para el JBP, bajo tres líneas operativas, cada una con un proyecto a emprender: 1. Línea de investigación: La biodiversidad como estrategia de conservación en el JBP; 2. Línea de educación ambiental: La educación ambiental como herramienta pedagógica para la conservación de la biodiversidad; 3. Línea de uso sostenible de la biodiversidad: El desarrollo sostenible un tema importante en la conservación de biodiversidad.

*Palabras clave:* Ecología del paisaje; zonificación ecológica; coberturas vegetales; conservación; Sistema de Información Geográfico SIG

## Abstract

Ecological zoning considers the landscape as an integrated temporal space entity, helping to present the dynamics of ecological processes and the operation of the same by making use of geographic information systems (G.I.S) since it allows knowing, planning and ordering the territory. This study was carried out in the Botanical Garden of Popayán (J.B.P) and its area of influence where research processes and environmental education are carried out, which are part of the conservation area belonging to the country headquarters of the Popayán University Foundation, in the Los Robles Village in order to be a small-scale model for the ecological zoning of landscape units in the Municipality of Timbío. Therefore, GIS was used and secondary information was reviewed in the study area to obtain seven final maps that show the landscape units, vegetation cover, current land use, land suitability, land use conflict, and finally, the spatialization of ecological zoning where we took into account the following areas (Z): Z. of special environmental significance (31.6 ha); Z. of environmental recovery (4.4 ha); Z. of risk and threats (0.2 ha); Z. of economic production (7.7 ha) and Z. of social importance (3.6 ha). Allowing to establish conservation strategies for the JBP, under 3 operational lines each with a project to undertake: 1. Research line: Biodiversity as a conservation strategy in the JBP. 2. Environmental education line: Environmental education as a pedagogical tool for the conservation of biodiversity. 3. Sustainable use of biodiversity line:

Sustainable development is an important issue in the conservation of biodiversity.

*Keywords:* Landscape ecology; ecological zoning; vegetation cover; conservation; Geographic Information System (SIG).

## **Introducción**

La zonificación ecológica es la base para determinar cómo se debe utilizar apropiadamente el territorio con criterios de equidad y cohesión territorial en relación con el equilibrio ambiental, por lo cual se comprende como “el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones (Villegas et al., 2015). Así mismo, la zonificación ecológica aplica fundamentos del enfoque estructural de la ecología del paisaje, al integrar de manera jerárquica características espaciales y estructurales de elementos biofísicos como el clima, geología, geomorfología, suelos y coberturas que se integran conformando unidades homogéneas de territorio con características biofísicas comunes (Serrato, 2018).

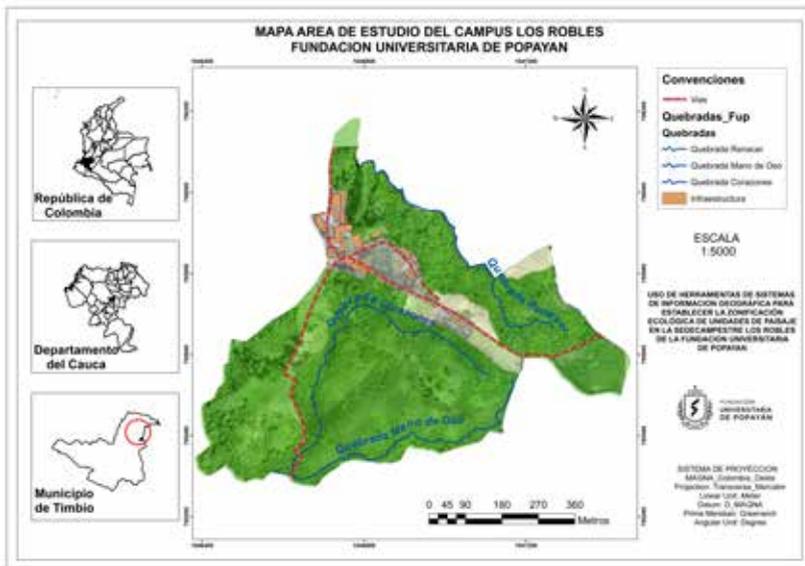
En la última década se han venido realizando estudios a nivel de Latinoamérica sobre zonificación ecológica usando los Sistemas de Información Geográfico SIG, que se han convertido en una herramienta para la planificación, cuyo uso se ha extendido por el tipo de análisis que genera y que ha

permitido la incorporación de diferentes variables para efectuar una interpretación geográfica adecuada para la planeación y organización del territorio (Marín y Salazar, 2020). Para este estudio se hizo uso de un vehículo aéreo no tripulado (dron) permitiendo obtener un producto fotogramétrico de alta resolución espacial, disminuyendo tiempos y costos en levantamientos topográficos, generando un producto geoespacial para la delimitación y caracterización de las unidades de paisaje con el fin de realizar la zonificación ecológica, siendo este un insumo base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del JBP, además de ser un modelo para la zonificación ecológica del Municipio de Timbío, en el cual se encuentran relictos de bosque subandino con características de vegetación de bosque secundario sucesional, bajo diferentes grados de intervención de actividades antrópicas evidenciadas por zonas de expansión agropecuaria y fragmentación de bosque.

## **Materiales y métodos**

### *Área de estudio*

El trabajo de campo se realizó en el Campus Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán, ubicado en la vereda Los Robles, Municipio de Timbío, a 8km del sur occidente de Popayán, departamento del Cauca y registra las siguientes coordenadas geográficas: N 02°23'28.7" W 076°39'24.9" con altitud 1850 msnm (Mapa 1). Según el sistema de clasificación de zonas de vidas de Holdridge, se clasifica en bosque subandino,



Mapa 1. Localización del área de estudio.

siendo la vegetación principal del área un relicto de bosque subandino secundario. Cuenta con un área boscosa en estado de sucesión secundaria y es considerado zona de conservación de especies nativas, con la finalidad de desarrollar procesos de investigación, conservación, exhibición y educación además esta área de estudio funciona como corredor biológico para conexión de los diferentes parches boscosos contribuyendo a la conservación de la biodiversidad.

En cuanto aspectos abióticos de la zona de estudio se mencionan los siguientes:

*a. Clima:* corresponde a tropical lluvioso, se caracteriza por presentar condiciones de tipo bimodal. Méndez y Vallejo (2003) mencionan que las épocas de lluvias fuertes son en marzo – mayo, lluvias

menos fuertes en octubre – diciembre y épocas secas en enero – febrero, junio – septiembre. Según López y Bastidas (2010), la precipitación anual promedio es de 2200mm. Temperatura media de 18.7°C; humedad relativa entre 63% – 81%. Las nubes más frecuentes son cúmulos, altocúmulos, estratocúmulos, stratus, stratusfractus y cirrostratos, permitiendo 1350 horas/año de insolación promedio (Negret et al., 1997).

*b. Hidrología:* El Jardín Botánico de Popayán tiene dos quebradas principales, Renacer y Mano de Oso, además de las quebradas corazones y Wettu; los drenajes están controlados por los ríos Robles, Timbío, Piedras y las vertientes San Jorge, El muerto, Elhato Nuevo y Cenaqueras (Güetío y Solarte, 2000). La quebrada renacer se encuentra ubicada al Noreste del Jardín Botánico con una longitud de 778 metros (Bambagüé y

Arboleda, 2017), bordea un bosque que se caracteriza por ser denso, con menor grado de conservación, empleado para actividades de guianza interpretativa del JBP, con transición de cultivos de café en su gran mayoría y zonas inundables de alta importancia para grupos de anfibios y reptiles. Cuenta con 37 especies de plantas leñosas, principalmente representadas por *Palicourea thyrsoiflora* (Cafetillo) y *Alchornea coelophylla* (Lombricero) (Chaves y Hurtado, 2019).

*c. Geología y geomorfología:* De acuerdo al estudio general de suelos para el departamento del Cauca, esta área se ubica en lomas y colinas en el paisaje de lomerío, el relieve es ligeramente ondulado a moderadamente escarpado con pendientes hasta del 75% rectas, convexas y medias. Los suelos se han derivados de capas de cenizas volcánicas discontinuas sobre rocas ígneas mixtas (andesitas, tobas, y brechas). Son bien drenados, profundos, texturas moderadamente gruesas, muy fuerte, ligeramente ácidos, alta saturación de aluminio, algunos suelos presentan erosión hídrica moderada o severa causadas por las aguas de escorrentías que forman cárcavas, están conformados por suelos Dystrudepts (35%), Hapludoxs (30%), Hapludands (25%) y Udorthents (10%) (IGAG, 2009).

Los parámetros básicos de información del territorio y la identificación previa de las unidades de paisaje existentes, permitieron la estructuración y ruta metodológica para el desarrollo de la zonificación ambiental. Se describe la ruta metodológica que se

dividió en cuatro fases como se muestra a continuación:

*Fase I. Reconocimiento zona de estudio.*

Se realizó la consulta bibliográfica de aspectos ambientales de la zona de estudio, como insumo para el análisis de los mapas obtenidos y para formular las estrategias de conservación en el JBP. Seguidamente se procedió a la fotointerpretación preliminar de imágenes provenientes de visores geográficos como Google Earth y Arcgis online, además se consultaron planchas cartográficas en formato digital y análogo del instituto Geográfico Agustín Codazzi del año 2016; en esta actividad se reconoció la zona de estudio, se registraron en GPS Garmin ETrex 30 las coordenadas geográficas y puntos de muestreo de interés, como las coberturas vegetales y microcuencas; información que permitió la delimitación del área de estudio e identificación preliminar de posibles unidades de paisaje.

*Fase II. Levantamiento y procesamiento de información espacial.*

Haciendo uso y vuelo del dron 3D Robotics Iris se tomaron coordenadas de la zona, seguidamente se dividió el trabajo en cuatro misiones, con el objetivo de captar el área de estudio. El primer vuelo capturó 75 imágenes, el segundo vuelo 74; tercer vuelo 77 y finalmente el cuarto vuelo 72, para un total de 298 fotografías que conformaron la ortoimagen de referencia del área de estudio (Figura 1). Para el procesamiento de las imágenes tomadas con el dron se utilizó el



Figura 1. Líneas de Vuelo y generación de ortoimagen con Drone 3D Robotics Iris.

programa Pix4DMapper Versión Profesional – 2017. Se llevó a cabo la generación de la nube de puntos, conocido como modelo digital de superficie y ortoimagen.

Una vez se obtuvo la ortoimagen de la zona de estudio, se procedió a registrar la información de y los puntos tomados con el GPS en ArcMap, aplicación principal de ArcGIS versión 10.3. En seguida se hizo la interpretación preliminar de la imagen, identificando las zonas recorridas en campo como coberturas vegetales, cómo se encuentra distribuido el territorio y otras áreas de interés. Posteriormente se utilizó la herramienta de ArcMap “Analysis tools” para realizar la edición vectorial, creando capas a partir de la fotointerpretación de la ortoimagen, además del uso de herramientas de geoprocésamiento como unión, clip e intersect, que permiten llevar a cabo diferentes análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Así se obtuvo el mapa general de la zona de estudio, mapa de unidades de paisaje, mapa de coberturas vegetales, mapa de uso actual, mapa aptitud del suelo, mapa de conflicto de uso y finalmente el

mapa de zonificación ecológica. Además, se creó e implementó la base de datos que contiene el nombre de las coberturas y unidades de paisaje de las capas que se construyeron, además de la medición de cada una de las áreas para, más adelante, realizar cambios o adicionar información relevante, que finalmente contribuyeron a la generación de la cartografía digital.

Para la clasificación de unidades de paisaje se utilizó la metodología del Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento del Cauca a Escala 1:100.000 (2009). Por otro lado, para la clasificación de coberturas se utilizó la Leyenda nacional de coberturas de la tierra, Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a Escala 1:100.000 (2010). Este sistema de clasificación consiste en una nomenclatura de tipo jerárquica, que consta de categorías con información a nivel regional, las cuales pueden ser agregadas en niveles superiores de las categorías a nivel nacional, lo cual facilita el manejo de información para la ordenación del territorio. Para este estudio se llegó hasta la clasificación 3 como nivel de detalle (IGAC, 2007).

### *Fase III. Elaboración de la cartografía.*

Para esta fase, se utilizó el software ArcGIS versión 10.3 haciendo uso de la aplicación Arcmap. Las herramientas que se utilizaron fueron: manejo de vistas, simbología y etiquetas, geoprocésamiento, layouts o planchas, proyecciones, georreferenciación y digitalización. Se procedió a la fotointerpretación de la ortoimagen con su respectiva verificación en campo para la elaboración de las distintas capas usadas para la generación de mapas, superposición de mapas iniciales y posteriormente el análisis de resultados de los mapas intermedios, continuando con la superposición de estos y el análisis de la situación actual para generar el mapa de conflicto de uso. Finalmente se elaboró la zonificación ecológica, a partir de la evaluación del área de estudio, teniendo en cuenta la información obtenida de los mapas; luego se determinaron las zonas definidas en la guía del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Metodología general para la elaboración de estudios ambientales” (2010).

### *Fase IV. Formulación de estrategias de conservación.*

A partir de la información obtenida en las etapas anteriores, se elaboró una matriz DOFA, en la cual se identificaron oportunidades, debilidades, amenazas y fortalezas, para la formulación de estrategias de conservación para el JBP, que está dentro de la zona de estudio, asimismo, se tuvo en cuenta el Plan nacional de colecciones de Jardines Botánicos en Colombia,

## **Resultados y discusión**

### *Caracterización de las unidades de paisaje.*

Para caracterizar estas unidades se tomaron en cuenta aspectos abióticos, los cuales fueron mencionados en descripción del área de estudio, y aspectos bióticos, los cuales se especifican a continuación:

#### *1. Aspectos bióticos*

*a. Formaciones vegetales:* Según la clasificación de Cuatrecasas (1958) al área de estudio pertenece a la formación vegetal de selva Neotropical – Subandina que va desde de los 1000 hasta 2400 metros y precipitaciones regularmente distribuidas de 1000 a 4000 mm anuales, las temperaturas medias anuales están entre los 23° y 16° C. La selva Subandina se divide en dos pisos altitudinales diferentes, uno a los 1400 m y el otro a los 2000 m, para los 1400 msnm se encuentran árboles de 15 a 30 m de altura de las familias Apocynaceae, Annonaceae, Araliaceae, Brunelliaceae, Burseraceae, Clusiaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Hypericaceae, Icacinaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Leguminosae, Melastomataceae, Meliaceae, Moraceae, Myristicaceae, Proteaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Solanaceae, Sterculiaceae.

*b. Flora:* De acuerdo a lo descrito por Baca y Lozano (1999), se han determinado 74 familias botánicas, entre las que sobresalen, Lauraceae, Moraceae, Melastomataceae, Bromeliácea, Araceae y Orchidaceae, de las cuales hay identificadas 122 a nivel de

género, distribuidas entre los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y epifito.

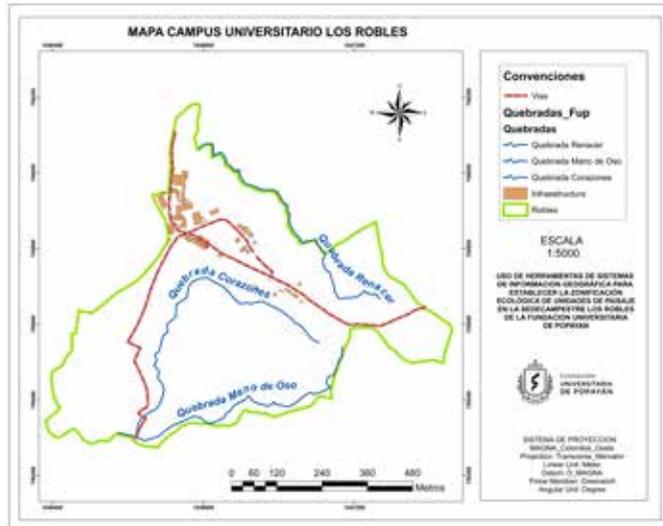
c. *Fauna*: Según lo mencionado por Alegría y Ruiz (2002), la mayor parte de la fauna corresponde a especies generalistas y/o comunes, lo cual significa que ha ocurrido pérdida o desplazamiento de especies con requerimientos estrechos o especializados de nichos. La fauna está representada por mamíferos como ardillas (*sciurus vulgaris*), zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*), conejos (*Oryctolagus sp.*) y ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*), además de las trece especies de quirópteros pertenecientes a las familias *Phyllostomidae*, *Vespertilionidae* y *Molossidae* (Castro y Zura, 2000). Aves como barranqueros (*Momotus aequatorialis*), cerrajas (*Cynocorax yncas*), tancarás (*Thraupidae sp.*), azulejos (*Thraupis episcopus*), gorriones (*Zonotrichia capensis*), toriadores (*Tyrannidae sp*) y carpinteros (*Colaptes sp*). Insectos pertenecientes a los órdenes Lepidóptera, Orthoptera. Reptiles como falsa coral (*Lampropeltis triangulum*), jueadora (*Chironius monticola*), coral (*Micrurus sp*), rabo de ají (*Micrurus mipartitus*), culebra huertera (*Sibon nebulata*) (Alegría y Ruiz, 2002). Méndez y Vallejo (2003) mencionan que la avifauna las familias más abundantes son Thraupidae, Fringillidae, Tyrannidae, Columbidae, Trochilidae, y Cuculidae. Siendo las familias relevantes para este estudio, las pertenecientes al Orden Apodiforme, la familia Trochilidae y Orden Passeriforme, las familias Traupidae, Fringilidae y Tyranidae. Por ejemplo, en el JBP, la especie de barranquero *Momotus aequatorialis*, perteneciente a la familia

Momotidae del Orden Coraciforme, es un ave simbólica y característica de la zona, la cual es muy llamativa por su tamaño y colores, además de la formación de raqueta en la punta de las plumas de la cola, la cual caracteriza a los individuos machos (dimorfismo sexual). Posee una peculiar forma de anidación, la cual se realiza en barrancos y despeñaderos.

#### *Zonificación ecológica a partir de la caracterización de unidades de paisaje.*

Recopilar y organizar los datos de campo permitió procesar y analizar la información geográfica que se muestra en el Mapa 2. Los resultados fueron: delimitación geográfica del área de estudio con un área de 44,4 ha. e identificación de una capa correspondiente a infraestructura del campus Los Robles de la FUP, con un área de 3,6 ha, distribuida en: oficinas administrativas, bienestar universitario, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de parqueadero, laboratorios biología y química, cafetería, salones de clase y salas de sistemas.

Posteriormente se señaló la capa de vías, que contiene la zona para acceder a oficinas, salones, zonas de conservación y producción, etc. Finalmente, el mapa indica tres afluentes hídricos, recurso valioso para la zona de conservación: la quebrada Renacer hace parte del límite Noroccidente del campus, y es una fuente vital de la zona ya que atraviesa el JBP, con una longitud de 778 m; quebrada Mano de Oso ubicada en el límite Sur, pasa por el bosque y tiene una longitud de 781 m; quebrada Corazones, atraviesa el campus

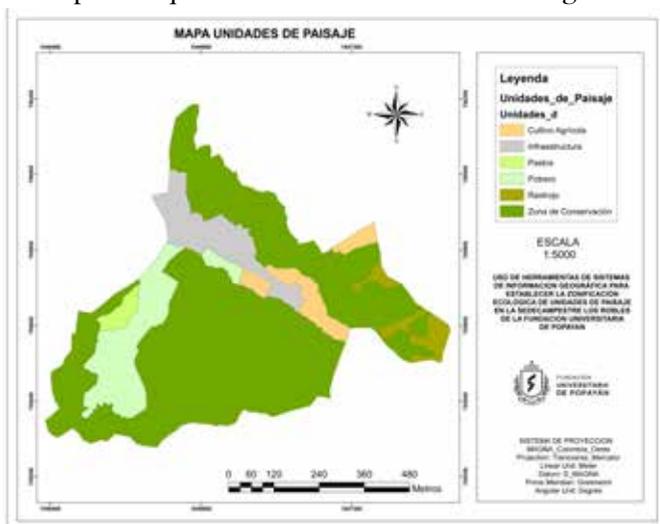


Mapa 2. Campus Universitario los Robles

universitario pasando por la zona de bosque, y limitando con áreas de potrero, tiene una longitud de 901 m.

En el Mapa 3 se presenta las principales unidades de paisaje que conforman el área de estudio. Se puede apreciar que la unidad

de paisaje con mayor extensión es la zona de conservación con un área de 3,6 ha, esta extensión obedece a que en el área de estudio se encuentra el Jardín Botánico de Popayán, por ende, los esfuerzos de conservación se ven evidenciados en el terreno real. De igual forma la vocación



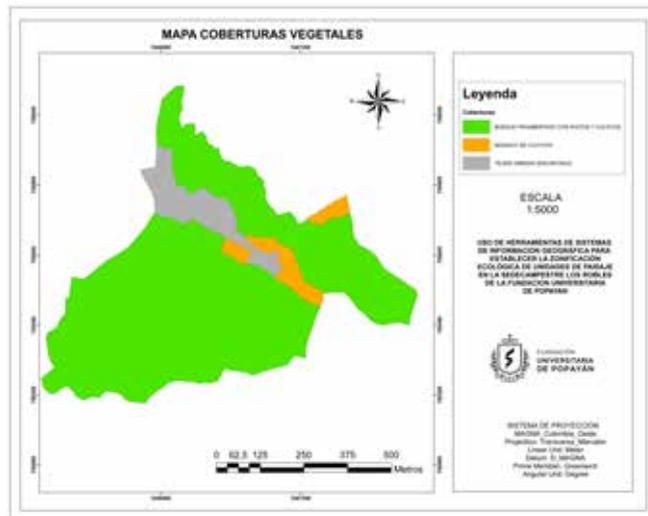
Mapa 3. Unidades de paisaje

de uso de suelo corresponde a la agroforestería, por eso hay más bosque que cultivos agrícolas.

Las coberturas vegetales identificadas (Mapa 4), son el bosque fragmentado con pastos y cultivos con un área de 38,64 ha, que sobrepasa en extensión las demás coberturas, ya que comprende territorios naturales que han tenido intervención humana. De acuerdo a lo mencionado por Calambás, (2018), la Quebrada Mano de Oso es subcuenca de la quebrada Renacer y se encuentra ubicada al Sur del Jardín Botánico, su longitud dentro del campus es de 781 metros y cuenta con un parche de bosque denso, con buen estado de conservación y alta presencia de epifitas vasculares y no vasculares. De igual manera, alberga cerca de 44 especies de plantas leñosas, representadas principalmente por su abundancia de *Palicourea thyrsoiflora*

(cafetillo) y *Meriania speciosa* (flor de mayo) (Chaves & Hurtado, 2019) y alta presencia de la planta *Oreopanax floribundum* (mano de oso) a la que debe su nombre.

Cabe mencionar que las zonas naturales corresponden al JBP y al bosque con vegetación secundaria, sin embargo, alrededor de estos se llevan a cabo diferentes actividades agropecuarias en las que se encuentran cultivos de café y plátano, cultivos que requieren manejo y fertilización, acciones que afectan el hábitat de las especies y la transformación de la estructura del bosque. El mosaico de cultivos tiene un área de 2,1 ha constituido por cultivos anuales, transitorios y permanentes, el tamaño de las parcelas es menor que 25 ha. Cabe mencionar que esta cobertura representa un área menor evidenciada en el mapa ya que los suelos son superficiales a profundos, bien drenados,



Mapa 4. Coberturas Vegetales

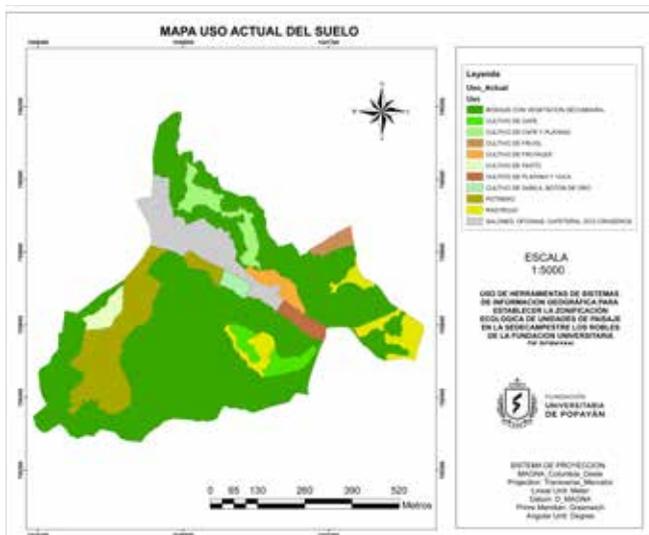
de textura moderadamente gruesa finas, asimismo, son tierras con fertilidad de baja a moderada, lo que no permite tener parcelas extensas de cultivos en el campus y por ende, una elevada producción.

En el Mapa 5 se muestra el uso actual del suelo, donde se identifican todas las parcelas que componen el paisaje del área de estudio. La extensión de los cultivos es menor, ya que los requerimientos de fertilidad son bajos. Sin embargo, los potreros y bosque con vegetación secundaria tienen mayores extensiones dada la aptitud de suelo y el origen inicial del bosque. Los pastos y rastrojos representan una extensión moderada, por la aptitud de suelo y sus bajos requerimientos de fertilidad y manejo.

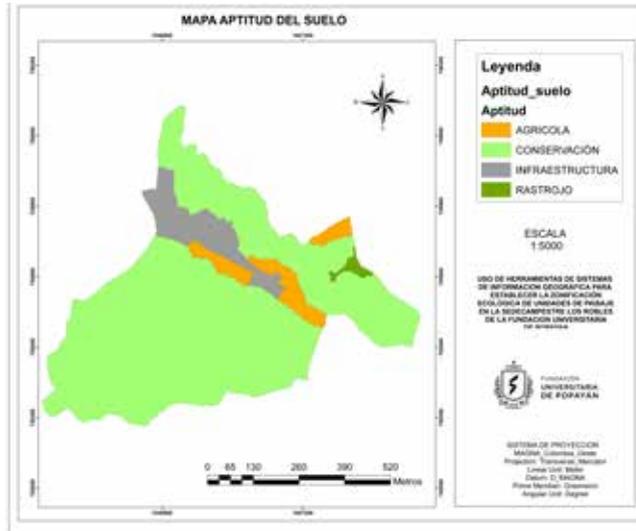
El Mapa 6 corresponde a la aptitud del suelo. Aquí se observa la división del terreno en cuatro categorías, identificadas a partir de las características propias de cada unidad

del paisaje definidas en el estudio general de suelos y zonificación de tierras para el departamento del Cauca a Escala 1:100.000 de 2009. Se identificaron así: aptitud agrícola con una extensión de 2,5 ha, conformado por pequeños terrenos destinados a la producción a baja escala; aptitud para la conservación, 37,9 ha correspondiente a las zonas naturales y bosque secundario; aptitud para infraestructura con área de 3,6 ha, que corresponde a toda la planta física del campus Los Robles de la FUP; aptitud para rastrojo, 0,3 aunque no tiene una finalidad específica, se proponen planes de restauración y corredores biológicos ya que limita con la zona de conservación y bosque secundario ya mencionada.

En cuanto al uso del suelo las tierras están utilizadas en ganadería extensiva y agricultura con cultivos de café, caña de azúcar, yuca, plátano, frutales y algunos lotes reforestados o con explotaciones forestales.



Mapa 5. Uso actual del suelo



Mapa 6. Mapa aptitud del suelo

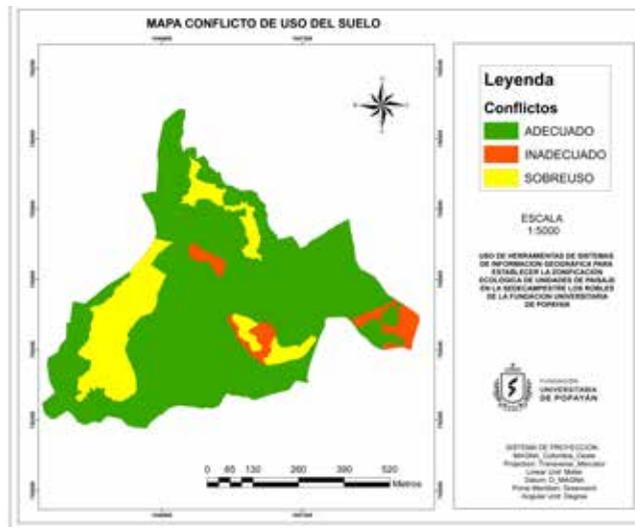
Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, algunos sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Requieren prácticas de conservación como rotación de cultivos, siembra en contorno o en fajas, aplicación de fertilizantes teniendo en cuenta la capacidad de fijación de fósforos, aplicación de cal, construcción de sequeas de ladera y adecuado manejo de pastos y ganados (IGAG, 2009). Según lo mencionado por Albear et al., (2002), las tierras del municipio de Timbío tienen vocación de agroforestería por su característica biofísica (clima, relieve, material parental, suelos, erosión) lo cual no permite la utilización exclusiva de usos agrícolas o ganaderos. Estas tierras deben ser utilizadas bajo sistemas combinados, donde deliberadamente, se mezclen actividades agrícolas, ganaderas y

forestales, en arreglos tanto especiales como temporales. Los sistemas agroforestales implican una interacción ecológica, productiva entre el componente forestal, agrícolas y/o pecuarios. Los objetivos de los sistemas agroforestales son preservar la biodiversidad, conservar o propiciar un microclima, aumentar la productividad vegetal o animal, aumentar la sostenibilidad de la explotación, diversificar la producción. Integrar la producción forestal con la producción pecuaria, disminuir los riesgos del agricultor, mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y las lluvias sobre el suelo.

En el mapa 7 se evidencia el conflicto de uso de suelo y se señalan los problemas más relevantes dentro del campus universitario. El mapa se obtuvo al intersecar el mapa de uso actual y el mapa de aptitud del suelo,

paso importante para analizar la situación ambiental. Como resultado se identificaron los criterios de clasificación, a partir del análisis del territorio, metodologías de la FAO y del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Timbío para 2006 en su capítulo de “usos potenciales del suelo y síntesis de la aptitud de los suelos para la zonificación rural”. En primera medida se define el uso adecuado, este corresponde a la óptima utilización del suelo en cuanto a manejo y vocación. Seguidamente el sobreuso o sobre carga a las condiciones del terreno, en este criterio se tiene en cuenta las acciones para mejorar el suelo. Finalmente, el uso inadecuado o inapropiado para la vocación y condiciones edáficas del suelo, en este criterio se debe cambiar las actividades y prácticas que se realizan en esa zona.

Cabe mencionar que el mapa de conflicto de uso, permitió tomar decisiones de forma integrada, así como la identificación de las unidades de área de estudio para su posterior zonificación ecológica. Se evidencia 37,7 Ha del uso adecuado del terreno, este corresponde a las zonas de conservación, infraestructura y zoo criaderos. El sobreuso con 7,6 ha corresponde a los cultivos de café, que no deberían estar en las zonas naturales, ya que su manejo y producción afectan el flujo natural de los ciclos de vida. Este criterio también se encuentra en áreas como potreros, la cual debe ser usada para establecer un corredor biológico del JBP para que conecte algunos fragmentos de bosque natural. Por último, el uso inadecuado, hace alusión a las zonas de rastrojo que deberían ser recuperadas y la zona de potrero que debería conservar la vegetación inicial.



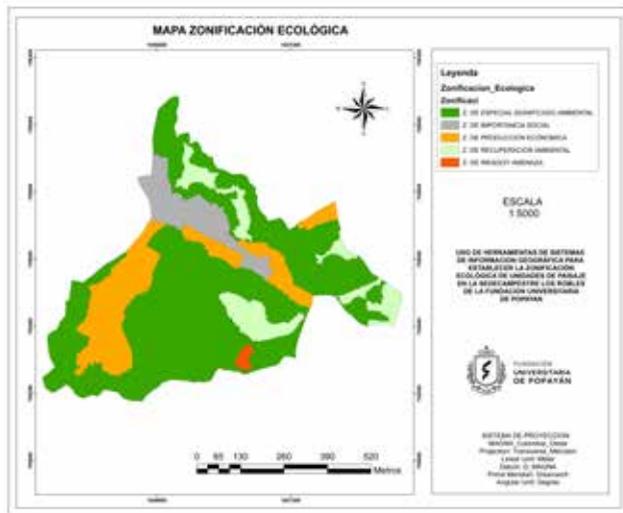
Mapa 7. Conflicto de uso del suelo.

En el mapa 8 se muestra la zonificación ecológica, condiciones físicas y aptitud de suelos que tiene el terreno. Se evidencia que en el mapa no se propuso la conservación para toda el área de estudio, sino que se respetó la organización territorial inicial, que cumple diferentes funciones. Sin embargo, la zonificación se hace con el firme propósito de que se conserve el área de interés ambiental y de que no se amplíe la zona de producción económica para no genere más impactos ambientales negativos.

También se presenta la zona de restauración, ya que se identificaron cultivos de café en la zona del JBP, pues el manejo agrícola puede intervenir en algunas conexiones con el ecosistema acuático y terrestre. Se propuso el establecimiento de barreras vivas corta vientos para el área de potrero. Seguidamente en la zona de riesgo y

amenaza se propone realizar una obra biomecánica ya que en la zona de estudio se originan deslizamiento en tiempo de alta precipitación que afectan el paso por el sendero ecológico del JBP. Cabe destacar que la zona de especial significado ambiental, tiene atributos ecológicos importantes para la funcionalidad del paisaje.

De acuerdo a lo expuesto por Baca y Lozano (1999) la vegetación del Jardín Botánico es muy biodiversa pues posee familias botánicas desde la Araceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Lauraceae, Moraceae, Melastomataceae, Orquidaceae, Poaceae hasta la Rubiaceae. Los individuos de estas familias están distribuidos en los estratos epífita, trepador rasante, herbáceo, arbustivo y arbóreo. Según Cantor y Urbano (2002), en los diferentes estratos se observa vegetación asociada con orquídeas, bromelias, musgos, líquenes, helechos, bejucos y lianas. Además,



Mapa 8. Zonificación Ecológica

el área de estudio tiene biodiversidad alta en líquenes que, de acuerdo al estudio realizado por Chilito et al., (2015) se encuentran 63 especies registradas de líquenes, de los cuales 39 están identificadas hasta especie, 21 hasta género, tres no fueron determinadas y pertenecen a 29 géneros y 17 familias. Entre las familias se destacan: Ramalinaceae, Brigantiaceae, Parmeliaceae, Coccocarpiaceae, Coenogoniaceae, Arthoniaceae, Lobariaceae, Graphidaceae, Haematommataceae, Arthoniaceae, Physciaceae, Parmeliaceae, Lecanoraceae, Collemaaceae, Malmideaceae, Pannariaceae, Porinaceae, Teloschistaceae.

También es importante resaltar la biodiversidad de aves que habitan y visitan el JBP. Según Vargas, (2014) se registran la familia Traupidea (tangaras) con siete especies, la cual tiene la mayor abundancia con 21 individuos, seguido por la familia Turdidae (mirlas) con 14 individuos Trochilidae (colibríes) con 12 individuos y Tyrannidae (atrapamosca) con 10 individuos. Las tres familias restantes presentaron una abundancia menor. Las especies más representativas respecto a su abundancia, fueron *Turdus ignobilis* con 10 individuos, seguido por *Zimmerius chrysops* con ocho individuos y *Thraupis episcopus* con siete individuos.

*Establecimiento de unidades de manejo que permitan alternativas de conservación.*

Las unidades de manejo se delimitan a partir de la información contenida en el

Mapa 7 Conflicto de uso de suelo en el Mapa 7 y en el Mapa 8 de zonificación ecológica. Estas unidades van muy ligadas a acciones que determinan y evalúan el estado natural de las zonas. En las de uso inadecuado, se proponen planes de restauración ecológica con especies nativas que no afecten el desarrollo natural del bosque. En las zonas de sobreuso se propone recuperar el suelo con correcciones de acidez, fertilización orgánica y rotación de cultivos.

*Estrategias de conservación propuestas*

Por cada una de las zonas identificadas, se proponen las siguientes alternativas de conservación que apoyen el manejo a mediano y largo plazo de forma integral con el territorio:

*Zona de especial significado ambiental:*

1. Defender procesos y sistemas biológicos que sustenten la vida de los cuales depende el desarrollo del ser humano.
2. Preservar la diversidad genética necesarios para la protección de fauna y flora.
3. Iniciar y adaptar proyectos al desarrollo sostenible a mediana y gran escala.
4. Mantener la capacidad productiva de los ecosistemas, asegurando la disponibilidad de recursos: agua, flora y fauna.
5. Motivar la investigación ecológica planta-animal.

*Zona de importancia social:*

1. Lograr el reconocimiento del valor ecológico de las zonas naturales y de conservación por parte de los habitantes de la zona.
2. Hacer uso razonable de los bienes y servicios empleados para el desarrollo de actividades productivas.
3. Desarrollar estrategias para la amplia divulgación de las políticas ambientales de cada empresa o proyecto productivo.

*Zonas de producción económica:*

1. Realizar buenas prácticas ambientales en las parcelas de cultivo.
2. Proponer y cumplir acciones encaminadas a la fertilización y producción orgánica de productos.
3. No ampliar las zonas de producción agrícola, de tal forma que en los cultivos que ya se tienen se optimicen procesos y productos.

*Zonas de recuperación ambiental:*

1. Evitar acciones que provoquen contaminación de cualquier tipo en la zona.
2. Ejercer planes de restauración ecológica con especies nativas.
3. Monitorizar y hacer seguimiento continuo de especies con especial significado funcional

*Zonas de riesgo y amenaza:*

1. Identificar en la zona de estudio riesgos y amenazas para la comunidad humana y vida silvestre.

2. Establecer políticas locales para el uso sostenible de los recursos naturales.

*Estrategias de conservación para el jardín botánico de Popayán.*

La zonificación ecológica desarrollada en esta investigación (Mapa 8), presenta la realidad actual de la zona de estudio, elemento estratégico para tomar decisiones en temas de ordenamiento ambiental territorial. Del mismo modo, permite que se apoyen y respalden estrategias de conservación enmarcadas en las líneas operativas establecidas en el Plan Nacional de Jardines botánicos.

Los jardines botánicos cumplen un papel muy importante en la conservación de los recursos genéticos a través de sus programas de investigación, educación, entrenamiento, conservación ex-situ e in-situ, expediciones al campo, etc. Para muchas plantas el cultivo en un jardín botánico puede ser la única opción de supervivencia. De acuerdo a lo mencionado por Marín y Salazar, (2020) los jardines botánicos promueven investigación relacionada con la conservación en aspectos tales como producción de semillas, dispersión, mecanismos de polinización y fenología.

En la Tabla 1 se muestran las estrategias de conservación que se proponen, a partir

Tabla 1. Estrategias de Conservación para fortalecimiento del Jardín Botánico

<b>Línea de operación</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>
Línea de investigación	La biodiversidad como estrategia de conservación en el JBP	Hacer estudios poblacionales de flora y fauna del JBP	Fortalecer los semilleros interdisciplinarios de investigación
			Identificar especies claves en los diferentes ecosistemas.
			Realizar convenios con universidades locales y regionales para que sus estudiantes realicen investigaciones y trabajo de grado.
Línea de educación ambiental	La educación ambiental como herramienta pedagógica para la conservación de la biodiversidad.	Diseñar programas de formación ambiental en contextos escolares y universitarios.	Capacitar a estudiantes y docentes en componentes de investigación en líneas de biodiversidad, conservación de flora y fauna.
			Formulación de estrategias para la recuperación y manejo de especies a través de convenios interinstitucionales.
			Publicar y dar a conocer las investigaciones, en revistas, congresos, seminarios.
			Realizar a nivel interno talleres y capacitaciones para que el personal del JBP conozca y se apropie de los procesos que se desarrollan, servicios que se ofrecen, con el objetivo de difundir este conocimiento a propios y visitantes.
			Actualizar constante ente las colecciones ex situ e in situ del JBP
			Implementar una estrategia comunicacional para dar a conocer el JBP en medios de comunicación locales y redes sociales.
Como resultado de las investigaciones, publicar guías rápidas de flora y fauna.			

			Identificar los objetos de fauna y flora y su estado de vulnerabilidad en el JBP.
			Dar a conocer la importancia de las zonas de especial interés ambiental a toda la comunidad en general, para establecer estrategias alcanzables de conservación.
Línea de uso sostenible de la biodiversidad	El desarrollo sostenible un tema importante en la conservación de la biodiversidad.	Reconocer la importancia y funcionalidad del desarrollo sostenible, como estrategia activa de conservación.	Restaurar zonas de recuperación ambiental con especies endémicas de la zona, con el objetivo de atraer especies asociadas.
			Potenciar el Jardín Botánico de Popayán, como lugar de avistamiento de aves, dado que se registra cantidad y diversidad de estas.
			Formular proyectos con fines de protección – producción, con el objetivo que generen ingresos que permitan financiar los procesos de conservación.

del Plan Nacional de Jardines Botánicos (Conocimiento, conservación, valoración y aprovechamiento de la diversidad vegetal). Por lo tanto, se propuso trabajar tres de líneas operativas. 1. Línea de investigación, 2. Línea de educación ambiental. 3. Línea de uso sostenible de la biodiversidad. Cabe destacar que son líneas que obedecen a las necesidades y condiciones que la zona de estudio ofrece. Para lograr el objetivo se proponen proyectos a corto, mediano y largo plazo.

## Conclusiones

El uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) en estudios de zonificación ecológica permite la obtención de productos fotogramétricos de alta resolución espacial,

disminuyendo tiempos y costos en levantamientos topográficos, obteniendo productos geoespaciales valiosos para realizar la fotointerpretación y generar cartografía digital que permitirá apoyar procesos en la toma de decisiones y ordenación ambiental de territorio.

La zonificación ecológica y el análisis del terreno, permitieron establecer áreas de especial significado ambiental; importancia social; recuperación ambiental; riesgo y amenaza; y producción económica en el campus universitario Los Robles de la FUP. Esto evidenció que la zonificación propicia la comprensión integral de los atributos que conforman la realidad del paisaje, con el fin de no eliminar ningún área, si no de darle un manejo adecuado que no irrumpa con el desarrollo de cada una.

La intervención antrópica en zonas de interés ambiental trae consecuencias en la transformación del paisaje. Inicialmente se modifica la vocación del suelo, hecho que altera el flujo y desarrollo natural de las especies que lo habitan. Esto da como resultado cambios en la fisionomía, estructura y composición de las coberturas vegetales.

Resultado de esta investigación, se concluye que el campus universitario Los Robles, requiere de un instrumento de planificación que permita el logro de los objetivos de conservación y la construcción constante de estrategias que promuevan la conexión ecológica entre ecosistemas, en el Jardín Botánico de Popayán y los bosques presentes en la zona.

La generación de estrategias de conservación para el JBP es importante ya que es una zona legalmente constituida dentro del Plan Nacional de Colecciones para Los Jardines Botánicos de Colombia. Así mismo, según lo mencionan Vargas et al. (2020) es una zona de especial interés ambiental pues alberga ecosistemas estratégicos; rondas; corredores biológicos; zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico; áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación; zonas de paso de especies migratorias.

## **Agradecimientos**

Al programa Innovación Cauca – Gobernación del Cauca y al programa de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán por haber brindado la posibilidad de realizar este proyecto de Investigación y a Alexander Medina por su acompañamiento y apoyo en las salidas de campo.

## **Bibliografía**

Albear, D. Anchico, G. Cruz, M. Mosquera, C. Zapata, F. González, O. 2002. Zonificación y análisis ecológico de la zona Timbío – sur de Popayán con la utilización de sensores remotos, SIG y una perspectiva desde la ecología del paisaje. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación

Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 124 pp.

Agredo, J. 2006. Zonificación ecológica como herramienta para establecer los lineamientos básicos para la formulación del plan de manejo del ecosistema de paramo, de la cuenca del río piedras municipio de Popayán. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

Alegría, B., Ruiz, Z. 2002. Composición y estructura de la avifauna en cafetales con sombrío, Vereda el Hato, Municipio de Timbío, Cauca, Colombia. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 116 pp.

Baca, A. y Lozano, L. 1999. Estructura y composición florística del área del Jardín Botánico de Popayán. Pp:25-30. Memorias, I CONGRESO COLOMBIANO DE BOTÁNICA. Santa de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 85pp

Bambagüé, C y Arboleda, E. 2017. Zonificación y análisis ecológico de las unidades de paisaje mediante la aplicación de los sistemas de información geográfico. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

Calambás, H. 2018. Evaluación del estado eco-sistémico de las coberturas vegetales asociadas a la Quebrada Renacer del Jardín Botánico de Popayán mediante bioindicadores ecológicos de la Familia (Formicidae: Hymenoptera). Tesis de pregrado Ecología. Fundación Universitaria de Popayán. Popayán – Cauca. 109 pp.

Cantor, S. y Urbano, S. 2002. Estudio de líquenes como bioindicadores de calidad de aire en la ciudad de Popayán, Departamento del Cauca, Colombia. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [Internet]. 2010. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 72 p. Disponible en: [http://portal.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia\\_presentacion\\_ea.pdf](http://portal.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf)

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia; separata de las revistas de la Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales. Vol X, No 40. Edit. Voluntad; Bogotá. 21p.

Chilito, L., Soto, E, Peña, A. 2016. Efectos del microclima en la diversidad de especies y rasgos funcionales de líquenes cortícolas en el jardín botánico de Popayán (Cauca, Colombia), *Cryptogamie, Mycologie*, 37 (2), 205-215. *Cryptogamie, mycologie* 37 (2), 205-215, <https://doi.org/10.7872/crym/v37.iss2.2016.205>

Chaves, S. y Hurtado L. 2019. *Estructura y composición de tres zonas boscosas del Jardín Botánico del campus Los Robles, Fundación Universitaria de Popayán*. Trabajo de Grado en, Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Ingeniería Forestal. Popayán – Cauca. 102 pp.

Güetio, F y Solarte, W. 2000. Densidad florística en el área de influencia Wetu, como elemento para identificación de bancos de germoplasma “in situ” en el Jardín Botánico de Popayán. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2009. Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento del Cauca. Imprensa Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2007. Fundamentos Físicos de Teledetección. Bogotá D.C: Telecentro Regional en Tecnologías Geoespaciales. p 13-15.

Juspian, Y. 2019. Diversidad y ecología de los macrohongos (Basidiomycota y Ascomycota) en el bosque subandino del jardín Botánico de Popayán de la Fundación Universitaria de Popayán, Sede Los Robles, Timbío – Cauca. Tesis de pregrado Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Popayán, Colombia. 180 pp.

López, A. 2008. Aproximaciones conceptuales y metodológicas en la identificación de requerimientos para la conceptualización de un sistema de información geográfica participativo en el resguardo indígena Ticuna Uitoto kilómetros 6 y 11 carretera Leticia – Tarapaca. Trabajo de Grado Maestría. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Catastral y geodesia. Bogotá-Cundinamarca. 128pp

Marín, M. y Salazar, A. 2020. Lineamientos generales para la planeación estratégica del Jardín Botánico de Popayán, sede Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán, Municipio de Timbío – Cauca. Tesis de pregrado Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Popayán, Colombia.

Méndez, P., y Vallejo, M. 2003. Evaluación de la presencia de líquenes foliosos cortícolas en las especies *Pinus oocarpa* y *Herocarpus Americanus* en el Jardín Botánico de Popayán. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

Negret y Torres. 1997. Caracterización climática del altiplano de Popayán. Museo de historia natural, Universidad del Cauca, CRC.

Ortiz, P. 2014. Estado de conservación del paisaje de la hacienda los Robles, vereda los Robles, Municipio de Timbío, Departamento del cauca. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 102 pp.

Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA [Internet]. 2007. Planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas de los ríos Sambingo-Hato viejo, municipios de Bolívar, Mercaderes y Florencia, departamento del Cauca. Disponible en: <http://web2018.crc.gov.co/index.php/ambiental/planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas/167-rio-sambingo-hato-viejo>

Samper, J. 2015. Plan nacional para el fortalecimiento de las colecciones vivas en los Jardines Botánicos de Colombia. Tesis maestría Gestión Ambiental, Pontificia universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá – Cundinamarca. 125pp.

Serrato, P. 2018. Zonificación ecológica como base para el diagnóstico de cuencas hidrográficas Proyecto: Estudio de imágenes satelitales en zonas tropicales para estudios geomorfológicos y de cobertura. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Oficina CIAF. Bogotá. 31pp.

Vargas, J. 2014. Estudio y comparación de la comunidad de aves (Passeriforme y Apidiforme) perteneciente al piso climático sub-Andino en la Fundación universitaria de Popayán sede Los Robles Popayán, Cauca. Trabajo de Grado en Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Ecología. Popayán – Cauca. 111 pp.

Vargas, J., Feriz, D., Chilito, L. y Chacón, J. 2020. Diversidad de aves del Jardín Botánico de Popayán, en la Fundación Universitaria de Popayán. Rev. ConCiencia. ISSN 2256-1625. Vol.10. Junio de 2020, págs. 8 – 27.

Villegas, E, Cifuentes, A, Contreras, G, y Fernández D. 2015. Ordenamiento territorial como instrumento para la zonificación ambiental a través de la Estructura Ecológica Principal. Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Ambiental, Revista de Tecnología, Journal of Technology, 14(2): 49-76.



# **EXPERIENCIAS EXITOSAS DE ASOCIATIVIDAD: UN CASO DE EMPODERAMIENTO DE LAS MUJERES RURALES Y EQUIDAD DE GÉNERO EN CADENAS DE VALOR AGRÍCOLA**

## **Successful experiences of associativity: a case of empowerment of rural women and gender equity in agricultural value chains.**

Yeny P. Silva-Jiménez<sup>1</sup>, Carlos Andrés Durán<sup>2</sup>,  
Clara Milena Concha<sup>3</sup>, Juan Diego Otero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Ecóloga, Grupo de Investigación UNIET, Programa de Ecología,  
Fundación Universitaria de Popayán,  
Dirección: Calle 69CN #8D-03 Ciudadela San Eduardo.  
Correo: yenysilva86@gmail.com*

<sup>2</sup>*Grupo de Investigación UNIET, Programa de Ecología,  
Fundación Universitaria de Popayán,  
Correo: carlos.duran@docente.fup.edu.co*

<sup>3</sup>*Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente - GITA,  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.  
Correo: clara.concha.l@uniautonomia.edu.co*

<sup>4</sup>*SENA. Popayán (Colombia)  
Correo: juandote@gmail.com*

### **Resumen**

Las mujeres rurales se encuentran en una situación de desventaja para acceder a recursos productivos y reconocimiento como productoras, proveedoras y compradoras a lo largo de las cadenas agroalimentarias. El objetivo de esta investigación fue analizar las alternativas de empoderamiento de las mujeres

---

*Historia del artículo*

Fecha de recepción:  
31/10/2020

Fecha de aceptación:  
01/12/2020

rurales e integración de equidad de género en cadenas de valor agrícola a partir de un caso de estudio de asociatividad en la Vereda San Roque (Sotará, Cauca). Para este estudio de caso se hizo el análisis de cadenas de valor a nivel macro, meso y micro, asimismo, se empleó la matriz de priorización para la toma de decisiones, como método de valoración de alternativas de empoderamiento femenino. Los resultados se confrontaron con el contexto sociocultural, político y económico en un estudio de caso. Se obtuvo que las cadenas de valor agrícola requieren ser intervenidas desde una perspectiva de género, que promueva el empoderamiento de las mujeres como productoras y que incentive su participación escalonada a lo largo de las cadenas de valor. Se presentan doce alternativas de empoderamiento que buscan mejorar la posición de las mujeres en las cadenas implementando procesos agroecológicos, transformando los roles tradicionales de las mujeres en su comunidad, pues permite desarrollar habilidades, adquirir destrezas, fortalecer conocimientos y gestionar procesos que aporten valor, para acceder a múltiples espacios, oportunidades y beneficios.

---

*Palabras Claves:* Empoderamiento femenino, equidad de género, agroecología, desarrollo rural.

---

## Abstract

Rural women are at a disadvantage to access productive resources and recognition as producers, suppliers and buyers throughout the agri-food chains. The objective of this research was to analyze the alternatives

of empowerment of rural women and integration of gender equity in agricultural value chains from a case study of associativity in the San Roque village (Sotará, Cauca). For this case study, the analysis of value chains was carried out at the macro, meso and micro levels, likewise, the prioritization matrix was used for decision-making, as a method for evaluating alternatives for female empowerment, the results were compared with the sociocultural, political and economic context in a case study. It was found that agricultural value chains need to be intervened from a gender perspective, that promotes the empowerment of women as producers and that encourages their staggered participation along the value chains. Twelve empowerment alternatives are presented that seek to improve the position of women in the chains by implementing agroecological processes, transforming the traditional roles of women in their community, since it allows them to develop skills, acquire skills, strengthen knowledge and manage processes that add value, to access multiple spaces, opportunities and benefits.

---

*Keywords:* Female empowerment, gender equality, agroecology, rural development.

---

## Introducción

La tendencia globalizada de mercados ha provocado modificaciones en el sector agrícola y alimentario, dando apertura a nuevas oportunidades de comercialización y la creación de fuertes vínculos entre grandes productores y amplios mercados. Sin embargo, las reformas agrarias han generado

a los pequeños productores, obstáculos al momento de beneficiarse del comercio nacional e internacional (ONU, 2017; FAO, 2013). En este sentido, las mujeres han encontrado más dificultades, comparado con los hombres, para acceder a recursos productivos y participar en igual medida en las cadenas de valor agroalimentarias, pese a que ellas representan el 43% de la mano de obra agrícola y participan intensamente en la producción de alimentos y cultivos comerciales en todo el mundo (FAO, 2017).

En Latinoamérica, las mujeres rurales representan el pilar productivo del sector agropecuario, ya que son con la mitad de la fuerza laboral, no obstante, tienen menos acceso que los hombres a los activos productivos y a servicios financieros (Nobre et al., 2017). Por su parte, la mujer del sector rural colombiano ha afrontado históricamente un alto índice de desigualdad social y económica, debido a las dificultades que el sistema patriarcal impone para acceder a los factores de producción, principalmente la tierra (Cediél y Morales, 2019), pues la mujer no tiene liderazgo, autoridad ni control de la propiedad. Según, la ONG Comisión Colombiana de Juristas (2011), las políticas de Estado, la legislación colombiana y la ausencia de reconocimiento social de las mujeres rurales, obstaculiza garantizar el derecho de titularidad de predios y ejercer propiedad sobre la tierra, propiciando un alto nivel de vulnerabilidad en cadenas de valor agrícola. Aun cuando se dedican a múltiples actividades de la producción y mantenimiento de cultivos, no son registradas como productoras, proveedoras y compradoras directas, sino que su trabajo se considera parte de la “ayuda

familiar”, corroborando que prevalecen desigualdades de género cuyo impacto afecta la calidad de vida de las mujeres y sus familias (Agüero et al., 2012).

En términos de justicia social, a pesar de que los derechos humanos son herramientas para reclamarla, su defensa en función del género se caracteriza por la violación de los derechos de las mujeres, esto trae como consecuencia su desempoderamiento y menor capacidad de acción, incidiendo negativamente en la toma de decisiones que mejoren sus medios de vida (KIT Agri-ProFocus e IIRR, 2013). La discriminación por motivo de género trae como consecuencia una distribución inequitativa de las ventajas, activos y oportunidades para las mujeres, enfrentando barreras culturales que provocan su marginación en educación, trabajo y remuneración. Las mujeres que participan en el engranaje del desarrollo rural, tienen poca autoconciencia y valoración de su rol productivo en sus familias, comunidades y a lo largo de las cadenas de valor (Cortínez, 2016).

Dentro de este marco, es necesario plantear un nuevo modelo de desarrollo rural, que dialogue con la vida y los derechos humanos, con mejor uso y acceso a la tierra, así como a otros recursos productivos, mediante la necesaria redistribución equitativa con enfoque de género. De esta forma se dignifican y visibilizan los escenarios donde la mujer reconoce su identidad, poder y capacidad para contribuir a la sostenibilidad de la casa común y en la reducción de la pobreza en territorios rurales (Cediél y Morales, 2019). Esto, sin duda, aporta con

acciones positivas para hombres y mujeres que permitan integrar la igualdad en las estructuras y organizaciones sociopolíticas, para dotar a las mujeres de un papel protagónico mediante el empoderamiento económico y mayor participación en la toma de decisiones de todos los ámbitos de la vida social (Duarte y García, 2016).

En este escenario, se plantea el siguiente estudio de caso, cuyo objetivo es analizar las alternativas de empoderamiento e integración de criterios de equidad de género en el fortalecimiento de cadenas de valor agrícola a través de la experiencia exitosa de asociatividad en mujeres de la vereda San Roque del municipio de Sotaró, quienes, desde lo local, han ganado espacio y participación en las dinámicas productivas, socioculturales y políticas del sector rural. Tras este análisis se plantean alternativas de empoderamiento y la importancia de la equidad de género para el desarrollo rural.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

La vereda San Roque, departamento del Cauca (Colombia), está ubicada en la parte noroccidental del corregimiento de Chapa a 15 km aproximadamente, vía al sur de Paispamba, cabecera del municipio de Sotaró. Se localiza en las coordenadas  $02^{\circ}13'$  latitud Norte y  $76^{\circ}38'$  longitud Oeste (Fig. 1). Con una altitud desde los 2300 msnm hasta los 4400 msnm aproximadamente y una temperatura promedio de  $13^{\circ}\text{C}$ . Limita al Norte con la vereda El llano de Sotaró, al Sur con la vereda

El Diviso, al Oriente con la vereda Chapa y al Occidente con la vereda Piedra de León. Su acceso es por vía terrestre y la ruta más

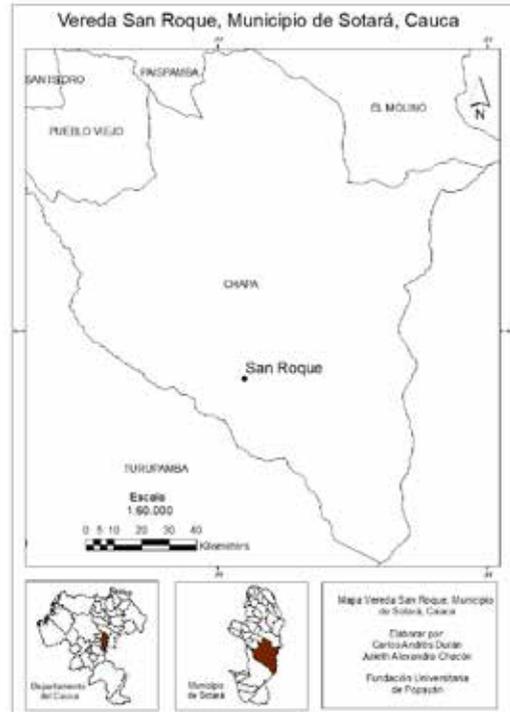


Figura 1. Mapa vereda San Roque (Fuente: elaboración propia).

concurrida es Popayán, Timbío, Paispamba, Chapa, con un recorrido de 41 km.

Históricamente, la zona ha sido un escenario dominado por terratenientes, que aprovechaban la mano de obra de campesinos para la tala de bosques y la formación de potreros para la explotación ganadera. Algunos predios fueron heredados por generaciones; otros fueron adquiridos por los campesinos de la región, luego de graves problemas de orden público y su

posterior venta. Es así como este sector dejó de pertenecer a la vereda Chapa, para convertirse en la vereda San Roque, fundada en 1985, tiempo en el que se otorga la Personería Jurídica a la primer Junta de Acción Comunal, por los campesinos agrupados en 55 familias, quienes ya venían trabajando en su organización comunitaria, con objetivos de beneficio común, como por ejemplo, la construcción de una vía de acceso al territorio.

Actualmente, habitan 35 familias de máximo cuatro integrantes cada una, muchas personas salieron de la vereda e incluso del municipio para buscar mejores condiciones de vida e ingresos económicos. Estas familias campesinas conviven con un grupo de indígenas Yanacona, proveniente del Resguardo de Río Blanco, quienes en su llamado “proceso de recuperación de tierras” invadieron una finca de gran extensión en 2002, la cual fue entregada posteriormente por parte del gobierno, junto con dos predios más. Por esto, la población mayoritaria en el territorio es indígena, agrupada en 72 familias, con las cuales poco a poco se han ido superando dificultades relacionadas con el sistema de organización, cosmovisión y derechos.

Aunque los procesos de desarrollo comunitario se dan de manera independiente, la desigualdad de género en función del trabajo rural es común en ambas. Los hombres se dedican al trabajo pesado, comercializan lo que producen, generan los recursos económicos de sobrevivencia y, por consiguiente, deciden como se gastan, además, son poseedores

de la tierra. Por su parte, las mujeres se encargan de las labores del hogar, cuidado de animales (ganado, gallinas) y cultivos de pan coger, sin recibir reconocimiento social ni económico por su labor. Esta desigualdad responde a que el dinero que se percibe se gasta de acuerdo a lo que los hombres consideran importante, sin tener en cuenta las necesidades de las mujeres. Esto evidencia, la desigualdad social y económica, la carencia de participación de las mujeres en la toma de decisiones, la vulnerabilidad social y bajo nivel de empoderamiento.

### *Métodos*

La presente investigación cualitativa es un estudio de caso (Martínez, 2011), con el cual se busca analizar desde la experiencia de la Asociación de Mujeres Emprendedoras de San Roque ASMESAR, las alternativas de empoderamiento de mujeres rurales y la incorporación de criterios de equidad de género en el fortalecimiento de cadenas de valor agrícola. Para ello, la revisión de literatura se hizo mediante la síntesis de resultados encontrados en investigaciones cualitativas, aplicando criterios del marco de referencia Search, Appraisal, Synthesis y Analysis (SALSA), propuesto por Grant & Booth (2009), centrado en aspectos económicos, políticos y socioculturales con perspectiva de género en las cadenas de valor agrícola.

Como método de recolección de información primaria se recurrió a herramientas proporcionadas por métodos participativos (Durstón y Miranda, 2002), lo que permitió el diálogo de saberes (Toledo, 2011), para abordar de forma cercana la experiencia de

asociatividad, facilitando la comprensión y apropiación de conocimientos compartidos, así como, la identificación de costumbres, experiencias y lecciones aprendidas de las mujeres emprendedoras en busca de su propósito y las interacciones con entidades gubernamentales y privadas asociadas a la zona.

El análisis de la cadena de valor agrícola desde una perspectiva de género, se desarrolló a través de la recolección de datos para análisis de cadenas de valor en los niveles macro, meso y micro (Terrillon, 2010). Por medio de listas de preguntas de control, permite comprender roles de género, acceso a recursos, control sobre los beneficios e influencia sobre los factores habilitadores. Como resultado se obtiene la identificación de limitaciones y oportunidades para el empoderamiento de las mujeres rurales. En el nivel superior se consideró el entorno institucional y las interrelaciones entre actores en toda la cadena, analizando si son favorables al desarrollo de pequeños productores, siendo equitativas, inclusivas y sensibles al género. El análisis de nivel medio abordó la sensibilidad de género en instituciones y organizaciones locales, en cuanto a cómo aplican los principios de equidad de género estructural y culturalmente, en la forma en que se garantizan los servicios. En el nivel inferior, se identificaron restricciones que enfrentan las mujeres en el entorno del hogar y que repercuten en los niveles superiores.

La selección de alternativas de empoderamiento femenino y fortalecimiento de

las cadenas de valor agrícola se realizó mediante la Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones (Medina et al., 2010), la cual permite seleccionar las alternativas estratégicas que fortalezcan las cadenas de valor agrícola y enfocar los recursos para el empoderamiento de las mujeres rurales. Se compone de alternativas planteadas desde cuatro dimensiones: tradición; equidad de género; cambio; estándares, certificación y etiquetas, las cuales fueron contrastadas con las variables agencia, estructura, desarrollo y gobernabilidad de la cadena. La calificación se hizo en una escala de puntuación de 1 a 5; donde, 1 es Inexistente, 2 es Insuficiente, 3 es Regular, 4 es Bueno y 5 es Excelente, los cuales indican la condición de las mujeres rurales frente a la variable para favorecer la implementación de la alternativa. Dicha matriz fue adaptada al estudio tomando como referencia la Matriz de empoderamiento de la cadena desarrollada por KIT, Agri-ProFocus and IIRR, (2013).

## **Resultados y discusión**

Producto del proceso de investigación, se presentan los aportes que han surgido en torno al desarrollo de cadenas de valor sensibles al género en cuatro secciones. La primera expone las experiencias exitosas de mujeres rurales al enfrentarse a retos y aprovechar oportunidades para adelantar procesos asociativos, así como el resultado de inspirar su empoderamiento en procesos agroecológicos. En segunda instancia, se presenta el análisis de la cadena de valor agrícola con perspectiva de género y posteriormente se prioriza

las alternativas de empoderamiento de las mujeres rurales para el fortalecimiento de esta. Por último, se muestran los principales hallazgos y reflexiones surgidas en torno a la importancia de incorporar criterios de equidad de género en cadenas de valor agrícola y su contribución al desarrollo rural y la sostenibilidad ambiental del territorio.

### *1. Experiencias exitosas de asociatividad un camino al empoderamiento de la mujer rural*

Las actividades realizadas por organizaciones que agrupan productores dentro de una figura jurídica, que favorecen la producción, transformación y comercialización de productos en busca del beneficio colectivo, debe considerarse como un proceso exitoso de asociatividad, ya que el resultado no solo es la generación de ingresos económicos, sino que también promueve una serie de interrelaciones sociales, institucionales, políticas y financieras, convenientes para el empoderamiento del productor y el desarrollo rural (Mamani, 2017). Así quedó comprobado, con la experiencia de dos asociaciones de mujeres que a partir de adelantar procesos asociativos y agroecológicos encontraron oportunidades para su empoderamiento.

#### *1.1. Desarrollo de procesos asociativos*

La Asociación de Mujeres Emprendedoras de San Roque ASMESAR, del municipio de Sotará (Cauca), surge por la necesidad de una mujer, Cecilia Jiménez, por transformar su realidad económica y la de su entorno

social. Así fue tocando puertas a entidades gubernamentales para lograr adherirse a un programa que ofreciera oportunidades para la región. Ella buscó la forma de canalizar recursos del gobierno, ya que, en su recorrido la respuesta había sido que:

*“si existía la posibilidad de obtener algún beneficio, solo sí, esa petición era presentada por un grupo de campesinos que conformaran una asociación”* (C. Jiménez, 26 mayo de 2020).

De ahí surgió la idea de convocar a las mujeres de las veredas que integran el corregimiento de Chapa a unirse y trabajar en torno a un beneficio común.

Este proceso no ha sido fácil, pues, según lo expuesto por la lideresa, hasta ese momento no había experiencias de asociatividad en la zona, no se sabía cómo adelantar tal requisito y no se contaba con el conocimiento para conformar la asociación. Aunque muchas aceptaron reunirse y escucharla, pocas se interesaron, algunas mujeres motivadas por trabajar de verdad, otras interesadas en recibir alguna ayuda temporal y otras sencillamente por no quedarse atrás, conformaron ASMESAR. Una vez concretadas las personas, fue doña Cecilia quien tocó puertas en las entidades para pedir capacitación y acompañamiento en la creación de la organización de mujeres.

La lideresa relata que en su territorio vivían bajo el rol tradicional de la mujer rural, donde quien tiene y decide es el poseedor de la tierra, en ese caso, los esposos. Cecilia motivó a sus vecinas y consultó con personas que la pudieran asesorar en la

documentación hasta lograr su cometido. Confiesa que no fue fácil y que enfrentó varios obstáculos y limitaciones, como falta de conocimientos, creencias y tradiciones sociales respecto al acceso a recursos.

ASMESAR es una asociación conformada por quince mujeres emprendedoras, cinco de ellas son las más activas y han mejorado su posición en la realidad social rural, dedicándose al fortalecimiento de cada unidad productiva donde cultivan mora y tomate de cocina, también dan valor agregado a sus productos, ofreciendo mermeladas, salsas y combinaciones con derivados lácteos (Fig. 2). Sin embargo,

hay dificultades en la disposición de las asociadas para continuar en el proceso por limitaciones como las barreras impuestas por el rol tradicional de la mujer rural, el cual les da poca capacidad de decisión, sumado a la sobrecarga laboral, poca disponibilidad de tiempo y dificultad de acceso a recursos económicos, información, mercados y posibilidades de comercialización de sus productos.

Las mujeres rurales que participan de procesos asociativos han visto la oportunidad de cambiar su realidad y han alcanzado cierto nivel de empoderamiento, buscando que la actividad productiva motive



Figura 2. Integrantes de ASMESAR (Fuente: esta investigación).

la participación activa de todas las asociadas y les permita mejorar su economía, al tiempo que promueven iniciativas de desarrollo para su vereda. Además de buscar una producción sostenible en el entorno de la organización comunitaria, aprovechar adecuadamente los recursos naturales y asegurar la interacción armónica entre la comunidad y el ambiente.

No obstante, también se refleja que a pesar de los avances aún falta mucho por recorrer, puesto que se evidencia poca presencia institucional, y la carencia de políticas públicas, planes y programas que verdaderamente creen oportunidades para las mujeres rurales, las cuales garanticen espacios de participación, información, capacitación y fortalecimiento de sus capacidades, desarrollo de habilidades e implementación de actividades productivas a partir de sus conocimientos tradicionales, pero que verdaderamente fortalezcan el proceso de empoderamiento femenino y económico, que sea sostenible y replicador de experiencias de éxito.

### *1.2 Desarrollo de procesos agroecológicos.*

Según Sicard (2010) la agroecología se define como la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas desde las relaciones ecológicas y culturales, entendiendo por cultural, aspectos históricos, socioeconómicos, técnicos, políticos e institucionales que inciden en el territorio productivo. Reconocer y analizar de forma integral estas relaciones, facilita la articulación de actividades dentro de los agroecosistemas

a fin de armonizar su producción con la conservación. Esto requiere de acción participativa, implementación de saberes y recursos autóctonos, salud ambiental y la diversificación, para lograr eficiencia energética, aprovechamiento de los ciclos naturales y finalmente, prescindir de insumos externos (Segovia, 2009).

Desde esta perspectiva, la agroecología plantea un camino de empoderamiento femenino en el sector rural, ya que abre espacios de participación para mujeres, favoreciendo las relaciones de género y brindando la oportunidad de diferenciación como productoras, realizar su venta directa y generar ingresos económicos (Zuluaga, Catagora y Siliprandi. 2018). Además, motiva la integración, el intercambio de saberes, el cambio de rutinas, la generación de oportunidades para aprender, interactuar y mejorar las expectativas de vida. Estas acciones motivan cambios, generan movimiento e inquietud en las mujeres, creando la necesidad de empoderarse y asumir una nueva actitud como tomadoras de decisiones ante las responsabilidades que histórica y culturalmente han llevado sobre sus hombros sin merecido reconocimiento.

La agroecología, se puede entender como la respuesta a las discusiones en materia de agricultura y desarrollo rural como la mejor alternativa para conciliar la conservación del ambiente con aspiraciones humanas, como es el empoderamiento y satisfacción de necesidades de las mujeres rurales (Segovia, 2009). Desde la perspectiva de Altieri (1999) esta disciplina, provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas

productivos, que conserven el recurso natural, además de ser culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables.

Otras experiencias como la Asociación de Mujeres Campesinas de Matanza ASOCIMUCAM y Asociación de Mujeres Unidas Construyendo Futuro ASOCIMUCOF de la provincia de Soto Norte (Santander, Colombia), ratifican que, a partir del empoderamiento personal y económico que adquieren a través de su trabajo asociativo y la creación de cultivos de pancoger, también han logrado una mejora en la calidad de vida de las asociadas y sus familias (Díaz-Pérez y Silva-Niño, 2019). Como resultado de esta actividad tradicional, se promueve el autoconsumo para garantizar la seguridad alimentaria de las familias; con la adecuada gestión colectiva de los excedentes producidos en las huertas, se promueve la generación de ingresos económicos para las mujeres.

A través de la constitución de una red de comercialización de productos agroecológicos, se fomenta la participación activa de las asociadas, motivándolas a conquistar espacios anteriormente cerrados para las mujeres y disminuyendo la brecha de desigualdad. Así mismo, ha aumentado su interés por auto cuidarse, ejercer el control de su vida y transformar la visión de actividad tradicional. Lo cual las ha llevado a desarrollar su liderazgo, capacidad de acción y tomar decisiones para derribar limitaciones, apropiarse de los derechos de la mujer y acceder a nuevas oportunidades de crecimiento personal, familiar y económico.

A nivel comunitario, ha permitido el empoderamiento femenino en la zona, facilitando el acceso a recursos técnicos y económicos para desarrollar emprendimientos. Igualmente, se ha promovido la recuperación de saberes tradicionales enfocados a la producción agroecológica, como alternativa para garantizar la soberanía alimentaria. Además, ha generado mayor consciencia en la protección y conservación de la biodiversidad, interesándose en la recuperación e intercambio de semillas autóctonas, el escalonamiento de la producción de autoconsumo y la sostenibilidad ambiental.

## *2. Análisis de la cadena de valor agrícola*

En la cadena de valor agrícola, las mujeres rurales se dedican a múltiples actividades, como la siembra, trasplante, cosecha, producción y mantenimiento de cultivos; aun así, no son registradas como productoras directas (Agüero, 2012). Tal desconocimiento, genera sistemáticamente menos probabilidades de adquirir tierra y acceder a insumos agrícolas, bajo el prejuicio de que la mujer no debe poseer la tierra en propiedad, facilitando que estos recursos estén más disponibles para el hombre (Zarate, 2019). Ante ello, el respaldo del Estado es mínimo o casi nulo, dado que hasta 2010, la gestión para la entrega de títulos de predios se limitó a la convocatoria para aspirar a un subsidio (ONG Comisión Colombiana de Juristas, 2011). A esto se suma la escasa formación educativa de las mujeres rurales y poco acceso a la información, enfrentando mayores dificultades para alcanzar un protagonismo en las decisiones

productivas y tecnológicas, acceder a los beneficios potenciales de la cadena de valor, a las nuevas tecnologías y a los instrumentos de política pública que se diseñan para promover las innovaciones (Terrillon, 2010).

Algo semejante ocurre con el acceso a mercados y oportunidades de comercialización, puesto que la restricción de espacios organizativos para las mujeres, dada la marcada división de los roles de género, limitan el acceso a las redes que pueden proporcionarles información. Además, su capital social a menudo se basa en la familia y los vecinos, mientras que los hombres incluyen a compañeros de trabajo y otros contactos empresariales. En consecuencia, las mujeres tienen menor probabilidad de beneficiarse económicamente de sus relaciones sociales (Kim y Sherraden, 2014).

Las mujeres rurales son las encargadas de las labores domésticas y el cuidado de los niños, así como de otras actividades agrícolas relacionadas con el cultivo de productos alimentarios (FAO, 2014). Esto reduce considerablemente su productividad, ya que soportan una enorme carga de trabajo que no les permite hacer control de su tiempo, invirtiéndolo en la producción, labores domésticas, y actividades productivas adicionales. Asimismo, las mujeres siguen siendo responsables de garantizar la seguridad alimentaria y nutricional en sus hogares: esto incluye el cultivo de productos alimentarios al igual que la preparación de alimentos (Acosta y Zambrano, 2017).

Los resultados que se relacionan según las causas de fondo y problemática de género

en la cadena de valor agrícola, los cuales son analizados en los niveles macro, meso y micro para identificar las limitaciones y oportunidades de las mujeres rurales, finalmente se determinan las acciones para intervenir de forma adecuada (Tabla 1).

Según este análisis de la matriz a nivel macro, meso y micro de las cadenas de valor agrícola, la mayor parte de las mujeres empresarias rurales tienen limitaciones como el manejo técnico para la elaboración, acabado y presentación de sus productos; el poco reconocimiento y valoración de su trabajo y aporte a la seguridad alimentaria; así como la baja autoestima que aún persiste en muchas de ellas (Agüero, 2012). A esta situación se suma la limitación de acceso a los servicios financieros para el desarrollo de sus iniciativas, el escaso manejo y conocimiento para la gestión, canales de comercialización, administración empresarial, y poco equipamiento para el desarrollo de su trabajo. Además, los reducidos ingresos que perciben las mujeres mediante estas actividades en sus propios terrenos o en otras fincas como empleos adicionales, van destinados a sus hogares para cubrir gastos familiares (Moreno, 2015).

Estas limitaciones tienen un efecto importante en la cadena de valor agrícola, dado que las mujeres no tienen disponibilidad de tiempo suficiente para invertirlo en la producción de cultivos. En muchas ocasiones, no pueden cosechar cuando los precios del mercado son más favorables, en cambio lo hacen cuando empieza la temporada escolar y los gastos domésticos son más altos, por lo que reciben

Tabla 1. Análisis a nivel macro, meso y micro de la cadena de valor agrícola

	<b>Roles de género</b>	<b>Acceso a recursos por género</b>	<b>Control de los beneficios por género</b>	<b>Influencia del género sobre los factores habilitadores</b>
Nivel macro	Las mujeres representan el 43% de la mano de obra y participan intensamente en la producción agrícola.	Las políticas, programas y proyectos de fomento económico en la cadena de valor agrícola no favorecen el acceso de las mujeres a activos, ni protegen a las que han logrado acceder a ellos.	Bajo reconocimiento social y económico de las mujeres como el pilar del sector agrícola, la mano de obra y los sistemas alimentarios.	Bajo nivel de participación de las mujeres en asociaciones comunitarias y organizaciones gubernamentales.
Nivel meso	Las mujeres no son reconocidas como productoras directas, su trabajo se considera parte de la “ayuda familiar”.	Derechos de propiedad inseguros o incompletos, servicios financieros poco sólidos e infraestructura deficiente.	Espacios de participación definidos para las mujeres, pero es restringidos por el acceso a los recursos.	Limitación a las mujeres para participar activamente en la toma de decisiones y desempeñar roles de importancia según sus méritos y capacidades.
Nivel micro	Las mujeres se encargan de las labores domésticas y el cuidado infantil, además de actividades agrícolas relacionadas con el cultivo de productos alimentarios. No se reconoce el valor de estas labores y su impacto sobre el tejido social de las comunidades.	Limitación de recursos propios, control de activos y participación en las decisiones que afectan sus vidas y su entorno.	Dificultad de acceso a grandes mercados y precios favorables a causa de la sobrecarga laboral de las mujeres, baja participación en toma de decisiones y manejo de ingresos.	Bajo nivel de conciencia y autovaloración de su rol productivo dentro de la cadena de valor.

Fuente: elaboración propia.

menos dinero por su producto. Sumado a esto, las condiciones de vivienda, acceso a la educación y a la información privan a la mujer de oportunidades para potencializar sus habilidades, desarrollarse como persona e incrementar su productividad (Rodríguez, 2018).

La brecha de género está muy marcada en el área rural, los roles de género se imponen sobre las personas, siendo el hogar donde más se acentúan las disparidades de género, dada la asignación inequitativa de los recursos. De igual manera, las dinámicas de los individuos y del hogar, la confianza en sí mismas y la distribución en la toma de decisiones limitan a las mujeres para ejercer poder y capacidad de acción impidiendo su participación y la capacidad para beneficiarse por igual de la cadena de valor agrícola (Palomar, 2016).

La integración de las mujeres rurales a las cadenas de valor agrícola en el nivel de productoras es fundamental y puede considerarse un capital de seguridad, es decir que, la agricultura se convierte en una fuente de alimentación y de ingresos, pues el excedente de producción sirve para la venta. El resultado de pertenecer a la cadena facilita la orientación del proceso productivo, garantiza la comercialización y reduce su vulnerabilidad económica, a pesar de que los productos estén sujetos a las políticas de agricultura y los precios del mercado afecten el poder adquisitivo y los patrones de compra (Zarate, 2019).

Sin embargo, el fin último no es solo el reconocimiento a las mujeres como

productoras de la cadena, pues se reduciría a las preocupaciones por preparar la tierra, plantar semillas, aplicar fertilizantes, controlar la fauna y flora circundante y cosechar. En cambio, la perspectiva agroecológica entre los productores que se vinculan en las cadenas agrícolas, además de lograr una producción que respete los ecosistemas, contribuye significativamente al empoderamiento de las mujeres rurales, involucrándolas en actividades como la selección, clasificación, procesamiento y comercialización de su producción (KIT, Agri-ProFocus and IIRR, 2013).

### *3. Empoderamiento femenino en cadena de valor agrícola*

Los agricultores dedicados exclusivamente a la producción son actores básicos en la cadena, a medida que desarrollan más actividades dentro de la misma y se involucran cada vez más en su gobernabilidad, adquieren la oportunidad de optimizar su posición agregando valor (KIT, Agri-ProFocus and IIRR, 2013). Por consiguiente, pueden llegar a desempeñar el rol de socios de la cadena, cuando establecen acuerdos de colaboración sobre intereses compartidos y crecimiento mutuo. Estas alianzas a largo plazo los llevan a convertirse en copropietarios de la cadena, sí se apropian de su actividad y rol dentro de esta y crean empresa.

Por consiguiente, se estaría hablando de empoderamiento de la cadena agrícola y control del productor sobre el valor, en términos de desarrollo y gobernabilidad.

Sin embargo, este proceso debe ser más equitativo y justo. Para lograrlo, es importante fortalecerlo desde la perspectiva de género, es decir, contemplar el grupo familiar del productor y reconocer sus capacidades y sus aportes en las actividades de la cadena (KIT, Agri-ProFocus and IIRR, 2013).

Por ello, este estudio de caso incorpora dos variables a la matriz de empoderamiento propuesta por KIT, MaLi, and IIRR (2006): *agencia* y *estructura*, las cuales hacen referencia a las capacidades de las mujeres y ámbitos institucionales. Según Senders (2015), *agencia*, se refiere al nivel de empoderamiento y autoconsciencia de las productoras; entre tanto, *estructura*, hace referencia al grado en el cual las estructuras de los niveles familiar, comunitario y de la sociedad, se transforman a favor de igualdad de género. Lo anterior también hizo replantear el concepto de *desarrollo* de la cadena, y entenderlo como el punto de mayor generación de valor agregado por las mujeres (productividad y/o calidad superior del producto). Así mismo, *governabilidad* de la cadena, se asume como el grado de gestión en la cadena de valor que involucran a las mujeres rurales respecto al control y acceso sobre los recursos.

Si se entiende el empoderamiento como, el proceso mediante el cual se adquiere la capacidad de adoptar y participar en la toma de decisiones, cuando esta posibilidad ha sido negada o desconocida (Güiza et al., 2016). Este no puede ser conferido por otro, sino que debe generarse por autodeterminación y por la capacidad de definir metas propias y actuar en consecuencia. Para ello, se hace necesario adelantar acciones que ayuden

a superar obstáculos culturales, políticos y económicos que por siglos han provocado desigualdad de oportunidades entre hombres y mujeres para ampliar sus capacidades (Marmolejo, Godoy y González, 2017).

En la siguiente matriz de priorización propuesta por Medina (2010), se presenta una serie de alternativas que para la elaboración de esta investigación fueron puestas a consideración dada su pertinencia y objetivo de fortalecer las cadenas de valor agrícola y empoderar a las mujeres rurales (Tabla 2). Estas se agrupan en cuatro dimensiones identificadas en la dinámica de las cadenas productivas y la realidad de las productoras del campo, tales como tradición, espacios, organización y certificaciones; de las cuales, las de mayor puntuación indican su nivel de contribución en el empoderamiento de la mujer rural (Senders, et al. 2015).

En primer lugar, se presenta la dimensión “Mitigar la resistencia a partir de la tradición”, es decir adelantar acciones a partir de los roles tradicionales (cultivos o productos) que las mujeres rurales vienen desempeñando, con el fin de profesionalizar sus tareas cotidianas y darles visibilidad dentro de las cadenas de valor. Con ello, se evita la prevención de las mujeres por miedo al riesgo y el temor de los hombres a perder poder (Senders, et al. 2015). Esta dimensión contempla cuatro alternativas, de las cuales la de mayor calificación es “mejorar la participación de las mujeres por medio de procesos agroecológicos”. Posteriormente, la alternativa de “formalizar las cadenas de valor femeninas” y por último se califican las alternativas “convertir responsabilidades

Tabla 2: Matriz de priorización de alternativas

ALTERNATIVAS DE EMPODERAMIENTO	VARIABLES DE EMPODERAMIENTO				Total
	GÉNERO		CADENA DE VALOR		
	Agencia	Estructura	Desarrollo	Gobernabilidad	
Mitigar la resistencia a partir de la tradición					
Formalizar las cadenas de valor de mujeres rurales	3	2	2	3	10
Convertir responsabilidades tradicionales en nuevas oportunidades	2	2	2	2	8
Transformar los sistemas tradicionales a través de nuevos roles para las mujeres	2	2	2	2	8
Mejorar la participación de las mujeres por medio de procesos agroecológicos	4	4	4	4	16
Crear espacios para las mujeres					
Posicionar y comprometer a las mujeres en cadenas dominadas por hombres	4	3	3	3	13
Fomentar iniciativas empresariales femeninas	2	2	2	2	8
Organizar para cambiar					
Estimular el desarrollo de capacidades	4	3	3	2	12
Desarrollar acciones colectivas	4	2	3	2	11
Sensibilizar el pensamiento masculino	2	2	2	2	8
Gestionar financiamiento de cadenas de valor para mujeres	2	2	2	2	8
Estándares, certificación y etiquetas					
Crear etiquetas y sellos comercializando la participación de las mujeres	3	3	2	2	10
Aprovechar estándares y sistemas de certificación existentes	2	2	2	2	8
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	1 Inexistente 2 Insuficiente 3 Regular 4 Bueno 5 Excelente				

Fuente propia.

tradicionales en nuevas oportunidades” y “transformar los sistemas tradicionales a través de nuevos roles para las mujeres”. Esto ratifica la posición de Ferreira y Mattos (2017), quienes plantean la agroecología como estrategia potencial para abrir espacios donde las mujeres rurales enfrenten su condición de vulnerabilidad y puedan desarrollar esa capacidad y poder de acción en el ámbito personal, productivo, familiar y político.

En segundo lugar, está la dimensión “crear espacios para las mujeres”, cuyas alternativas de empoderamiento femenino, incorpora a las mujeres en cadenas comúnmente dominadas por hombres para incrementar su visibilidad y poder de decisión a nivel económico. Además, estimula el emprendimiento de las mujeres, facilitando la creación de nuevas empresas o el mejoramiento de las ya existentes (Senders, et al. 2015). En este sentido, la alternativa de “posicionar y comprometer a las mujeres en cadenas dominadas por hombres”, ha obtenido una mayor calificación que “fomentar iniciativas empresariales femeninas”. Esto quiere decir que la segunda es consecuencia de la primera y considerando que ya hay un trabajo previo, donde la capacidad de asumir nuevos roles ha aumentado, es posible asumir compromisos que promuevan el cambio de rol dentro de la cadena, sin necesidad de crear un nuevo emprendimiento.

En tercer lugar, la dimensión “organizar para cambiar”, contiene alternativas para empoderar a las mujeres en la parte superior de la cadena a través de procesos de organización enfocados al cambio dentro

del hogar, de la producción y de su posición dentro de la cadena (Senders, et al. 2015). Para ello debe estimular el desarrollo de las capacidades, fortaleciendo la confianza, autoestima y habilidades de las mujeres rurales. Seguidamente se debe desarrollar acciones colectivas que permitan trabajar en los mecanismos de acceder a asistencia técnica y servicios de extensión, buscando alcanzar productividad, eficiencia y valor agregado. Como resultado, se obtendrá la sensibilización del pensamiento masculino, promoviendo la transformación de los roles de género y la división equitativa del trabajo entre hombres y mujeres. Esto conlleva a la gestión del financiamiento de cadenas de valor, permitiendo el desplazamiento de las productoras de su rol como actores básicos a copropietarias de la cadena de valor agrícola.

Por último, la dimensión “estándares, certificación y etiquetas”, será ese gran resultado y prueba de empoderamiento de las mujeres rurales, cuando se logre crear etiquetas y sellos que comercialicen la participación de las mujeres, dando el reconocimiento al esfuerzo, dedicación y significativo aporte al desarrollo del sector agrícola, con lo cual se ratifique la importancia de empoderar a los productores de pequeña escala para la sostenibilidad. Mujeres en distintos lugares y espacios de producción, consumo, comercialización, movilización política o generación de conocimiento se van involucrando y visibilizando de manera comprometida y sistemática, superando barreras condicionadas al rol de género y conviviendo en un ambiente de equidad (Zuluaga, Catacora y Siliprandi. 2018).

En resumen, las alternativas de mayor importancia a nivel general son: mejorar la participación de las mujeres por medio de procesos agroecológicos (16 puntos), posicionar y comprometer a las mujeres en cadenas dominadas por hombres (13 puntos), estimular el desarrollo de capacidades (12 puntos) y crear etiquetas y sellos comercializando la participación de las mujeres (10 puntos). Estas constituyen el camino a seguir y en la medida que avance el proceso de empoderamiento y participación de las mujeres rurales, se podrán implementar las alternativas restantes según el valor de priorización.

#### *4. Equidad de género para el desarrollo rural*

Para Duarte y García (2016), la equidad de género requiere que todas las dimensiones de la justicia incorporen la perspectiva de género en los documentos legislativos, con el objetivo de combatir las discriminaciones, la desigualdad, la opresión y la violencia contra hombres y mujeres; esto implica imparcialidad en el trato para mujeres y hombres, según sus respectivas necesidades, a fin de contar con los mismos beneficios y ejercer sus derechos. Según estos autores, al hablar de igualdad de género, se refiere a que la mujer y el hombre tienen igual libertad para la realización de sus derechos humanos, desarrollar sus capacidades personales y elegir sin limitaciones establecidas por estereotipos para ejercer su potencial de contribución al desarrollo político, económico, social, cultural y de disfrutar de los resultados. Así que todo comportamiento, aspiración y necesidad de cada uno sea valorado,

considerado y favorecido de la misma manera independientemente de su rol de género (KIT, Agri-ProFocus and IIRR, 2013).

Dada la necesidad de exigir justicia social por parte de las mujeres, surge el concepto de feminismo, entendido como una ideología y un conjunto de colectivos políticos, culturales y económicos que tienen como objetivo la igualdad de los derechos de las mujeres y de los hombres (Duarte y García, 2016). La teoría de género y el feminismo, tiene como sinónimos: enfoque de género, visión de género, mirada de género, etc. El enfoque de género permite analizar cómo las diferencias biológicas se convierten en desigualdades sociales y colocan a las mujeres en desventajas respecto a los hombres. De igual manera, permite ver cómo se construyen, sostienen y reproducen mediante una serie de estructuras sociales y mecanismos culturales que cambian a lo largo del tiempo en los espacios (Flores y Nayeli, 2015). En este sentido, surge una serie de tendencias entre las que se destaca el ecofeminismo, pertinente para el análisis de este estudio de caso.

En este marco, las relaciones de género también son formas de apropiación, distribución, acceso y uso del territorio. Entender estas relaciones intrínsecas es importante debido a que las mujeres son portadoras de conocimientos y prácticas del manejo de los recursos naturales que resultan claves y deben ser tomados en cuenta si se busca promover una gestión de desarrollo viable, sostenible y socialmente incluyente. Entre estas relaciones, el ecofeminismo marca el proceso de evolución

que ha tenido la vinculación entre mujer y ambiente, teniendo como horizonte común el definir un nuevo concepto de desarrollo y superar las inequidades, la degradación y sobreexplotación que también se hace manifiesta en la mujer (Ricaldi, 2004).

Desde esta perspectiva, se abordan otros conceptos, como es el caso del desarrollo rural, que abarca diversos factores y está orientado a mejorar la calidad de vida de las poblaciones, dejando atrás la visión sectorial y reduccionista del campo, en este confluyen otros enfoques como el desarrollo local, las nuevas ruralidades, la multifuncionalidad del espacio rural y el capital social (Márquez y Foronda, 2005). El desarrollo rural con enfoque territorial se asienta en el supuesto de una multiplicidad de acciones de tipo económico-productivas e institucionales, promovidas por actores de diversos sectores que interactúan en un territorio, cooperan y se articulan con actores locales, cuya sinergia converja en un todo, de acuerdo con las concepciones neo-institucionalistas que reivindican la importancia del capital social (Gonzales, Gaviria y Cabezas, 2019).

Tomando como referencia los anteriores conceptos, se analiza desde la experiencia de las mujeres emprendedoras de San Roque, el proceso paulatino que han venido adelantando en la incorporación de criterios de equidad de género para el fortalecimiento de cadenas de valor agrícola. Es de rescatar el interés de estas mujeres rurales por reclamar un trato equitativo respecto a los beneficios que los hombres reciben, principalmente lo relacionado a las oportunidades de

financiación, empoderamiento económico y reconocimiento social. Con ello, dan los primeros pasos para exigir equidad de género. Así mismo, han adelantado acciones de organización comunitaria de manera libre y espontánea, con las cuales han fortalecido sus capacidades personales y a pesar de las limitaciones culturales y políticas han adelantado procesos organizativos en beneficio común.

Este hecho se ha ido replicando a nivel de todo el corregimiento de Chapa, ya que en el sector, ASMESAR fue la primer asociación conformada por productores agropecuarios y la primera organización de mujeres rurales, quienes con su deseo de mejorar sus ingresos económicos, han promovido prácticas agroecológicas y acciones en pro de la conservación de los recursos naturales. A la fecha, ya se cuenta con cuatro asociaciones que lideran proyectos productivos agropecuarios y en ecoturismo, esto se traduce en una primera contribución al desarrollo rural de origen comunitario impulsado por una iniciativa de mujeres rurales en el territorio.

Hablar desde la perspectiva de género a nivel comunitario y de políticas públicas, incorpora el concepto de igualdad de oportunidades y derechos a partir de la identificación de necesidades y demandas diferenciadas que tienen hombres y mujeres en todas las instancias de acción del Estado al tiempo que se avanza en la igualdad de género. En consecuencia, los responsables de la definición, diseño, implementación, seguimiento y evaluación de la política pública asumen el compromiso de superar

las desigualdades de género y toman en cuenta de manera sistemática los efectos diferenciados que ejercen las acciones de cada sector en mujeres y hombres (Malcolm, 2018).

## **Conclusiones**

El fortalecimiento asociativo integral enfocado a la soberanía alimentaria de la población a través de la agroecología, permite que las mujeres rurales impulsen la transformación del rol que tradicionalmente vienen desempeñando a nivel familiar con proyección a la comunidad. Esta dinámica aporta a las mujeres rurales mayor capacidad para la negociación al interior de la familia, dado a que genera cambios en la redistribución de tareas al interior del hogar y la corresponsabilidad asumida por toda la familia, al producir y gestionar parte de los ingresos. Tal autonomía reflejada en el caso de estudio de las mujeres rurales de la Vereda San Roque impacta positivamente, porque se evidencia el empoderamiento y liderazgo, fundamentales en la toma de decisiones, además, modifican las condiciones de género que imposibilitaban el desarrollo de las capacidades humanas de las asociadas.

El desarrollo y fortalecimiento de cadenas de valor con enfoque de género es una estrategia que contribuye en la reducción de la alta vulnerabilidad de las mujeres rurales, siempre y cuando, estas ofrezcan a cada uno de los actores de la cadena, la posibilidad de desempeñar todos los roles dentro de esta, a partir del fortalecimiento de la capacidad de asumir posiciones de mayor liderazgo para la participación y toma de decisiones.

En síntesis, la incorporación de criterios de equidad de género en las cadenas de valor agrícola es viable para las mujeres, la sociedad y las actividades productivas. Una vez se facilite el acceso a recursos técnicos y económicos a las mujeres rurales, se disminuye las restricciones que limitan su desempeño, genera empoderamiento social y económico de la mujer. Esto favorece la mejora de la calidad de vida y la de su entorno, permitiendo transformaciones sostenibles a largo plazo, contribuyendo a un crecimiento económico, mejorando la gestión y desarrollo rural para las comunidades.

## **Agradecimientos**

El presente artículo de investigación es producto de la participación en el seminario “Agroecología y desarrollo territorial” del programa de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán (FUP) y la vinculación a la Asociación de Mujeres Emprendedoras de San Roque del municipio de Sotará ASMESAR, a quienes se manifiesta sinceros agradecimientos por la oportunidad de conocer su experiencia exitosa de asociatividad y compartir espacios de conocimiento en el desarrollo de procesos de empoderamiento comunitario. Igualmente, se agradece el acompañamiento y contribución en la formación académica en la construcción del artículo de los profesionales adscritos a los grupos de investigación UNIET de la FUP, GITA de Corporación Autónoma del Cauca y el grupo de Investigación del SENA.

## **Bibliografía**

Acosta, B. V., Zambrano, M., Suárez, S.M. 2017. Emprendimiento femenino y ruralidad en Boyacá, Colombia. *Criterio Libre*. vol. 15(26): 215–236. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriolibre/article/view/1048>.

Agüero, F. R., Gutiérrez, I. A., Hernández, L. H. Escobedo, A. y Salvador, E. 2012. El empoderamiento de las mujeres en las cadenas de valor: Un reto para las políticas de desarrollo rural. doi: 10.13140/2.1.4876.6088.

Altieri, M. A. 1999. *Agroecología. Bases científicas para el desarrollo rural sustentable*. Editorial Nordan–Comunidad, Montevideo. 325 pp.

Casique, I. 2010. Factores de empoderamiento y protección de las mujeres contra la violencia. *Revista Mexicana de Sociología*. vol. 72(1): 37–71. [[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-25032010000100002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032010000100002)].

Cediel, N. y Morales, P. 2019. Equidad de género en la tenencia y control de la tierra en Colombia: llamado a una acción emancipadora. *Revista. Medica. Veterinaria*. vol. 1(37): 7-12. doi: 10.19052/mv.vol1.iss37.1.

Cortínez, V. 2016. Igualdad de género para el desarrollo territorial: experiencias y desafíos para América Latina. Serie documentos de trabajo. vol. 180. p. 22, <http://www.americalatinagenera.org/newsite/images/Cortinez2016.pdf>.

Desarrollo de cadenas de valor sensibles al género. [Internet] 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. Fecha de acceso: 2020 Abr 10. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/i9212es>

Díaz Pérez, Á. M., & Silva Niño, A. C. [Internet] 2019. Modelo de empoderamiento socioeconómico con enfoque de género: La experiencia de Corambiente con mujeres rurales en Santander. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/10727>

Duarte, J. M. y García, J. B. 2016. Igualdad, Equidad de Género y Feminismo, una mirada histórica a la conquista de los derechos de las mujeres. *Rev. CS*, vol. 18: 107-158. doi: 10.18046/recs.i18.1960.

Estébanez, M. E., Sued, G. E., Turkenich, M. y Nicosia, S. F. 2016. Género e innovación en la producción agrícola de baja escala. *Rev. Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 11: 217-246. <http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-31/313-dossier/713-genero-e-innovacion-en-la-produccion-agricola-de-baja-escala>.

Flores R. y Nayeli, L. 2015. El enfoque de género y el desarrollo rural: ¿necesidad o moda?. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas*, 1: 401-408. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139243054.pdf>.

González, V. E., Gaviria A. G. y Cabezas, F. 2019. El trabajo productivo y la asociatividad de la mujer rural conceptualizada desde el empoderamiento económico y la perspectiva de género. Estudio de caso en la Asociación de Mujeres Caficultoras ‘MAIKAFE’ Municipio de Piendamó, Departamento del Cauca-

Colombia. Tesis de maestría en Gestión de las Organizaciones. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. Popayán. 107 pp. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12404/7851>

Grant, M.J. and Booth, A. 2009. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Info. Libr. J.*, 26(2): 91–108. doi: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x.

Güiza, L., Rodríguez, C. D., Ríos, B. O B., y. Moreno, S. S. 2016. Género y empoderamiento comunitario en un contexto de posconflicto: el caso de Vergara, Cundinamarca (Colombia). *Estud. Socio-Jurídicos*, vol. 18(2):115–144. doi: 10.12804/esj18.02.2016.04.

Kim, S. M. and Sherraden, M. 2014. The impact of gender and social networks on microenterprise business performance. *J. Sociol. Soc. Welf.*, vol. 41(3):48–70. [https://www.researchgate.net/publication/305317486\\_The\\_Impact\\_of\\_Gender\\_and\\_Social\\_Networks\\_on\\_Microenterprise\\_Business\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/305317486_The_Impact_of_Gender_and_Social_Networks_on_Microenterprise_Business_Performance).

Lagarde, R. M. 1996. Género y feminismo. *Desarrollo humano y Democracia. Horas y Horas*. 13–38. [https://catedraunescodh.unam.mx/catedra/CONACYT/08\\_EducDHyMediacionEscolar/Contenidos/Biblioteca/Lecturas-Complementarias/Lagarde\\_Genero.pdf](https://catedraunescodh.unam.mx/catedra/CONACYT/08_EducDHyMediacionEscolar/Contenidos/Biblioteca/Lecturas-Complementarias/Lagarde_Genero.pdf)

Lamas, M. 2000. Diferencias de sexo, género y diferencia sexual. *Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH)*, 7(18): 1-25. <http://repositorio.ciem.ucr.ac.cr/jspui/handle/123456789/157>

Las mujeres rurales y la agricultura familiar. [Internet] 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. Fecha de acceso: 2020 May 25. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Boletin-01-2015-Mujeres-rurales-agricultura-familiar.pdf>.

Malcolm, C. M. 2018. Perspectiva de género y desarrollo rural. *Análisis de la implementación local a través de un estudio*

de caso. Tesis Maestría en Administración y Política Pública. Universidad de San Andrés. Departamento de Ciencias Sociales. Buenos Aires. 131 pp. <http://hdl.handle.net/10908/16023>

Marmolejo, G. A., Godoy, M. A y González, C. C. 2017. De amas de casa a mujeres empresarias. Reseña de una empresa rural guanajuatense liderada por mujeres, 2(2): 1-13. <https://biblat.unam.mx/hevila/UPGTOManagementreview/2017/vol2/no2/5.pdf>

Márquez, D. y Foronda, C. 2005. El capital social eje del desarrollo en espacios rurales. Cuaderno de Geografía, vol. 78:155-176. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2363578>.

Martínez, P. 2011. El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica. Revista científica Pensamiento y Gestión, (20). <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/3576/2301>

Medina, J., Ortiz, F., Franco, C. y Aranzazú, C. 2010. Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones. Facultad de Ciencias de la Administración Universidad del Valle. Cali, Colombia, pp. 1-23. [http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03\\_Matriz de priorización](http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz de priorización).

Moreno, J. 2015. Participación y empoderamiento de las mujeres rurales y su aporte para mejorar las condiciones de pobreza y diseño de políticas públicas con equidad de género. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, Tesis Doctoral en Economía. Sevilla. 260 pp. <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/2372>

Nobre, M., Hora, K., Brito, C. y Parada, S. 2017. Atlas de las mujeres rurales de América Latina y el Caribe: "Al tiempo de la vida y los hechos.". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 82 pp. <http://www.fao.org/3/a-i7916s.pdf>

Nuestras prioridades: Los objetivos estratégicos de la FAO. [Internet] 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. Fecha de acceso: 2020 Jun 2. Disponible en: <http://www.fao.org/3/mi317s/mi317s.pdf>.

Palomar, C. 2016. Veinte años de pensar el género. *Debate Femenino*, vol. 52:34-49. doi: 10.1016/j.df.2016.09.002.

Ricaldi, T. 2004. La equidad de género en las políticas de desarrollo: un desafío para la sustentabilidad. *Polis*. *Revista Latinoamericana*, 9:1-17. <http://journals.openedition.org/polis/7258>

Rodríguez, Y. 2018. Empoderamiento de mujeres rurales del sur del Cauca: Un caso regional de innovación social. Universidad ICESI, [Internet]. Fecha de acceso: 2020 May 26. Disponible en: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/84385/1/To1477.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/84385/1/To1477.pdf)

Royal Tropical Institute (KIT), Faida MaLi and IIRR. 2006. Chain empowerment: Supporting African farmers to develop markets. Royal Tropical Institute, Amsterdam; Faida Market Link, Arusha; and International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi. <http://www.mamud.com/Docs/chains.pdf>

Royal Tropical Institute, (KIT), Agri-ProFocus, and (IIRR) International Institute of Rural Reconstruction. 2012. "Challenging chains to change."

Royal Tropical Institute (KIT), Agri-ProFocus and International Institute of Rural Reconstruction IIRR. 2013. *Mujeres al frente. Equidad de género en el desarrollo de la cadena de valor agrícola*. Amsterdam. [https://agriprofocus.com/upload/mujeres\\_al\\_frente\\_-\\_chachacha\\_espanol.compressed1429612926.pdf](https://agriprofocus.com/upload/mujeres_al_frente_-_chachacha_espanol.compressed1429612926.pdf)

Segovia, D. 2009. *Agroecología y Desarrollo Sustentable. Debates para la acción*. BASE Investigaciones Sociales. Documento de trabajo N°128: 44pp. [Internet]. Fecha de acceso: 2020 Abr 3. Disponible en: <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155080.pdf>

Senders, A., Lentink, A., Vanderschaeghe, M., Terrillon, J., Snelder, R. y Agri-ProFocus. 2015. *Género en cadenas de valor*,

Caja de herramientas prácticas para integrar una perspectiva de género en el desarrollo de cadenas de valor agropecuarias.”, [Internet]. Fecha de acceso: 2020 Abr 3. Disponible en: [https://agriprofocus.com/upload/FINAL-Caja\\_Herramientas.compressed1415291170.pdf](https://agriprofocus.com/upload/FINAL-Caja_Herramientas.compressed1415291170.pdf).

Sicard, T. L. 2010. Capítulo 2: Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción, p.57. En: Sicard, Tomas León y Altieri, Miguel Ángel (2010). Vertientes del pensamiento agroecológico, Fundamentos y Aplicaciones. Ideas 21, SOCLA-IDEA, 293p.

Terrillon, J. 2010. Gender Mainstreaming in Value Chain Development: Practical guidelines and tools [Internet]. Fecha de acceso: 2020 Jun 24. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at227e.pdf>.

The state of agriculture and food. [Internet] 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. Fecha de acceso: 2020 Jul 1. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7658s.pdf>

Toledo, V. M. 2011. Del “diálogo de fantasmas” al “diálogo de saberes”: conocimiento y sustentabilidad comunitaria. Pp 469-484. En: Argueta, A., Corona, E. y Hersch, P. (Ed.) Saberes colectivos y dialogo de saberes en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias Universidad Iberoamericana/Puebla. Cuernavaca, Morelos. 574 pp. Disponible en: <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/Saberes%20colectivos%20y%20di%C3%A1logo%20de%20saberes.pdf>

Zarate, M. 2019. El efecto de la brecha de género sobre la agricultura y la soberanía alimentaria en las comunidades indígenas del occidente de Guatemala. Tesis Maestría en Cooperación al desarrollo. Universitat Jaume. Guatemala. 67 pp. [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/186890/TFM\\_2019\\_Zarate%20Herrero\\_%20Maitane.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/186890/TFM_2019_Zarate%20Herrero_%20Maitane.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zuluaga Sánchez, G. P., Catacora-Vargas, G., & Siliprandi, E. 2018. Agroecología en femenino. Reflexiones a partir de nuestras experiencias. SOCLA-CLACSO. [https://www.researchgate.net/publication/328732640\\_Agroecologia\\_en\\_Femenino\\_Reflexiones\\_a\\_partir\\_de\\_nuestras\\_experiencias](https://www.researchgate.net/publication/328732640_Agroecologia_en_Femenino_Reflexiones_a_partir_de_nuestras_experiencias)



---

## NOVEDADES COLOMBIANAS

---

La información presentada en este volumen contribuye al conocimiento y entendimiento de las Ciencias Naturales, las Ciencias Biológicas y de procesos ecológicos de Colombia y el Neotrópico.

---

**VRI**  
VICERRECTORÍA  
DE INVESTIGACIONES

  
museo de historia natural  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

editorial  
**UC**  
Universidad del Cauca

  
Universidad  
del Cauca®  
Vigilada Mineducación  
Vicerrectoría de cultura  
y bienestar