

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:



Ventana Ambiental.  
Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

# **DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:** Ventana Ambiental. Investigaciones de Postgrado en la **UNESUM**

Blanca Soledad Indacochea Ganchozo

Boris Alexander Zambrano Vargas

Darwin Marcos Salvatierra Piloso

Eduardo Jaime Chagna Avila

Gabriela Carla Cuadrado Barreto

Grace Rodríguez Nava

Jenny Elizabeth Parrales Reyes

José Anthony Plaza Litardo

Juan Eliecer Montaña Hurtado

Julio Gabriel Ortega

Laura Cristina Merchán Nieto

Lenin Nicanor Mejía Pazos

Luis Fernando Lucio Villacreses

Marcos Pedro Ramos Rodríguez

Orlando Gabriel Pico Coronel

Reynier García Rodríguez

Richard Cornejo Cornejo

Tomás Fuentes Figueroa

Tyron Omar Manrique Toala

Wilfrido Del Valle Holguín

Willian Damian Benavides Sánchez

**Autores Investigadores**



**SABEREC 5.0**

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## AUTORES

INVESTIGADORES

### **Blanca Soledad Indacochea Ganchozo**

Magíster en Agroecología y Agricultura Sostenible;

Máster en Gestión Ambiental;

Magíster en Administración de Empresas;

Mención Dirección Financiera

Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria;

Doctor en Ciencias Forestales;

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

 blanca.indacochea@unesum.edu.ec  
 <https://orcid.org/0000-0003-4741-2435>

### **Boris Alexander Zambrano Vargas**

Médico Veterinario Zootecnista;

Maestría en Agropecuaria;

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

 zambrano-boris0515@unesum.edu.ec  
 <https://orcid.org/0009-0009-1537-9352>

### **Darwin Marcos Salvatierra Piloso**

Magíster en Administración de Instituciones de Salud;  
Economista;

Docente en la Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ darwin.salvatierra@unesum.edu.ec  
ID <https://orcid.org/0009-0000-4091-3013>

### **Eduardo Jaime Chagna Avila**

Maestría en Manejo Forestal Sostenible del Instituto de  
Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ ejchagna@utn.edu.ec  
ID <https://orcid.org/0000-0003-2527-4334>

### **Gabriela Carla Cuadrado Barreto**

Doctora en Ciencias de la Administración;  
Docente investigadora en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi;  
Tulcán; Ecuador

✉ gabriela.cuadrado@upec.edu.ec  
ID <https://orcid.org/0000-0002-8562-7843>

### **Grace Rodríguez Nava**

Egresado Carrera Agropecuaria;  
Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

### **Jenny Elizabeth Parrales Reyes**

Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa;  
Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria;  
Doctora en Administración;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ jenny.parrales@unesum.edu.ec  
ID <https://orcid.org/0000-0002-6648-0858>

### **José Anthony Plaza Litardo**

Ingeniero Forestal  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ plaza-jose8916@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-8661-6169>

### **Juan Eliecer Montaña Hurtado**

Magíster en Docencia y Desarrollo del Currículum;  
Especialista en Consultoría Jurídico Laboral;  
Diploma Superior en Contratación Laboral;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ juan\_montano\_1955@hotmail.com

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-1999-2815>

### **Julio Luis Gabriel Ortega**

Maestría en Agropecuaria;  
Doctor Dentro del Programa de Producción;  
Agraria Y Aplicaciones Biotecnológicas;  
Docente investigador de la Carrera Agropecuaria;  
Docente del Instituto de Posgrado;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ julio.gabriel@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0001-9776-9235>

### **Laura Cristina Merchán Nieto**

Especialista en Administración de Instituciones de Salud;  
Magíster Internacional (Mba) en Gestión de Instituciones de Salud;  
Ingeniera Forestal;  
Docente en la Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador.

✉ laura.merchan@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>

### **Lenin Nicanor Mejía Pazos**

Ingeniero Forestal;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

✉ Mejia-lenin3931@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0009-0008-2616-5504>

### **Luis Fernando Lucio Villacreses**

Diplomado en Formulación y Gestión de Proyectos;

Magíster en Educación y Desarrollo Social;

Magíster en Desarrollo Local;

Mención en Planificación, Desarrollo y Ordenamiento Territorial;

Ingeniero Forestal;

Docente en la Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

✉ luis.lucio@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-3757-7183>

### **Marcos Pedro Ramos Rodriguez**

Doctor en Ciencias Forestales;

Ingeniero Forestal;

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

✉ marcos.ramos@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-0992-8414>

### **Orlando Gabriel Pico Coronel**

Estudiante de la Maestría de Manejo Forestal Sostenible;

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

✉ pico-orlando4005@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-5917-4801>

### **Reynier García Rodríguez**

Especialista en Orientación Familiar Integral;

Especialidad en Bioética;

Máster en Ciencias de la Educación Mención;

Educación Técnica y Profesional;

Doctor en Ciencias Pedagógicas;

Licenciado en Educación Especialidad: Agropecuaria Veterinaria;

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa; Ecuador

✉ reynier.garcia@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-4160-5749>

### **Richard Cornejo Cornejo**

Magíster en Zootecnia Mención en Producción Ganadera Sostenible;  
Médico Veterinario Zootecnista;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa; Ecuador;

✉ richard.cornejo@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-5450-8609>

### **Tomás Fuentes Figueroa**

Magíster en Agropecuaria mención en Producción Agrícola;  
Magíster en Gerencia Educativa;  
Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa; Ecuador

✉ richard.palma@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-0028-339X>

### **Tyron Omar Manrique Toala**

Maestría en Manejo Forestal Sostenible;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa; Ecuador

✉ tyron.manrique@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-5235-7093>

### **Wilfrido Del Valle Holguín**

Magíster en Medicina Veterinaria  
Mención en Salud y Reproducción en Especies Productivas;  
Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

✉ wilfrido.delvalle@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-1911-0790>

### **Willian Damian Benavides Sánchez**

Maestría en Manejo Forestal Sostenible del Instituto de  
Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí  
Jipijapa; Ecuador

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## REVISORES

### ACADÉMICOS

#### **Zila Isabel Esteves Fajardo**

Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias;

Magíster en Educación Mención en Educación Inclusiva;

Máster en Diseño Curricular por Competencias;

Doctora en Educación;

Máster Universitario en Formación Internacional

Especializada del Profesorado,

Especialidad en Educación Inicial o Infantil;

Licenciada en Ciencias de la Educación

Especialización en Educación Primaria;

Universidad de Guayaquil,

Guayaquil, Ecuador;

✉ zila.estevesf@ug.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-2283-5370>

#### **Freddy Carlos Gavilánez Luna**

Magíster en Estadística Aplicada;

Magíster en Riego y Drenaje;

Doctor en Ciencias Ambientales;

Ingeniero Agrónomo;

Universidad Agraria del Ecuador;

✉ fgavilanez@uagraria.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-7861-514X>

# CATALOGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Blanca Soledad Indacochea Ganchozo  
Boris Alexander Zambrano Vargas  
Darwin Marcos Salvatierra Piloso  
Eduardo Jaime Chagna Avila  
Gabriela Carla Cuadrado Barreto

**AUTORES:** Grace Rodríguez Nava  
Jenny Elizabeth Parrales Reyes  
José Anthony Plaza Litardo  
Juan Eliecer Montaña Hurtado  
Julio Gabriel Ortega  
Laura Cristina Merchán Nieto

Lenin Nicanor Mejía Pazos  
Luis Fernando Lucio Villacreses  
Marcos Pedro Ramos Rodríguez  
Orlando Gabriel Pico Coronel  
Reynier García Rodríguez  
Richard Cornejo Cornejo  
Tomás Fuentes Figueroa  
Tyron Omar Manrique Toala  
Wilfrido Del Valle Holguín  
Willian Damian Benavides Sánchez

**Título:** Desarrollando Competencias para el Siglo XXI: Tomo Ventana Ambiental.  
Investigaciones de Postgrado en la UNESUM

**Descriptor:** Medio ambiente; Gestión ambiental; Indicadores ambientales; Ingeniería ambiental

**Código UNESCO:** 3308 Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente

**Clasificación Decimal Dewey/Cutter:** 370/R618

**Área:** Ciencias Ambientales

**Edición:** 1<sup>era</sup>

**ISBN:** 978-9942-678-05-8

**Editorial:** Saberec, 2024

**Ciudad, País:** Quito, Ecuador

**Formato:** 148 x 210 mm.

**Páginas:** 138

**DOI:** <https://doi.org/10.26820/978-9942-678-05-8>

**URL:** <https://repositorio.saberec5.com.ec/index.php/saberec/catalog/book/26>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico **Desarrollando Competencias para el Siglo XXI: Tomo Ventana Ambiental. Investigaciones de Postgrado en la UNESUM**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.



Usted es libre de:  
**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.  
**Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

**Directora Académica:** Ab. Luz Argoti

**Dirección Central SABEREC:** Sector Ponceano Alto, Edificio Miraflores

**Editor de Arte y Diseño:** Leslie Letizia Plua Proaño

**Corrector de estilo:** Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## *Índices*

Contenidos



**SABEREC 5.0**

Prólogo -----	17
Introducción-----	19

### **Capítulo I.**

Planificación territorial en torno a la conservación y protección de bosques, caso Jipijapa -----	22
<i>Luis Fernando Lucio Villacreses; Gabriela Carla Cuadrado Barreto; Laura Cristina Merchán Nieto; Darwin Marcos Salvatierra Piloso</i>	

### **Capítulo II.**

Escenarios permanentes y vinculación con la sociedad: una experiencia en la Universidad Estatal del Sur de Manabí -----	43
<i>Jenny Elizabeth Parrales Reyes; Reynier García Rodríguez; Blanca Soledad Indacochea Ganchozo; Tyron Omar Manrique Toala</i>	

### **Capítulo III.**

Restauración forestal en la reserva de biosfera El Chocó Andino de Pichincha -----	56
<i>William Damian Benavides Sánchez; Lenin Nicanor Mejía Pazos; Eduardo Jaime Chagna Avila</i>	

### **Capítulo IV.**

Evaluación de la viabilidad natural de semillas en diez especies forestales nativas del bosque seco tropical-----	72
<i>José Anthony Plaza Litardo</i>	

### **Capítulo V.**

Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador en el periodo 2018 – 2023 -----	83
<i>Orlando Gabriel Pico Coronel; Marcos Pedro Ramos Rodriguez</i>	

### **Capítulo VI.**

Aplicación de marcadores moleculares en la selección asistida en programas de mejora genética de cultivos -----	95
<i>Julio Gabriel Ortega</i>	

## **Capítulo VII.**

Incidencia de brucelosis ( <i>Brucellas melitensis</i> ) en cabras en edad reproductiva de la parroquia Membrillar del cantón Jipijapa. -----	114
<i>Richard Cornejo Cornejo; Grace Rodríguez Nava; Tomás Fuentes Figueroa; Wilfrido Del Valle Holguín</i>	

## **Capítulo VIII.**

Mitos de la avicultura: ¿hormonas en pollos?-----	129
<i>Boris Alexander Zambrano Vargas</i>	
Conclusión General -----	135

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## *Índices*

Tablas



SABEREC 5.0

<b>Tabla 1.</b> División política y población del cantón Jipijapa	27
<b>Tabla 2.</b> Textura del suelo del Cantón Jipijapa	27
<b>Tabla 3.</b> Relieves y pendientes del cantón Jipijapa	28
<b>Tabla 4.</b> Uso de suelo proyectado en Jipijapa	28
<b>Tabla 5.</b> Bosques en los territorios del cantón Jipijapa	29
<b>Tabla 6.</b> Matriz de correlaciones – conservación de bosques	32
<b>Tabla 7.</b> Correlación de datos – conservación de bosques	33
<b>Tabla 8.</b> Matriz de correlaciones – Fuerzas motrices	34
<b>Tabla 9.</b> Proyectos e inversiones ejecutadas por los GAD parroquiales	36
<b>Tabla 10.</b> Cargas de los Componentes – Fuerzas motrices	37
<b>Tabla 11.</b> Criterios de inclusión y exclusión	48
<b>Tabla 12.</b> Prácticas de restauración activa.	63
<b>Tabla 13.</b> Levantamiento cartográfico de las áreas intervenidas.	67
<b>Tabla 14.</b> Costos de intervención en base a la práctica de restauración.	68
<b>Tabla 15.</b> Días germinación	76
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de germinación	77
<b>Tabla 17.</b> Cantidad de semillas / kg	78
<b>Tabla 18.</b> Distribución de las ocurrencias de incendios a través del periodo de años en el cantón Portoviejo (2018-2023)	88
<b>Tabla 19.</b> Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los días de la semana en el cantón Portoviejo (2018-2023)	89
<b>Tabla 20.</b> Distribución de la ocurrencia de incendios forestales a través de las horas del día en el cantón Portoviejo (2018-2023)	89
<b>Tabla 22.</b> Resumen de las principales características de los marcadores: Isoenzimas, RFLP, RAPD, AFLP y SSR.	100
<b>Tabla 23.</b> Resultados y porcentajes en el estudio epidemiológico de la brucelosis caprina ( <i>brucella melitensis</i> ) en la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa.	120
<b>Tabla 24.</b> Análisis de frecuencia de brucelosis en las comunidades de Membrillal	121
<b>Tabla 25.</b> Resultados y porcentajes en el estudio epidemiológico de la brucelosis caprina ( <i>Brucella melitensis</i> ) de acuerdo a la edad reproductiva de caprinos en la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa.	121
<b>Tabla 26.</b> Nivel de vacunación en el ganado Caprino de Membrillal	122

<b>Tabla 27.</b> Edad del ganado Caprino de Membrillal -----	122
<b>Tabla 28.</b> Raza más común en hatos Caprinos de Membrillal -----	123
<b>Tabla 29.</b> Preguntas a productores de sintomatología en el ganado Caprino de Membrillal -----	124

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## *Índices*

Figuras



SABEREC 5.0

<b>Figura 1.</b> Parroquias rurales del cantón Jipijapa -----	26
<b>Figura 2.</b> Número de proyectos por sector y objetivos-----	31
<b>Figura 3.</b> Análisis de palabras clave mencionadas en el PDOT-----	32
<b>Figura 4.</b> Distribución y correlación de datos - FPEIR-----	34
<b>Figura 5.</b> Variables – PCA-----	35
<b>Figura 6.</b> Palabras clave identificadas en la rendición de cuentas de los GAD -----	38
<b>Figura 7.</b> Articulaciones establecidas por los GAD parroquiales -----	39
<b>Figura 8.</b> Prácticas de restauración activa y pasiva. A: cercado de protección individual en los sistemas silvopastoriles, B: sistemas agroforestales diversos, C: enriquecimiento de bosques degradados y D: establecimiento de cercados en la regeneración natural.-----	62
<b>Figura 9.</b> Mapa de intervención en la Reserva de Biosfera del Choco Andino. -----	66
<b>Figura 10.</b> Días de germinación -----	76
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de germinación -----	77
<b>Figura 12.</b> Cantidad de semillas / kg-----	78
<b>Figura 13.</b> Viabilidad del Fernan Sanchez (Triplaris guayaquilensis Little)-----	79
<b>Figura 14.</b> Viabilidad de Samán (Eritrina poeppigiana)-----	79
<b>Figura 15.</b> Área de estudio-----	86
<b>Figura 17.</b> Distribución del número total mensual de ocurrencia de incendios a través de los meses en el cantón Portoviejo (2018-2023)-----	88
<b>Figura 18.</b> Ubicación geográfica de la parroquia de Membrillal-----	118

# **DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:**

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

*Prólogo*



**SABEREC 5.0**

Con profunda satisfacción, presentamos este compendio de investigaciones fruto del esfuerzo y la dedicación de los estudiantes del Postgrado en Gestión Ambiental de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Este volumen representa un mosaico de saberes y experiencias que abordan diversas problemáticas ambientales, reflejando el compromiso de nuestra institución con la generación de conocimiento relevante para la región y el país.

Los capítulos que conforman este compendio ofrecen una mirada multidisciplinaria a los desafíos ambientales contemporáneos. Desde la planificación territorial enfocada en la conservación de bosques en Jipijapa, hasta la restauración forestal en la reserva de biosfera El Chocó Andino, cada investigación aporta valiosas perspectivas y soluciones innovadoras.

La vinculación con la sociedad, eje fundamental de nuestra universidad, se evidencia en el capítulo dedicado a las experiencias de extensión universitaria, demostrando el impacto positivo de la academia en la comunidad. Asimismo, la evaluación de la viabilidad de semillas de especies nativas del bosque seco tropical y el análisis del comportamiento histórico de incendios forestales en Portoviejo, subrayan la importancia de la investigación científica para la conservación de nuestros ecosistemas.

La aplicación de marcadores moleculares en la mejora genética de cultivos y el estudio de la incidencia de brucelosis en cabras en Membrillar, reflejan la diversidad de líneas de investigación abordadas en nuestro postgrado. Finalmente, el capítulo dedicado a los mitos de la avicultura, desmitifica creencias populares y promueve la difusión de información científica veraz.

Este compendio es una muestra del talento y la capacidad de nuestros estudiantes para generar conocimiento que contribuya a la gestión ambiental sostenible. Agradecemos a todos los que hicieron posible esta publicación y esperamos que sea de utilidad para investigadores, profesionales y todos aquellos interesados en la protección de nuestro medio ambiente.

# **DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:**

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## *Introducción*



**SABEREC 5.0**

Este compendio de investigaciones, fruto del Postgrado en Gestión Ambiental de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), representa un esfuerzo colectivo por abordar problemáticas ambientales desde una perspectiva multidisciplinaria y con un enfoque en la sostenibilidad. Los capítulos que conforman este volumen exploran temas que van desde la planificación territorial y la conservación de bosques, hasta la aplicación de biotecnología en la mejora de cultivos y el análisis de mitos en la producción avícola.

En el Capítulo I, se analiza la planificación territorial en Jipijapa, enfocándose en la conservación y protección de bosques en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 y 15. Se evidencia la necesidad de una mayor coherencia entre la planificación y la ejecución de acciones para la protección de los ecosistemas forestales.

El Capítulo II aborda la vinculación con la sociedad a través de escenarios permanentes en la UNESUM, destacando su impacto en el fortalecimiento de los lazos comunitarios y el desarrollo sostenible. Se presenta un análisis cualitativo de la efectividad de estos escenarios, resaltando su importancia para la formación integral de los estudiantes.

La restauración forestal en la reserva de biosfera El Chocó Andino de Pichincha es el tema central del Capítulo III. Se examinan las dimensiones financieras y de gobernanza de un proyecto de restauración de 1000 hectáreas, resaltando los costos y beneficios de diferentes estrategias de restauración.

En el Capítulo IV, se evalúa la viabilidad de semillas de diez especies forestales nativas del bosque seco tropical, un tema fundamental para la conservación y manejo de estos ecosistemas. Se presentan resultados sobre la germinación y almacenamiento de semillas, destacando la necesidad de estrategias para mejorar la producción y calidad del germoplasma.

El Capítulo V analiza el comportamiento histórico de los incendios forestales en Portoviejo, Manabí, proporcionando información valiosa para la elaboración de programas de manejo del fuego. Se identifican patrones temporales y espaciales de la ocurrencia de incendios, información crucial para la toma de decisiones.

La aplicación de marcadores moleculares en la selección asistida en programas de mejora genética de cultivos es el tema del Capítulo VI. Se fundamenta la importancia de la biotecnología en la mejora de cultivos de importancia económica, presentando una revisión de los principales marcadores moleculares utilizados.

El Capítulo VII aborda la incidencia de brucelosis en cabras en edad reproductiva en la parroquia Membrillal de Jipijapa. Se determinó la incidencia de *Brucella melitensis*, identificando factores de riesgo y proponiendo medidas de control.

Finalmente, el Capítulo VIII desmitifica la creencia del uso de hormonas en la producción de pollos, un mito que afecta la percepción pública sobre la seguridad alimentaria. Se destaca la importancia de la comunicación científica para combatir la desinformación.

Este compendio refleja la diversidad de investigaciones realizadas en el Postgrado en Gestión Ambiental de la UNESUM, así como el compromiso de la institución con la generación de conocimiento relevante para la región y el país.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 1

Planificación territorial en torno a la  
conservación y protección de  
bosques, caso Jipijapa

**AUTORES:** Luis Fernando Lucio Villacreses; Gabriela Carla Cuadrado Barreto; Laura Cristina Merchán Nieto; Darwin Marcos Salvatierra Piloso



**SABEREC 5.0**

## **Planificación territorial en torno a la conservación y protección de bosques, caso Jipijapa**

*Territorial planning around the conservation and protection of forests, Jipijapa case*

### **Resumen**

La promoción del Desarrollo Sostenible requiere un proceso que cohesione a los diferentes actores del estado, mercado y la sociedad civil, a fin de garantizar intereses comunes y particularmente un estadio de gobernanza, que genere alertas y motive acciones que minimicen los efectos de la pérdida de cobertura de bosque o la degradación forestal en los ecosistemas. En el escenario ecuatoriano, se promueve el derecho constitucional a disfrutar de un ambiente sano y equilibrado, conforme los artículos 14, 66, 83, 276, 297 de la constitución vigente y considerando las competencias que cada nivel de gobierno debe promover y establecer, se tendría un escenario viable para precautelar los derechos de la naturaleza y la preservación de bosques en el país. En este contexto, se planteó conocer la planificación territorial que desarrolló cada uno de los siete gobiernos parroquiales y el propio gobierno cantonal de Jipijapa, con orientación al Objetivo 13 de Desarrollo Sostenible “Acción por el Clima” y el Objetivo 15 “Vida de Ecosistemas Terrestres”. El enfoque aplicado fue mixto y la metodología se centró en la revisión de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de cada gobierno autónomo descentralizado e informes de rendiciones de cuentas emitidos por las autoridades locales. Entre los resultados más importantes se tiene, que existe similitud entre tres gobiernos parroquiales en su visión de desarrollo, se considera la inversión de recursos para la protección, conservación y restauración de bosques, pero no se ejecutan y se reprograman, para cumplir temas sociales y productivos.

**Palabras clave:** ambiente, multinivel, participación, sostenibilidad.

### **Abstract**

The promotion of Sustainable Development requires a process that unites the different actors of the state, market and civil society, in order to guarantee common interests and particularly a stage of governance, which generates alerts and motivates actions that minimize the effects of the loss of forest cover or forest degradation in ecosystems. In the Ecuadorian scenario, the constitutional right to enjoy a healthy and balanced environment is promoted, in accordance with articles 14, 66, 83, 276, 297 of the current constitution and considering the powers that each level of government must promote and establish, it is It would have a viable scenario to protect the rights of nature and the preservation of fo-

rests in the country. In this context, it was proposed to know the territorial planning developed by each of the seven parish governments and the cantonal government of Jipijapa itself, with orientation to Sustainable Development Goal 13 “Climate Action” and Goal 15 “Life of Terrestrial Ecosystems”. The approach applied was mixed and the methodology focused on the review of the development and territorial planning plans of each decentralized autonomous government and accountability reports issued by local authorities. Among the most important results is that there is similarity between three parish governments in their vision of development, the investment of resources for the protection, conservation and restoration of forests is considered, but they are not executed, showing that each entity focuses on only social and productive issues.

**Keywords:** environment, multilevel, participation, sustainability.

## Introducción

Los bosques son considerados vulnerables a los efectos del cambio climático, su pérdida y degradación conlleva consecuencias graves en su biodiversidad y en los servicios ecosistémicos que ofrecen (Delgado et al., 2016). Entre las causas principales, está el crecimiento poblacional, la expansión agrícola y su aprovechamiento basado en factores legales, sociales, económicos o políticos, que inciden en la inadecuada gestión de los recursos naturales (Vazquez y García, 2018).

Para el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, (2018), la pérdida de bosques, disminuye la capacidad actual y potencial de la tierra y sus componentes, como son suelo, agua, bosques y sistemas agrícolas. En México, esta problemática se abordó con procesos de gobernanza, que disminuyeron la presión en la naturaleza (Libert et al., 2018) al existir intereses comunes, desafíos, visiones particulares y acciones, que se plasman en políticas públicas que contribuyen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Kowler et al., 2018; Escobar et al., 2019).

En la gobernanza, la gestión ambiental, es un proceso multidimensional y holístico, según Muñoz y Bustos (2021) armoniza las actividades económicas, sociales, políticas, ambientales, y es efectiva si existe participación y toma de decisiones en el diseño, formulación y ejecución de políticas, planes y estrategias ambientales; y se genera vigilancia, control y seguimiento. Para Parra y Jaramillo (2022) en Ecuador significó reconocer a la naturaleza como sujeto de protección y derechos; revisar y actualizar la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (LFCANVS), el Código Orgánico del Ambiente (CODA) y la asignación de competencias en el Código Orgánico

de Organización de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

Entre los datos vinculados a la pérdida de bosques, el país pierde anualmente 3000 km<sup>2</sup>, de los cuales en Manabí se pierden 10,15 km<sup>2</sup>. En este contexto, el Plan de Uso y Gestión del Suelo de Jipijapa, considera que el 34% del territorio del cantón tiene que tener un tratamiento agro-silvopastoril y silvo-agrícola, en este contexto existe una pérdida de bosque natural (22%) que está afectando fuertemente en los sistemas hídricos (Ingenia Consulting Group, 2021; Gobierno Provincial, 2021).

La consolidación de la gobernanza multinivel en el Ecuador, según Aguirre (2021) requiere apoyarse en los procesos de planificación; impulsar la asociatividad en el nivel meso de gobierno; replicar mecanismos de transferencia de conocimientos; potenciar los vínculos con la academia; optimizar fuentes de financiamientos; y, dinamizar el creciente interés por la restauración.

El derecho a disfrutar de un ambiente sano y equilibrado, conforme los Artículos 14, 66, 83, 276 de la Constitución de Montecristi (2008) y las competencias en los Artículos 264, 267, 269, 273 indican como cada nivel de gobierno debe promover y establecer garantía de los derechos de la naturaleza, como la estudiada por Becerra (2019), que indica:

El Proyecto Socio Bosque (PSB) entre 2009-2016 evitó que se deforesten un total de 15,425 hectáreas. (p. 5). El PSB, se convirtió en un instrumento de compensación que otorga una transferencia directa a los beneficiarios para promover la conservación del bosque y mejora de la calidad de vida. (p. 227)

Le corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) cumplir sus competencias ambientales en contribución a la planificación nacional y los ODS 2015 – 2030 que buscan preservar la vida en los ecosistemas. En el caso de Manabí, el Gobierno Provincial (2021) en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) determina la carencia de articulación entre los distintos niveles de gobierno y actores territoriales, y una deficiente implementación de instrumentos de planificación en torno a la protección y conservación de los bosques. Respecto al cantón Jipijapa, el Gobierno Autónomo Descentralizado (2019) consideró en su PDOT la conservación de ocho áreas parroquiales, sin embargo, no se expresaba donde, como, con quienes, y con que recursos se ejecutaría.

El propósito de esta investigación, fue determinar la planificación territorial en torno a la conservación y protección de bosques, en las parroquias rurales del cantón Jipijapa y como cada GAD parroquial realizó su planeación

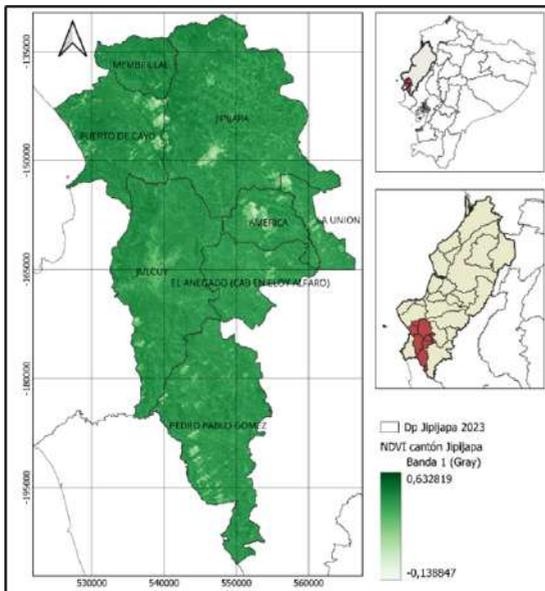
estratégica, la ejecución de proyectos que realizaron y su relacionamiento con instituciones del ramo, entidades locales y la sociedad civil.

## Materiales y metodos

Desde la perspectiva de macro localización, el cantón Jipijapa está ubicado al sur de la provincia de Manabí, según el GAD Jipijapa (2019), su población es de 74.644 habitantes, de los cuales 23.109 habitantes viven en el área rural. En la Figura 1, se observan las siete parroquias, la cabecera cantonal y el Índice Normalizado de Vegetación que indica el estado de salud de la vegetación en el área de estudio.

### Figura 1.

*Parroquias rurales del cantón Jipijapa.*



A partir del punto de vista de micro localización, la tabla 1 muestra la distribución y variación poblacional hasta el 2020 que realizó el GAD Jipijapa (2019).

**Tabla 1.**

*División política y población del cantón Jipijapa.*

ASENTAMIENTO	1990	2001	2010	2020
JIPIJAPA	42.269	44.870	49.076	51535
LA AMERICA	4.839	2.903	3.060	3213
EL ANEGADO	8.414	6.372	6.864	7208
JULCUY	2.406	1.994	2.175	2284
LA UNION	2.592	1.974	1.941	2038
MACHALILLA	3.418			
MEMBRILLAL	1.425	1.026	1.005	1055
PEDRO PABLO GOMEZ	4.584	3.515	3.564	3743
PUERTO DE CAYO	2.648	3.142	3.398	3568

**Fuente.** PDOT, GAD Jipijapa (2019)

El territorio del cantón Jipijapa es muy accidentado, la zona montañosa se presenta como un sistema macizo e irregular, desarrollado entre Jipijapa y Manta, terminando en la Cordillera de Colonche, con altitudes en la parte Sur-Este de 820 msnm, mientras que en la parte Centro-Sur es de 635 msnm (GAD, 2019). El área esta influenciada por la corriente cálida de El Niño y la corriente fría de Humboldt. La temperatura promedio mensual en el mes de Julio es de 24°C con una máxima de 27°C y mínima de 21°C. La temporada más lluviosa dura alrededor de 3,4 meses entre principios enero y finales de abril, con un promedio mensual de 106,7 mm (GAD Jipijapa, 2019). En la Figura 2 se muestra la superficie y porcentaje de ocupación de las texturas, siendo los suelos con textura fina la más predominante y en la Tabla 3 se describe los distintos relieves y pendientes que presenta el cantón Jipijapa

**Tabla 2.**

*Textura del suelo del Cantón Jipijapa.*

TEXTURA	SUPERFICIE (HA)	% DE OCUPACIÓN
Fina	105.645,00	72,00
Gruesa	111,86	0,07
Media	40.695,53	27,73
Moderadamente Gruesa	289,21	0,20
Total	146.741,60	100,00

**Fuente:** GAD Municipal de Jipijapa 2015

**Tabla 3.**

*Relieves y pendientes del cantón Jipijapa.*

Rango	Descripción	Superficie (ha)	% de ocupación
Muy suave. De 0 a 5%	Relieve plano o casi plano	11.874,67	8,09
Suave. De 5 a 12%	Relieves ligeramente ondulados	5.869,45	4,00
Media. De 12 a 15%	Relieves medianamente ondulados	9.793,17	6,67
Media a fuerte. De 25 a 40%	Relieves mediana a fuertemente colinados	39.133,99	26,27
Fuerte. De 40 a 70%	Relieve fuertemente disectados y escarpados	33.263,92	22,67
Abrupta >70%	Relieve montañoso	46.806,40	31,90
Total		14.671,60	100,00

**Fuente:** G.A.D. Municipal del Cantón 2015

Respecto al uso del suelo y la proyección realizada por el GAD Jipijapa (2019), se evidencia que aumentarán los cultivos anuales, permanentes y pastizales, en desmedro de la vegetación arbustiva y el bosque nativo, como se observará en la Tabla 4. Uso de suelo proyectado en Jipijapa

**Tabla 4.**

*Uso de suelo proyectado en Jipijapa.*

Unidad de uso	Superficie (HA)				Variación (2020-2025)
	Año 2000	Año 2008	año 2020	año 2025	
Área poblada	443,8	1586.5	10.721,9	23.770,1	121,70
Área sin cobertura vegetal	387,1	204.0	78,0	52,3	-32,95
Bosque nativo	82.211,2	77432.3	70.779,7	68.179,4	-3,67
Cultivos anuales	158,0	1068.0	18.762,7	61.933,1	230,09
Cultivos permanentes	1.050,2	6943.8	118.055,6	384.406,00	225,61
Infraestructura	9,1	57.4	912,4	2.887	216,42
Mosaico agropecuario	43.045,5	44397.4	46.505,4	47.413,0	1,95
Cuerpo de agua	62,3	19.2	3,32	1,59	-52,11
Pastizal	1.371,5	4.544.41	27.406,7	57.944,90	111,43
Vegetación arbustiva	17.986,4	10.301,39	4.465,01	3.151,60	-29,42
Vegetaciones herbáceas	16,26	186,76	7.269,90	33.429,50	359,83

Total	146741.6	146741.6	304961	683168.5
-------	----------	----------	--------	----------

**Fuente.** GAD Jipijapa (2019)

## Población y muestra

La población en la presente investigación son los GAD parroquiales del cantón Jipijapa, cuyos territorios poseen zonas protegidas, bosques protectores y otras zonas en custodia del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). En la Tabla 5, se presenta la información territorial.

**Tabla 5.**

*Bosques en los territorios del cantón Jipijapa.*

Nombre	Ubicación / GAD involucrado	Total (Has)	Has en el cantón	Año de creación	Plan de manejo
Parque Nacional Machalilla	Julcuy, Pedro Pablo Gómez, Puerto Cayo	41.754,0	8.989,4	1979	Si
Bosque Protector Canta Gallo	Puerto Cayo	6.542,0	6.542,0	1989	Si
Bosque Protector Sancán y Cerro Montecristi	Membrillal, Jipijapa, Puerto Cayo	8.064,4	4.947,0	1996	No
Bosque Protector Choncón Colonche	Julcuy, Pedro Pablo Gómez	78.151,2	13.007,9	1194	Si
Bosque Protector Cuenca Rio Paján	La América, El Anegado, Jipijapa, La Unión	17.921,4	14.462,2	No definido	No
Áreas Socio Bosque	Pedro Pablo Gómez, La Unión, Julcuy	1.409,4	1.409,4	2008	No aplica

*Elaborado a partir de PDOT de Jipijapa, (2019)*

La muestra considerada es la planificación desarrollada por los GAD parroquiales en el periodo 2019 – 2023 y el sujeto de estudio es el cumplimiento del ODS 15 “Vida de Ecosistema Terrestres” en la conservación, protección y restauración de bosques.

Al tratarse de una investigación documental, correlacional, transversal, comparativa, se precisa un muestreo emergente, intencional, no probabilístico, con la selección de las actividades planificadas por los GAD parroquial Julcuy, la Unión, Membrillal, Puerto Cayo, la América, Pedro Pablo Gómez y

El Anegado, en el periodo 2019 – 2023 relacionado con el cumplimiento del ODS 15, se transforman los datos cualitativos a cuantitativos a través de las matrices de conteo de proyectos planificados, Matriz de sistematización de proyectos orientados a la gobernanza forestal, Matriz resumen de la planificación Inter temporal, Matriz de conteo del número de referencias con otras instituciones.

**Los métodos y técnicas utilizados fueron:**

- Método bibliográfico, para definir, revisar y extraer la información requerida de los PDOT de cada GAD parroquial relacionada con los proyectos planificados y participación interinstitucional,
- Método estadístico, para analizar el relacionamiento del GAD parroquial con las entidades públicas y privadas. En este proceso se utilizó el programa de Excel para organizar los resultados y posteriormente el Sistema Estadístico RStudio versión 4.2.2

**Las técnicas utilizadas en este objetivo son:**

- Recolección: etapa de recolección de datos.
- Recuento: cómputo y sistematización de datos.
- Presentación: muestra de datos en gráficos.
- Análisis: definición de conclusiones a partir de los resultados.
- Redactar: escritura científica y redacción siguiendo la Guía de Titulación y Normas APA 7ma Edición.

**El grupo muestral utilizado es el siguiente:**

- Muestra Caso – Tipo: en este caso los siete PDOT parroquiales y la matriz de planificación de proyectos indica el relacionamiento institución y contribución a la conservación, protección o conservación de bosques en Jipijapa.

**El procedimiento desarrollado fue el siguiente:**

- Revisión de la matriz de proyecto de cada PDOT parroquial, para conocer las instituciones consideradas en la ejecución de proyectos de conservación, protección o conservación de bosques en Jipijapa.
- Elaboración de una matriz de relacionamiento institucional del GAD parroquial con otras entidades públicas o privadas.

- Sistematización de resultados y aplicación de métodos estadísticos, basados en el Análisis de Componentes Principales, Clusters, dendrogramas, y redes.
- Discusión de resultados, desarrollo de conclusiones y recomendaciones.

Las consideraciones bioéticas en la presente investigación fueron: respeto por los criterios de los expertos participantes, evitando sacar de contexto sus pronunciamientos y libertades para manifestarse, en el ámbito de la conservación, protección y restauración del bosque en el cantón Jipijapa. Se usó la normativa establecida para la redacción científica, sin inclinaciones religiosas ni políticas, sino con fines netamente académicos y respetando la autoría de los autores consultados.

## Resultados y discusión

Cada GAD planificó en promedio 8 proyectos productivos, 22 proyectos sociales y 4 proyectos ambientales, estos últimos no se ejecutaron, en contraposición al Art 14 de la Constitución (2008) para garantizar sostenibilidad y el Buen Vivir, se incumple las contribuciones al ODS 15, tampoco se aplicó el enfoque del PNUD (2016) como visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental. La Figura 2 muestra el número de proyectos por sector y objetivos del PND vigente en la temporalidad del estudio.

### Figura 2.

*Número de proyectos por sector y objetivos.*

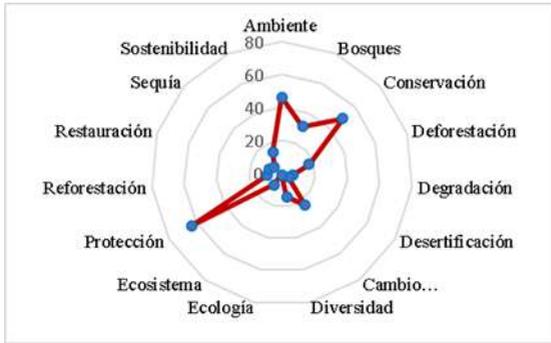


En la Figura 3 se muestra el análisis de palabras de los PDOT en relación con el ODS 15, evidenciando que todos los GAD buscan la protección y conservación del ambiente, pero no se insertan criterios de cambio climático en la planificación, conforme lo faculta el Art 28 del COA, ni como desafío de la

gobernanza expuesto por Ubilla (2019) o la reducción de sus efectos según Becerra (2019).

**Figura 3.**

*Análisis de palabras clave mencionadas en el PDOT.*



Es importante mencionar que la planificación intertemporal en cada PDOT, la visión parroquial de la Unión, Membrillar y Julcuy, es altamente similar, a pesar de ser territorios distantes y diferentes en su contexto. Se evidencia, según Maldonado (2017) que no se cumplió el proceso de planificación y la toma de decisiones, para una buena gobernanza y la modelación de pautas relacionales, organizacionales y estructurales para cohesionar actores según Sancán (2021).

En la Tabla 6y Figura 3 se presenta la correlación entre Conservación y Protección, es media – alta, igual para la correlación Restauración y Bosques. Ambas relaciones tienen un valor  $p < .05$  y son estadísticamente significativas, también se resalta que entre Conservación y Restauración no existe correlación, para el caso de Protección – Bosques, se tiene una correlación baja.

**Tabla 6.**

*Matriz de correlaciones – conservación de bosques.*

		Bosques	Protección	Conservación	Restauración
Bosques	Rho de Spearman	—			
	valor p	—			
Protección	Rho de Spearman	0.333	—		
	valor p	0.428	—		

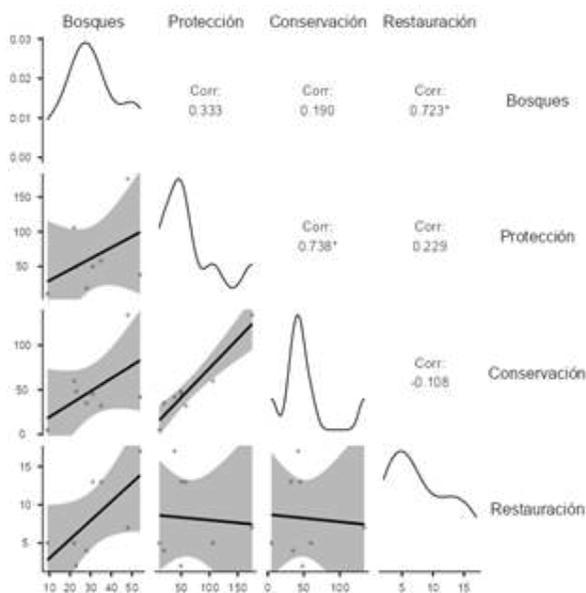
		Bosques	Protección	Conservación	Restauración	
Conservación	Rho de Spearman	0.190	0.738	—		
	valor p	0.665	0.046	—		
Restauración	Rho de Spearman	0.723	0.229	-0.108	—	
	valor p	0.043	0.586	0.798	—	

Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

Elaborado a partir de datos de la investigación en Jamovi

**Tabla 7.**

Correlación de datos – conservación de bosques.



Elaborado a partir de datos de la investigación en Jamovi

En la Tabla 7 y Figura 4 se notará que las Respuestas de los GAD se correlaciona con el Estado o condiciones del entorno e Impactos generados, la correlación es alta con un valor  $p < .01$  mostrando ser estadísticamente significativas, conforme lo expuesto por Acostupa et al. (2018) en el enfoque de Fuerzas motrices – Presiones – Estados – Impactos – Respuestas.

**Tabla 8.**

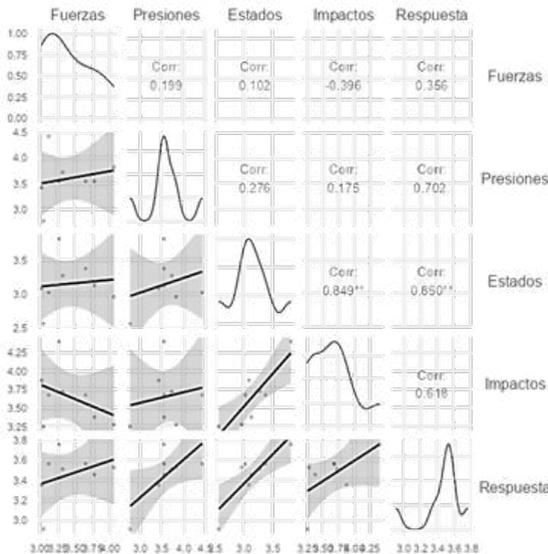
*Matriz de correlaciones – Fuerzas motrices.*

		Fuerzas	Presiones	Estados	Impactos	Respuestas
Fuerzas	R de Pearson	—				
	valor p	—				
Presiones	R de Pearson	0.199	—			
	valor p	0.637	—			
Estados	R de Pearson	0.102	0.276	—		
	valor p	0.810	0.508	—		
Impactos	R de Pearson	-0.396	0.175	0.849	**	—
	valor p	0.332	0.679	0.008	—	—
Respuestas	R de Pearson	0.356	0.702	0.850	**	0.618
	valor p	0.387	0.052	0.008	0.102	—

Nota. \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

**Figura 4.**

*Distribución y correlación de datos - FPEIR.*

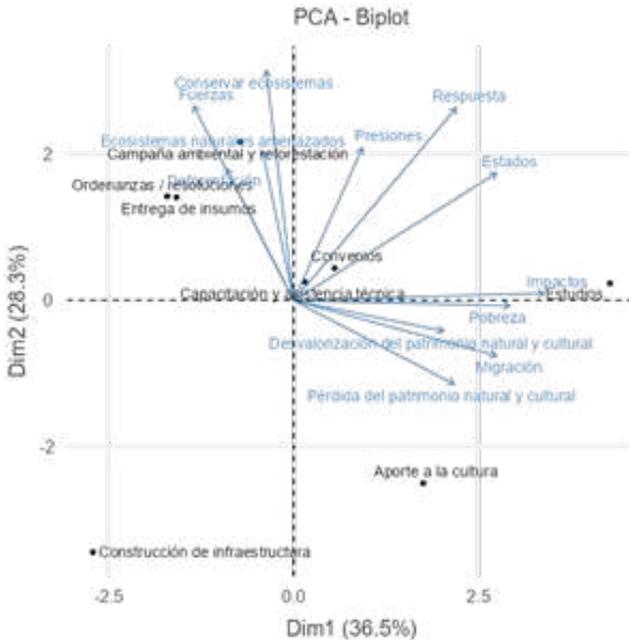


*Elaborado a partir de datos de la investigación en Jamovi*

La entrega de insumos, ordenanzas/resoluciones y campañas ambientales y reforestación muestran una agrupación como respuesta, frente a las fuerzas y presiones de conservar los ecosistemas, los ecosistemas naturales amenazados, mientras, los impactos visibles que se generan en esta relación, están: la pobreza, la desvalorización del patrimonio natural, la migración y la pérdida del patrimonio natural y cultural. Se notará también en la figura 5 que una respuesta requerida, es la necesidad de realizar estudios, la capacitación y asistencia técnica y la firma de convenios y programas destinados a prevenir, minimizar o mitigar las presiones y las fuerzas motrices conforme lo señala Acostupa et al. (2018)

**Figura 5.**

*Variables – PCA.*



La figura también muestra según Vazquez y García (2018) y Sancán (2021), la relación causa – efecto entre las condiciones ambientales y las actividades humanas, y permite construir una matriz de valoración o percepción de conocedores del problema, en este caso traducida en una relación gráfica.

La ejecución de los proyectos propuestos, se verificó en el informe final de Evaluación y Seguimiento del PDOT de los GAD parroquiales de Membri-

llal, la América y la Unión, en el resto de entidades, por no haberlos elaborado, se revisó las rendiciones de cuentas entre 2019 - 2022, corroborándose según la Tabla 9 que ninguno cumplió con las inversiones programadas para conservar, proteger o restaurar los bosques. En este contexto, se concuerda con Cueva (2021) quien establece que es común que las metas propuestas en el PDOT no se cumplan y al no contarse con un adecuado proceso de seguimiento y evaluación no se toman medidas correctivas ni se alcanza el modelo territorial deseado.

**Tabla 9.**

*Proyectos e inversiones ejecutadas por los GAD parroquiales.*

GAD	Proyectos		Inversión	
	Planificados	Ejecutados	Proyectada	Ejecutada
El Anegado	2	0	74000,00	0,00
Julcuy	1	0	15000,00	0,00
La América	2	0	75000,00	0,00
La Unión	2	0	30000,00	0,00
PP Gómez	4	0	278000,00	0,00
Puerto Cayo	2	0	15000,00	0,00
Membrillal	1	0	0,00	0,00

El ACP determina en la Tabla 8 que la unicidad o varianza, para cada valor está cerca de cero, es decir, toda la variabilidad de cada componente se explica por los factores comunes en el análisis de todas las variables analizadas, con esto se descubre lo expuesto por Yengle (2012) la dimensionalidad de los datos, sin que se pierda información. Se puede recalcar que el enfoque de Fuerzas motrices – Presiones – Estados – Impactos – Respuestas si se aplica en los GAD parroquiales, pero al no existir valores cercanos a uno, no existe efectividad a un de las respuestas, para mejorar los estados y disminuir los impactos.

**Tabla 10.**

*Cargas de los Componentes – Fuerzas motrices.*

Componentes							
	1	2	3	4	5	6	Unicidad
Ecosistemas naturales amenazados					0.966		0.02465
Pérdida del patrimonio natural y cultural				0.832	-0.342		0.11386
Migración	0.894		-0.322				0.00136
Pobreza	0.753	0.512					0.02258
Baja productividad	0.446				0.537	0.617	0.00262
Desvalorización del patrimonio natural y cultural				0.916			0.00643
Débil liderazgo y participación ciudadana				0.359		0.830	0.10928
Deforestación					0.450		0.09322
Desempleo	0.905				0.379		0.00907
Mejorar la producción agropecuaria y agroindustrial	-0.374	0.654	0.314		0.397		0.09656
Conservar ecosistemas		0.312	0.878				0.05543
Cambios en el entorno	-0.486	-0.412	0.412				0.00268
Financiamiento	0.901						0.07286
Apoyo político	-0.613		0.414	-0.517			0.01154
Resistencia al cambio			0.884				0.01115
Programas sectoriales			0.961				0.01846
Desarrollo del patrimonio cultural				0.562	-0.741		0.03787
Aumentar el turismo sostenible	0.334	0.860		-0.342			0.01112
Mejorar la calidad de los servicios públicos		0.956					2.56e-4
Poca investigación para el desarrollo e innovación	0.626	0.747					0.00880
Estacionalidad	0.583			0.634		0.388	0.05442

El conteo de palabras con mayor frecuencia en los informes de rendición de cuentas, se muestra en la Figura 6 en la que no se encontrarán palabras relacionadas con el ODS 15 “Vida de Ecosistemas Terrestres” y el Objetivo 3 “Derechos de la Naturaleza” consagrado en el PND 2017 – 2021 y en la constitución de 2008.

**Figura 6.**

*Palabras clave identificadas en la rendición de cuentas de los GAD.*

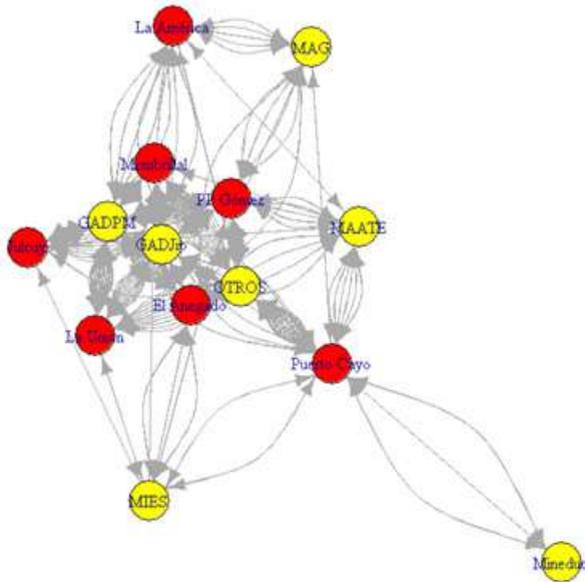


*Elaborado a partir de RStudio versión 4.3.0*

La Figura 7 muestra la relación que cada GAD estableció en su PDOT, considerando las competencias del gobierno cantonal, provincial, y otras entidades como el MIES y el MAG, en contribución con el Objetivo 1 y 3 del PND que buscan desarrollo social y productivo, sin embargo, durante la etapa de implementación cada GAD no efectuó una coordinación intersectorial e interacciones políticas que efectivicen el objetivo propuesto, como lo sostiene Peters (2018), o garanticen una agenda comunitaria y el aprovechamiento del programa de financiamiento como lo menciona Ariza y Cuvi (2020) bajo Co-Manejo Adaptativo (CMA).

**Figura 7.**

*Articulaciones establecidas por los GAD parroquiales.*



*Elaborado a partir de RStudio versión 4.3.0*

Con relación al Objetivo 3 del PND “Derechos de la Naturaleza”, el GAD parroquial de Puerto Cayo y Pedro Pablo Gómez, mostraron vínculos con el MAATE por sus competencias de recuperación, conservación y protección de las cuencas hidrográficas. El GAD de Julcuy, la Unión y el Anegado, se relacionaron con el GAD provincial por sus competencias ambientales en el sector rural. Respecto al GAD cantonal, no generó relacionamiento, ni posee competencias concurrentes, notándose la ausencia de una coordinación institucional fluida y estable como lo expresa Ariza y Cuvi (2020) bajo Co-Manejo Adaptativo (CMA ni se promueven relaciones e interacciones entre niveles y sectores, en muestra de la gobernanza multinivel expuesta por Libert et al. (2018) ni articulación horizontal como nueva modalidad de financiamiento como lo define Marcillo (2021).

## Conclusiones

Existen directrices necesarias para instaurar un Sistema de Gestión Ambiental en el nivel parroquial y cantonal, sin embargo, su desconocimiento no permite visionar la gestión de propuestas y financiamiento, para la protección, conservación y restauración de bosques.

Las decisiones estratégicas de cada GAD proyectadas hasta 2023 no tenían enfoque de sostenibilidad, por el sesgo de sus inversiones solamente al sector social y porque no se invirtieron los recursos planificados en cumplimiento de los Derechos de la Naturaleza.

El nivel de articulación, la poca visión de directivos, la baja participación ciudadana y la presencia de consultores externos que desconocen la problemática local y normativas vigente, incide en contar con PDOT poco acordes a la realidad local.

## Referencias Bibliograficas

- Acostupa, Y., Aréstegui, D., Castro, E., Choquevilca, W., Guzmán, G., & Sánchez, P. (2018). Aplicación de la metodología FPEIR al diagnóstico ambiental del Humedal Lucre-Huacarpay, 2017. *Yachay - Revista Científico Cultural*, 6(01), 90–114. <https://doi.org/10.36881/yachay.v6i01.33>
- Ariza-Montobbio, P., & Cuvi, N. (2020). Adaptación Basada en Ecosistemas en Ecuador : buenas prácticas para el Co- Manejo Adaptativo. *Ambiente & Sociedad*, 23, 28.
- Becerra, T. (2019). Evaluación del Impacto de políticas públicas destinadas a reducir la deforestación y degradación y acciones destinadas a la gestión sostenible de los bosques en Ecuador. En *Earth Innovation Institute*.
- Constitución. (2008). Constitución ecuatoriana. *Toegepaste Taalwetenschap in Artikelen*, 40, 169–175. <https://doi.org/10.1075/ttwia.40.16bee>
- Cueva, M. (2021). *TRABAJO DE TITULACIÓN Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial como instrumento para alcanzar el desarrollo sostenible local. Caso de estudio cantón Loja, parroquias Jimbilla, Santiago, San Lucas.*

- Delgado, D., Finegan, B., Martin, M., Acosta, M., Carrillo, F., Hernández, T., Bejarano, L., Nieto, V., Lara, D., & Ribalaygua, J. (2016). *Gestión Integrada de Recursos Naturales a Escala de Paisaje Serie técnica Informe técnico no. 406*.
- Escobar, C., Higuera, F., & Arévalo, W. (2019). Gobernanza global y responsabilidad internacional del estado. Experiencias en América Latina. En *El Bosque*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Jipijapa (GAD Jipijapa). (2019). *Plan De Desarrollo Territorial*.
- Gobierno Provincial de Manabí. (2021). PDOT Manabí 2030. En *Registro Oficial 1766*.
- Ingenia Consulting Group. (2021). *Plan De Uso Y Gestion De Suelo*.
- Kowler, L., Ravikumar, A., Larson, A., Rodriguez-Ward, D., Burga, C., & Gonzales Tovar, J. (2018). *Análisis de la gobernanza multinivel en México*.
- Libert-Amico, A., Trench, T., Rodríguez, A., & Martínez-Morales, M. D. P. (2018). Multilevel governance experiences in Mexico: Innovation for carbon emissions reduction in terrestrial ecosystems. *Madera y Bosques*, 24(Special Issue). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401909>
- Maldonado Romo, A. F. (2017). *Análisis de los esfuerzos para construir sistemas de buena gobernanza forestal en México e Indonesia*.
- Ministerio del Ambiente. (2018). Sinergias entre degradación de la Tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador. En *Ministerio del Ambiente del Ecuador* (Vol. 88).
- Muñoz, J., & Bustos, R. (2021). Gestión integrada de recursos hídricos y gobernanza : Subcuenca del río Vinces , provincia Los Ríos-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII.
- Parra, A., & Jaramillo, J. (2022). *TEMA : LA GOBERNANZA AMBIENTAL PARA CONCESIÓN MINERA : CASO BOSQUE PROTECTOR LOS CEDROS*.
- PNUD. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas*, Mayo, 50.
- Sancán Pincay, R. G. (2021). Desempeño organizacional de los GAD´s parroquiales y el desarrollo del turismo alternativo, cantón Jipijapa, año 2020. En *Repositorio DSPACE*.

- Ubilla Farias, K. V. (2019). *Desafíos de gobernanza para enfrentar los compromisos de mitigación en materia de cambio climático*.
- Vazquez, R., & García, R. M. (2018). Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlan, Jalisco, México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 27(53-1), 1-26.
- Yengle, C. (2012). Aplicación del análisis de componentes principales como técnica para obtener índices sintéticos de calidad ambiental. *UCV - Scientia*, 4(2), 145-153.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 2

Escenarios permanentes y vinculación  
con la sociedad: una experiencia en  
la Universidad Estatal del Sur de  
Manabí

**AUTORES:** Jenny Elizabeth Parrales Reyes; Reynier García Rodríguez; Blanca Soledad Indacochea Ganchozo; Tyron Omar Manrique Toala



SABEREC 5.0

## **Escenarios permanentes y vinculación con la sociedad: una experiencia en la Universidad Estatal del Sur de Manabí**

*Permanent scenarios and connection with society: an experience at the State University of Southern Manabí*

### **Resumen**

Los escenarios permanentes y la función sustantiva de Vinculación con la Sociedad, se interconecta de efectiva, concretando la vocación de servicio de los estudiantes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), sin embargo, la teoría relacionada con los escenarios permanentes aun es incipiente, lo que dificulta la comprensión y la importancia social. En este orden, el objetivo es: Definir el concepto de escenario permanente, con énfasis en la importancia experiencial de la UNESUM y a las necesidades sociales, optimizando así el impacto académico y comunitario. Desde lo metodológico se utilizó un enfoque cualitativo, recopilando datos a través de entrevistas, encuestas y observación participante. Se involucraron estudiantes, docentes y miembros de la comunidad local para la evaluación de la efectividad de los escenarios permanentes actuales. Los hallazgos mostraron que la creación de un espacio permanente incrementó la participación comunitaria en actividades universitarias. Se evidenció un aumento en la colaboración en proyectos conjuntos y un fortalecimiento de la relación entre la universidad y la comunidad, así como la comprensión de la vinculación con la sociedad, desde la existencia de los escenarios que se han caracterizado. La implementación de escenarios permanentes en la UNESUM ha demostrado ser una estrategia efectiva para el mejoramiento de la vinculación con la sociedad, contribuyendo al desarrollo sostenible y fortaleciendo los lazos comunitarios.

**Palabras clave:** vinculación, sociedad, escenario permanente, servicio, comunidad

### **Abstract**

The permanent scenarios and the substantive function of Linking with Society are effectively interconnected, specifying the vocation of service of the students of the State University of the South of Manabí (UNESUM), however, the theory related to the permanent scenarios is still incipient, which makes understanding and social importance difficult. In this order, the objective is: Define the concept of permanent scenario, with emphasis on the experiential importance of UNESUM and social needs, thus optimizing the academic and community impact. From a methodological point of view, a qualitative approach was used, collecting data through interviews, surveys and participant observa-

tion. Students, teachers and members of the local community were involved in evaluating the effectiveness of the current permanent scenarios. The findings showed that the creation of a permanent space increased community participation in university activities. An increase in collaboration in joint projects and a strengthening of the relationship between the university and the community was evident, as well as the understanding of the connection with society, since the existence of the scenarios that have been characterized. The implementation of permanent scenarios at UNESUM has proven to be an effective strategy for improving ties with society, contributing to sustainable development and strengthening community ties.

**Keywords:** education, training, inclusion, teaching staff

### Introducción

En un mundo en constante cambio, la vinculación con la sociedad se ha convertido en un aspecto fundamental para el desarrollo educativo y social. Las instituciones académicas tienen el desafío de ser agentes transformadores, que respondan no solo a las necesidades de sus estudiantes, sino también a las demandas de la comunidad. A nivel internacional, un referente importante es el Informe de la UNESCO sobre la Educación Superior (2019), que resalta la importancia de la responsabilidad social de las universidades en la promoción del desarrollo sostenible. Este enfoque destaca que las universidades deben ir más allá de la formación académica, integrando prácticas que beneficien a la sociedad en su conjunto.

En el contexto latinoamericano, la Declaración de Lima (CRES, 2018), reafirma la intención de las universidades de proporcionar un enfoque inclusivo y equitativo en la educación, fomentando el compromiso con su entorno social y cultural. Este documento promueve la necesidad de una educación que no solo forme profesionales competentes, sino que también se preocupe por la justicia social y el bienestar de las comunidades más vulnerables.

Otro ejemplo interesante es el de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2023), la que ofrece una perspectiva ilustrativa de cómo las universidades pueden desempeñar un papel activo en el desarrollo social y cultural. La Universidad Nacional Autónoma de México ha implementado iniciativas destinadas a fortalecer el vínculo entre la academia y la comunidad, como programas de extensión y proyectos de desarrollo social que involucran a estudiantes y docentes en actividades que buscan resolver problemas específicos de la región.

En el contexto ecuatoriano, la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) ha adoptado un enfoque proactivo en cuanto a la vinculación con la sociedad, integrando escenarios permanentes en su estructura académica. Esta vinculación se manifiesta a través de varias iniciativas destacadas.

En este orden, la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) ha desarrollado programas de servicio comunitario que permiten a los estudiantes involucrarse directamente en proyectos que abordan desafíos locales, como el acceso a la educación y la salud. También la universidad mantiene alianzas estratégicas con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para diseñar e implementar soluciones a problemas específicos que afectan a la región. Además, fomenta la investigación aplicada mediante el desarrollo de proyectos colaborativos con la comunidad, lo que no solo enriquece el proceso educativo, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de Manabí y sus alrededores.

Estos ejemplos subrayan la importancia de la vinculación entre el ámbito académico y la sociedad en general, evidenciando que una educación relevante y efectiva debe ir más allá del aula y estar profundamente arraigada en las realidades y necesidades de la comunidad.

El quehacer de la universidad enfatiza su compromiso de fomentar el desarrollo comunitario a través de proyectos de investigación aplicados y programas de extensión que abordan problemas locales. Uno de los ejemplos más destacados son los Programas de Vinculación con la Sociedad, que buscan estrechar la relación entre la academia y las comunidades a través de proyectos que integran el conocimiento académico con las necesidades específicas de las poblaciones locales.

En suma, la vinculación con la sociedad es no solo un imperativo académico, sino una responsabilidad ética que las instituciones deben asumir para contribuir al desarrollo sostenible y la mejora del tejido social. Las experiencias de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) ilustran cómo las universidades pueden convertirse en pilares fundamentales para el progreso de sus comunidades.

La ponencia responde al proyecto de investigación: Contextualización de los principios bioéticos a las ciencias forestales. Una experiencia en la Finca Experimental Andil, direccionado desde el programa de Maestría en Manejo Forestal Sostenible de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

A tenor con lo expresado, en la práctica se han evidenciado algunas problemáticas que en esta ponencia y en otras, pueden responderse, ejemplo de ellas:

El desconocimiento del concepto de escenario permanente, dado que muchas instituciones educativas y comunidades no tienen una comprensión clara de qué constituye un escenario permanente en el contexto académico y social.

La desconexión entre la academia y las necesidades sociales, cuando no se comprenden bien los escenarios permanentes, lo que induce a la concreción de investigaciones que aborden soluciones relevantes.

La integración adecuada de escenarios permanentes en el currículo, para que los estudiantes tengan la preparación para enfrentar los desafíos del mundo real.

En este sentido, el objetivo es: Definir el concepto de escenario permanente, con énfasis en la importancia experiencial de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) y a las necesidades sociales, optimizando así el impacto académico y comunitario.

## **Materiales y métodos**

La metodología utilizada en el presente estudio fue de tipo documental ubicada en el paradigma interpretativo con un enfoque mixto, partiendo de la búsqueda, recopilación y revisión de fuentes bibliográficas recuperadas de bases de datos de acceso libre como Scielo, Scopus, Latindex, Google Académico y Dialnet en idioma inglés y español de los últimos cinco años.

A continuación, pueden verse las palabras que se obtuvieron de la deconstrucción terminológica del título de la investigación, efectuando la búsqueda de palabras clave en el portal: vinculación, sociedad, escenario permanente, servicio, comunidad; las cuales fueron empleadas para las posibles combinaciones con los operadores booleanos necesarios para la búsqueda sistematizada de literatura relevante en las bases de datos antes mencionadas.

Simultáneamente con los términos descriptores, se empleó la técnica “bola de nieve”, aplicándose criterios de inclusión y exclusión, examinando las listas de referencias de los artículos ya incluidos para ser revisados en este trabajo, verificando la existencia de artículos adicionales no emergentes en las bases de datos.

Producto de este proceso, se identificaron 32 publicaciones de acuerdo con la lectura del título y el resumen que resultaron relevantes para este trabajo. Tras leer los artículos accesibles y aplicando los criterios de inclusión y exclusión que se mencionan, quedaron un total de 10 artículos para la revisión.

**Tabla 11.**

*Criterios de inclusión y exclusión.*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que abordan como esencia el estudio de los escenarios permanentes.	Estudios que abordan la temática que no se encuentren en bases de datos confiables.
Artículos que abordan la vinculación con la sociedad y la extensión universitaria.	Artículos científicos obtenidos de bases de datos con acceso restringido.
Estudios originales y de revisión bibliográfica	Artículos científicos que superan los cinco años.
Artículos científicos obtenidos de bases de datos como: Scielo, Scopus, Latindex, Google Académico y Dialnet, de libre acceso	

Posteriormente se evaluaron estos artículos, siguiendo los criterios de validez metodológica, establecidos la literatura científica, quedando un total de 10 artículos, los cuales cumplieron los requerimientos necesarios para la presente revisión.

De estos 10 artículos, el 100% son estudios cuali - cuantitativos, con metodología combinada y tres se obtuvieron de libros digitales de libre acceso. Sobre la base de lo anterior, se cuenta los criterios de acciones de vinculación, sociedad, escenario permanente, servicio, comunidad y adicionalmente, extensión universitaria.

En este orden de análisis, la inclusión de estudios cualitativos y de metodología combinada refleja un reconocimiento de la complejidad del tema, sugiriendo que algunos aspectos relacionados con las acciones antrópicas cada vez creciente, requieren un enfoque más profundo y contextual.

## **Resultados y discusión**

**En el análisis de los resultados se consideró el contenido de los 10 artículos, hallándose elementos sustanciales como los que se relacionan a continuación:**

La vinculación entre la universidad y la sociedad es un proceso integral que busca conectar el conocimiento académico con las necesidades y desafíos del entorno social. Esta interacción no solo enriquece la formación académica, sino que también contribuye al desarrollo social y cultural de las comunidades. Dentro de este marco, los conceptos de escenario permanente y servicio comunitario juegan roles cruciales en la construcción de relaciones efectivas y sostenibles entre las instituciones educativas y sus entornos.

Esta conexión tiene múltiples dimensiones que justifican su importancia y eficacia en el desarrollo tanto de la educación como de la comunidad, destacan elementos como:

- La relevancia del conocimiento académico, donde la vinculación con la sociedad permite que las universidades ajusten sus programas académicos y de investigación a las necesidades reales y emergentes de la comunidad. En este sentido, se identifican problemas específicos y desarrollar soluciones basadas en datos y experiencias prácticas. De este modo, se garantiza que el conocimiento generado sea relevante y aplicable, aumentando la utilidad del trabajo académico en contextos reales.
- La innovación y desarrollo, se concretan a partir del aprovechamiento de la perspectiva externa y los desafíos locales para impulsar investigaciones y desarrollos tecnológicos que responden a problemas concretos, facilitando avances en áreas como la salud, la sostenibilidad y la tecnología.
- El enriquecimiento del aprendizaje, donde los estudiantes a partir de las acciones de la vinculación con la sociedad, participan en proyectos comunitarios y actividades prácticas permite a los estudiantes aplicar lo aprendido en el aula, así como el desarrollo de habilidades prácticas y adquisición de experiencia laboral significativa. Sin duda alguna se propende a un aprendizaje más profundo y relevante, preparándolos mejor para sus futuras carreras.
- El desarrollo comunitario, que se relaciona directamente con el conocimiento, las habilidades y los recursos que las universidades ofrecen. Los proyectos de servicio comunitario, investigaciones aplicadas y asesorías técnicas proporcionan apoyo valioso en áreas como la educación, la salud y el desarrollo económico, como forma de resolución de problemas locales y de este modo, el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.
- El fortalecimiento de la responsabilidad social, a través de la formación de ciudadanos comprometidos, donde se cultiva una actitud proactiva hacia el compromiso cívico y la ética profesional. Con énfasis en el bienestar social y en la formación de futuros líderes conscientes de su papel en la sociedad.
- La colaboración efectiva entre universidades y comunidades fortalece la confianza mutua y establece relaciones duraderas. Este tipo

de interacción continua y positiva crea un entorno en el que tanto la institución educativa como la comunidad se sienten valoradas y comprendidas, lo que facilita la implementación de proyectos y la resolución de problemas.

- La integración de la universidad en la sociedad ofrece soluciones inmediatas a problemas específicos, además del desarrollo sostenible a largo plazo.
- La vinculación universidad-sociedad prepara a las universidades para enfrentar futuros desafíos. Al mantener una relación cercana con el entorno social, las instituciones educativas pueden anticipar cambios y adaptarse rápidamente, asegurando su relevancia y capacidad para contribuir de manera efectiva en un mundo en constante evolución (Figueroa et. al., 2021).

Desde esta lógica de análisis, la vinculación entre la universidad y la sociedad es un proceso crucial que no solo mejora la calidad y aplicabilidad del conocimiento académico, sino que también fortalece el desarrollo comunitario y fomenta una responsabilidad social compartida. Este enfoque integral asegura que las instituciones educativas puedan cumplir con su misión de manera efectiva, generando beneficios duraderos tanto para la academia como para la sociedad en su conjunto (Rodríguez et. al., 2023).

### **Escenario permanente**

**Uno de los conceptos medulares es el de** escenario permanente, comprendido como se refiere a un entorno estable y continuo en el cual las instituciones académicas implementan sus actividades de vinculación y servicio comunitario. Este enfoque permite una integración más profunda y duradera entre la universidad y la comunidad, facilitando proyectos de largo plazo que responden a las necesidades reales de la sociedad (Aguirre et. al., 2019).

Desde la experiencia de la UNESUM, se refiere a la idea de mantener una interacción continua y estructurada entre la universidad y la sociedad (Delado, 2021). En lugar de limitarse a actividades aisladas o proyectos puntuales, el escenario permanente promueve una colaboración a largo plazo que permite una integración más profunda de las necesidades comunitarias en el currículo académico y en las actividades de investigación.

### **Su existencia facilita:**

- La adaptación y relevancia, a través del mantenimiento de un diálogo constante con la comunidad, las universidades pueden adaptar

sus programas y proyectos de investigación para abordar problemas reales y emergentes, asegurando que el conocimiento generado sea pertinente y aplicable.

- La construcción de confianza, con énfasis en la interacción regular como forma de ayuda construir y mantener la confianza entre la universidad y la comunidad, promoviendo una relación basada en el respeto mutuo y el compromiso compartido hacia objetivos comunes.
- El impacto sostenible, donde el escenario permanente permite a las universidades desarrollar proyectos con un impacto duradero, pues las soluciones propuestas se basan en una comprensión continua de las necesidades y desafíos de la comunidad.

La existencia del escenario permanente, contribuye al desarrollo del servicio comunitario es una forma de vinculación que permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en beneficio de la comunidad. Este tipo de actividades no solo proporciona a los estudiantes una experiencia práctica, sino que también contribuye al desarrollo de competencias profesionales y personales. Los programas de servicio comunitario pueden incluir desde proyectos de salud y educación hasta iniciativas de desarrollo económico y ambiental (Flores y Morocho, 2023).

### **Extensión Universitaria**

Consecuentemente, la bibliografía revisada, alude a la extensión universitaria como un proceso mediante el cual las universidades llevan sus recursos, conocimientos y capacidades más allá de sus campus para impactar positivamente a la comunidad. Este concepto abarca una variedad de actividades, incluyendo programas de capacitación, asesorías técnicas y proyectos de investigación aplicada. La extensión universitaria busca cerrar la brecha entre la academia y la sociedad, promoviendo el aprendizaje continuo y la resolución de problemas locales (UNAM, 2023). Estas ideas evocan al servicio comunitario, mismo que se refiere a las actividades que los estudiantes y la universidad realizan para beneficiar directamente a la comunidad. Este concepto se manifiesta en múltiples formas, como proyectos de voluntariado, asesorías técnicas, o actividades de extensión universitaria.

El servicio comunitario tiene un papel crucial en la vinculación universidad-sociedad porque a través de él, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos en contextos reales, enriqueciendo su formación académica con experiencias prácticas y fomentando habilidades como el trabajo en equipo, la empatía y la resolución de problemas.

Los estudiantes y la universidad aportan soluciones y asistencia a la comunidad, esta a su vez ofrece retroalimentación valiosa y perspectivas únicas que pueden enriquecer el proceso educativo y la investigación (Vásquez et. al., 2024). Se promueve el sentido de responsabilidad social entre los estudiantes y los académicos, alentando una actitud proactiva en la resolución de problemas y en la contribución al bienestar general.

A continuación, se ofrece un ejemplo experiencial relacionado con la visión del concepto de **escenario permanente** en el contexto de la finca experimental Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), donde se ejecuta el proyecto de investigación sobre la contextualización de los principios bioéticos en las ciencias forestales, es útil considerar cómo esta interacción continua entre la universidad y su entorno puede maximizar su impacto y efectividad. La finca experimental Andil sirve como un excelente caso de estudio para ilustrar este enfoque integral y sostenible.

- Integración continua del conocimiento y la práctica, en este contexto, en la finca experimental Andil, el proyecto de investigación se centra en adaptar y aplicar los principios bioéticos a las ciencias forestales, una tarea que requiere no solo una comprensión teórica, sino también una aplicación práctica y continua. La finca funciona como un escenario permanente donde los conocimientos teóricos sobre bioética se transforman en prácticas reales dentro de un entorno forestal. La integración continua permite que los investigadores y estudiantes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) evalúen en tiempo real la aplicabilidad de estos principios en las prácticas forestales diarias. Esta interacción constante ayuda a refinar las teorías y asegurar que se ajusten a las realidades del campo, creando un ciclo continuo de retroalimentación y mejora.
- Adaptación y relevancia local: la finca experimental Andil no solo actúa como un centro de investigación, sino que también está inmersa en el contexto local, lo que permite la implementación de prácticas que responden a las necesidades y características específicas del entorno forestal de Manabí. El escenario permanente de la finca Andil facilita la adaptación de los principios bioéticos a las particularidades del ecosistema local y las prácticas forestales propias de la región. La investigación en este entorno permite abordar desafíos específicos, como la conservación de la biodiversidad local y la gestión sostenible de los recursos forestales, asegurando que las soluciones propuestas sean relevantes y efectivas en el contexto regional.

- Colaboración y capacitación comunitaria: el escenario tiene el potencial de servir como un punto de encuentro para la colaboración entre la universidad y la comunidad local, promoviendo la transferencia de conocimientos y la formación en prácticas sostenibles. Al funcionar como un escenario permanente, la finca puede organizar talleres, cursos y actividades de capacitación para los miembros de la comunidad local. Esta colaboración no solo mejora las prácticas forestales locales al incorporar principios bioéticos, sino que también fomenta una mayor conciencia sobre la importancia de la ética en la gestión de los recursos naturales. Además, se puede facilitar el intercambio de conocimientos entre investigadores y habitantes locales, generando un beneficio mutuo.
- Desarrollo de proyectos interdisciplinarios: la investigación sobre bioética en las ciencias forestales a menudo requiere la colaboración entre diversas disciplinas, incluyendo la ecología, la sociología y la ética. El escenario permanente de la finca Andil facilita el desarrollo de proyectos interdisciplinarios que pueden abordar el impacto de las prácticas forestales desde múltiples perspectivas. Por ejemplo, se pueden realizar estudios que integren aspectos ecológicos con consideraciones éticas, proporcionando una visión más completa y equilibrada sobre la gestión forestal. Esta integración interdisciplinaria en un entorno real permite desarrollar soluciones más holísticas y efectivas.
- Evaluación y mejora continua: un proyecto de investigación en bioética dentro de un entorno forestal no es estático; debe evolucionar en respuesta a los resultados y a las nuevas evidencias. Al establecer un escenario permanente en la finca Andil, los investigadores pueden realizar evaluaciones continuas de las prácticas implementadas, identificar áreas de mejora y ajustar sus enfoques según sea necesario. Esta capacidad de evaluación y adaptación continua asegura que las prácticas bioéticas se mantengan actualizadas y alineadas con los objetivos de sostenibilidad y conservación, promoviendo un proceso de mejora constante.

## Conclusiones

La vinculación entre la universidad y la sociedad, al incorporar los conceptos de escenario permanente y servicio comunitario, no solo mejora la ca-

lidad y relevancia del conocimiento académico, sino que también impulsa el desarrollo social y cultural de las comunidades.

La integración entre educación y sociedad no solo permite que las universidades respondan a las necesidades inmediatas de su entorno, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos comprometidos y a la construcción de una sociedad más equitativa y cohesionada.

La finca experimental Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) ejemplifica cómo un escenario permanente puede transformar la investigación y la aplicación de principios bioéticos en las ciencias forestales. Como entorno continuo y real para la integración del conocimiento académico con la práctica, facilita la adaptación a contextos locales, fomenta la colaboración comunitaria, impulsa proyectos interdisciplinarios y permite una evaluación y mejora constantes.

## Referencias Bibliográficas

- Aguirre, M. C. U., Reinoso, J. R. R., Gavilanes, M. E. O., Ullauri, M. D. C. A., y Iñiguez, E. A. E. (2022). *Vinculación con la sociedad desde la perspectiva de género: un estudio en la universidad ecuatoriana*. Práxis Educativa, 17.
- Conferencia Regional sobre Educación Superior en América Latina y el Caribe (CRES). (2018)
- Delgado Pinargote, K. J. (2021). *La vinculación con la sociedad y su incidencia en los escenarios cafetaleros, 2016-2018 Jipijapa-Manabí* (Bachelor's thesis). Jipijapa. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Figueroa, T. R. F., Pinargote, K. J. D., García, W. A. M., Jalca, D. V., y Lucio, Y. A. V. (2021). La vinculación con la sociedad de la UNESUM y su aporte en los escenarios cafetaleros de Jipijapa, periodo 2016-2018. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(5), 1-14.
- Flores Chuquimarca, D., y Morocho Minchala, J. (2022). *Gestión de procesos en Vinculación con la Sociedad: un estudio de caso en la Universidad Nacional de Educación del Ecuador (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Educación
- Rodríguez, R. G., Chávez, L. L. R., Ochoa, H. V. A., y Robles, N. A. P. (2023). La concepción pedagógica de un sistema de capacitación contextualizado. *ULEAM Bahía Magazine (UBM) e-ISSN 2600-6006*, 4(6), 168-182.

UNESCO. (2019). World Higher Education Report 2019: The Future of Higher Education. UNESCO Publishing.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2023). Extensión Universitaria y Vinculación. Retrieved from UNAM Extensión Universitaria

Vásquez, A. E. O., Reyes, J. E. P., y Soledispa, M. L. F. (2024). La Vinculación con la Sociedad y los Pilares Estratégicos Empresariales en el Sector Comercial de la Ciudad de Jipijapa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4705-4720.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 3

Restauración forestal en la reserva de  
biosfera El Chocó Andino de  
Pichincha

**AUTORES:** Willian Damian Benavides Sánchez; Lenin Nicanor Mejía Pazos; Eduardo Jaime Chagna Avila



**SABEREC 5.0**

## **Restauración forestal en la reserva de biosfera El Chocó Andino de Pichincha**

*Forest restoration in the Chocó Andino Biosphere Reserve of Pichincha*

### **Resumen**

La restauración forestal es un tema cada vez más relevante en la agenda internacional. Sin embargo, el financiamiento sigue siendo insuficiente por la limitada información sobre los costos y beneficios de la restauración, lo que impide acceder a organismos de financiamiento. Este estudio examina las dimensiones financieras y de gobernanza del proyecto de restauración forestal de 1000 hectáreas en la Reserva de Biosfera del Chocó Andino de Pichincha. Se centra en las fuentes de financiación, requisitos reglamentarios, tenencia de la propiedad, costos de intervención y mecanismos de sostenibilidad. Se sistematizó la información de 22 meses en base a los siguientes criterios: socialización del proyecto, identificación y caracterización de áreas, análisis jurídico, implementación de estrategias de restauración, mantenimientos y monitoreo. Los costos de implementación varían entre 141,57 – 1259,61 USD/ha, según las estrategias de restauración: sistemas silvopastoriles, sistemas agroforestales, enriquecimiento de bosques degradados o protección de riberas y zonas de recarga. Las actividades de mantenimiento entre 0,61 - 1,62 ctvs por planta y el monitoreo entre 129,03 a 213,16 por transecto o parcela. Por otro lado, las inversiones en restauración generan, además, de beneficios ambientales, importantes impactos económicos y laborales en las comunidades locales.

**Palabras Clave:** costos, financiamiento, gobernanza, ambiente, sostenibilidad, economía.

### **Abstract**

Forest restoration is an increasingly relevant issue on the international agenda. However, financing remains insufficient due to limited information on the costs and benefits of restoration, which prevents access to financing organizations. This study examines the financial and governance dimensions of the 1000 hectare forest restoration project in the Chocó Andino de Pichincha Biosphere Reserve. It focuses on funding sources, regulatory requirements, property tenure, intervention costs and sustainability mechanisms. The 22-month information was systematized based on the following criteria: socialization of the project, identification and characterization of areas, legal analysis, implementation of restoration strategies, maintenance and monitoring. Implementation costs vary between 141.57 – 1259.61 USD/ha, depending on the restoration strategies: silvopastoral systems, agroforestry systems, enrichment of degraded

forests or protection of riverbanks and recharge zones. Maintenance activities between 0.61 - 1.62 ctvs per plant and monitoring between 129.03 to 213.16 per transect or plot. On the other hand, investments in restoration generate, in addition to environmental benefits, important economic and labor impacts in local communities.

**Keywords:** costs, financing, governance, environment, sustainability, economy.

## Introducción

La restauración forestal es un tema cada vez más relevante en la agenda internacional. Sin embargo, existe un déficit de financiación anual de \$300 mil millones de dólares al año (Ding et al., 2017). Uno de los principales obstáculos para la implementación a corto plazo es la falta de información económica, incluidos los costos privados y públicos, a nivel jurisdiccional (Nunes et al., 2017). La restauración social y ambiental se logrará con la asignación de inversores y una realineación a las políticas de inversión que eviten la degradación (Löfqvist y Ghazoul, 2019). Por lo que, la información sistematizada sobre costos y beneficios sobre restauración optimizará la presupuestación de financiamiento (Bodin et al., 2021).

El Ecuador ha desarrollado el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030 para recuperar la cobertura vegetal del territorio, enmarcado en los principios de la Constitución de la República del Ecuador y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 13 y 15. Sin embargo, el “cuello de botella” o desventajas que presenta el plan de restauración, es el tiempo de ejecución de los proyectos, lo que limita la propuesta de variables e indicadores a largo plazo (González et al., 2024).

A escala nacional la tasa de deforestación bruta anual promedio del periodo 2020 - 2022 es de 95.570 ha/año (MAATE, 2023), de las cuales, 1387,048 ha corresponden a la Reserva de Biosfera del Chocó Andino de Pichincha (RBCAP). La Fundación Futuro, el Fideicomiso Mercantil Fondo Ambiental para la protección de cuencas y aguas (FONAG) y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), conformaron el 8 de diciembre de 2021 el Consorcio cuyo procurador común es CONDESAN, fue adjudicado para la “Implementación y el Desarrollo de Actividades de Restauración Forestal en el Área que Corresponde a la Reserva de Biosfera del Chocó Andino en la Provincia de Pichincha” según las bases de la licitación Nro. LNC-FIAS-REM-002-20021 del Fondo de Inversión Ambiental Sostenible (FIAS).

El proyecto tuvo como meta colectiva restaurar 1000 hectáreas; 600 ha en modalidad activa y 400 ha en modalidad pasiva. Además, de un conjunto complementario de acciones de monitoreo, mantenimiento y aseguramiento de la sostenibilidad de las áreas restauradas en un plazo de 22 meses. El seguimiento a la implementación y verificaciones técnicas fue realizado por El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje (PNRP). Estas actividades se ejecutaron en el marco del Programa REDD Early Movers (REM) Ecuador del MAATE, cofinanciado por la República Federal de Alemania a través del KfW y el Reino de Noruega, con la administración financiera del Fondo de Inversión Ambiental Sostenible (FIAS).

El objetivo de esta investigación es evaluar las dimensiones financieras y de gobernanza del proyecto de restauración forestal de 1000 hectáreas en la Reserva de Biosfera del Chocó Andino de Pichincha. Se analizarán las fuentes de financiación, costos de intervención y mantenimiento, y mecanismos de sostenibilidad. La investigación sistematiza información de 22 meses sobre socialización del proyecto, caracterización de áreas, análisis jurídico, y estrategias de restauración, para ofrecer una visión integral de los costos y beneficios de la restauración.

## **Materiales y métodos**

### **Área de estudio**

La Reserva de Biósfera del Choco Andino de Pichincha (RBCAP) tiene una superficie de 286.000,805 ha distribuidas en un rango de elevación desde los 360 hasta los 4.742 msnm. Según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental presenta 10 tipos de ecosistemas y es el hábitat de 150 especies de mamíferos, 640 especies de aves, 120 especies de anfibios y 90 reptiles. De acuerdo con la clasificación climática de Pourrut (1983), tiene cuatro tipos de climas: ecuatorial frío de alta montaña, ecuatorial mesotérmico seco, ecuatorial mesotérmico semihúmedo y tropical megatérmico semihúmedo. Presenta una precipitación media anual de 500 a 4000 mm registradas a una altitud de 1200 a 4600 m y una temperatura media en el mes más cálido de 25,8 °C y 9,5 °C en el mes más frío (INAMHI, 2017).

### **Fuente de financiación**

La implementación y el desarrollo de actividades de Restauración Forestal en la RBCAP se ejecutó en el marco del Programa REDD Early Movers (REM) Ecuador del MAATE, cofinanciado por la República Federal de Alemania a través del KfW y el Reino de Noruega, con la administración financiera

del Fondo de Inversión Ambiental Sostenible (FIAS). El Programa REM Ecuador se constituye por dos contribuciones financieras: el contrato de aporte financiero sobre 11 millones de EUR del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y el contrato de implementación de la financiación sobre 300 millos NOK de Noruega que fueron firmados el 9 de diciembre de 2014.

El Gobierno del Ecuador tiene previsto intervenir los recursos de pago por resultados del REM-Ecuador en 6 mecanismos de implementación a nivel local, entre estos, el Programa Nacional de Restauración Forestal, que busca contribuir a la reducción de la tasa de deforestación neta del Ecuador y absorber carbono como mecanismo de mitigación al cambio climático. Este subcomponente representa el 18,5% del presupuesto del REM.

### **Socialización**

En la socialización se incorporó tanto a beneficiarios potenciales como a otros actores locales, como Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), asociaciones y comités de gestión que contribuyeron al proceso de identificación y priorización de áreas de intervención. Con los interesados potenciales se inició un proceso de validación del contexto ecosistémico y de uso de la tierra en campo, estableciendo acuerdos preliminares y sistematizando la información necesaria para evaluar el estatus de tenencia de la tierra. Una vez confirmado el interés y validados los requerimientos de tenencia de la tierra, se desarrolló de forma participativa un plan de restauración de finca (PRF), que incluyó el levantamiento cartográfico de las áreas intervenidas y la definición de las modalidades, prácticas y actividades implementadas. El PRF incorporó el compromiso específico de los beneficiarios para mantener las áreas en proceso de restauración al menos por un período de 10 años. La información detallada de los PRF permitió afinar los instrumentos de planificación operativa desarrollados en el proyecto. En esta fase se emplearon charlas presenciales, reuniones virtuales, visitas personales, conversaciones telefónicas y contactos vía WhatsApp.

### **Priorización y caracterización de las áreas**

La priorización de áreas se realizó en base a la experiencia previa de trabajo en actividades de manejo sostenible de la tierra de cada una de las instituciones que forman parte del Consorcio en la RBCAP. Se utilizaron los siguientes criterios: remanentes de bosque a lo largo del gradiente de elevación requieren recuperación de servicios ecosistémicos clave, priorización de áreas según el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030 (MAE, 2019) y representación de la diversidad de ecosistemas y sistemas produc-

tivos de la RBCAP. Se excluyeron las áreas no aptas para restauración como bosque, páramo, vegetación arbustiva, infraestructura, cultivo, área poblada y cuerpos de agua, y áreas con intersección con las demarcaciones del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), áreas bajo conservación Socio Bosque, concesiones mineras y predios en procesos de restauración forestal de convenios anteriores (2014-2015) acorde al protocolo para la entrega de información geográfica del MAATE.

El Consorcio diseñó un formato de plan de restauración de finca para la caracterización de los predios. Se registraron los datos generales de la finca, información de los beneficiarios, extensión y uso actual del suelo, tipo, cantidad y condición del ganado u otros semovientes, infraestructura existente, problemática en el sistema productivo actual, uso histórico del predio y prácticas de restauración activa. En estas se definió, el número de hectáreas, tipo de especies, número de árboles y densidad de la plantación. Por otro lado, en las áreas bajo restauración pasiva, en base a la longitud, se definieron la cantidad y tipo materiales para el establecimiento de cercado de protección. La superficie a intervenir se compiló y georreferenció bajo el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) – Zona 17 Sur, datum WGS 1984.

### **Análisis jurídico e instrumentos operativos necesarios para la implementación del proceso de restauración**

La seguridad en la tenencia de la tierra es un factor fundamental para promover la permanencia de acciones de restauración y conservación de bosques. En ese sentido, se priorizaron las fincas que presentaron escrituras de la propiedad. Estos documentos se analizaron para garantizar la autenticidad de la titularidad de los predios. El Consorcio diseñó un formato de preacuerdo y acuerdo de conservación para establecer entre las partes, el compromiso de aportar de manera coordinada a la sostenibilidad de las áreas restauradas. Estos instrumentos operativos están respaldados y fundamentados en las disposiciones establecidas en la Constitución de la República del Ecuador, Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), Código Orgánico del Ambiente (CODA) y su Reglamento, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Acuerdos Ministeriales vigentes y demás disposiciones que expidan para el efecto las entidades competentes.

## Prácticas de restauración

Se consideraron cuatro prácticas de restauración activa (ver Tabla 12) y una bajo modalidad pasiva. Se priorizó la utilización de plantas nativas en un 90% y 10% para plantas introducidas. En los sistemas silvopastoriles (SSP) se implementaron árboles dispersos con un cercado de protección individual a base de cuatro postes vivos y de tres a cuatro hileras de alambre de púas. El cercado se instaló formando un cuadrado con dimensiones de 2x2m hasta 3x3 m (ver Figura 8). En el enriquecimiento de bosques degradados (EBD) los árboles se distribuyeron considerando la tolerancia a la luz de cada especie, es decir, las especies heliófilas se ubicaron en zonas abiertas y las especies esciófilas bajo el dosel de los remanentes de bosque. Además, se instalaron balizas de señalización por cada árbol plantado con el propósito de facilitar las actividades de seguimiento y monitoreo. En la protección de riberas y zonas de recarga se utilizó la misma base metodológica que en el EBD. En los sistemas agroforestales diversos (SAF) se utilizó una combinación entre árboles nativos multipropósito y frutales perennes con un arreglo en hileras. Las especies se establecieron de manera simultánea considerando al menos dos estratos en el sistema: medio y alto. Es importante señalar que, las distancia entre plantas varió debido a la presencia de árboles relictos, topografía del terreno, condiciones del suelo o intereses del propietario.

### Figura 8.

*Prácticas de restauración activa y pasiva. A: cercado de protección individual en los sistemas silvopastoriles, B: sistemas agroforestales diversos, C: enriquecimiento de bosques degradados y D: establecimiento de cercados en la regeneración natural.*



Bajo la modalidad pasiva, en la práctica de regeneración de natural asistida (RNA) se identificaron puntos estratégicos donde factores tensionantes como la presencia de ganado limitaban los procesos de sucesión natural del bosque y se instalaron cercados de protección. Los metros lineales de cercado se calcularon a través de equipos de medición como: GPS, flexómetros y aplicaciones como Avenza-Maps. Se calculó la cantidad y tipo de materiales en base a la longitud del cercado.

**Tabla 12.**

*Prácticas de restauración activa.*

Práctica de restauración	Densidad de árboles por hectárea	Distancia entre plantas (m)
Sistemas silvopastoriles	25	10,15 y 20
Enriquecimiento de bosques degradados	45	5,15 y 25
Protección de riberas y zonas de recarga	45	5,15 y 25
Sistemas agroforestales diversos	277	3 y 6

**Mantenimiento de la restauración**

En los SSP se cortó a ras del suelo el arvenses o pasto circundando de toda el área cercada por cada árbol. Se identificaron y reemplazaron el número de postes en malas condiciones fitosanitarias o muertos y se tensó cada línea de alambre de púas. En ciertos casos, se retiraron momentáneamente las grampas de sujeción hasta obtener la tensión necesaria en las líneas. En SAF y EBD, se cortó a ras de piso el pasto circundante o arvenses en un radio de 70 cm a la redonda de la planta. La limpieza se realizó con herramientas manuales y semiautomáticas.

En la restauración pasiva, se cada línea de alambre para evitar el ingreso del ganado hacia las áreas bajo regeneración natural. Además, se retiró parcialmente la cobertura vegetal circundante con el propósito de facilitar las actividades de tensado. Durante el mantenimiento, se identificaron los postes con falta de firmeza y se endurecieron a la superficie del suelo. En los casos donde se identificó segmentación en las líneas de alambre, se realizaron empates y/o uniones.

**Monitoreo de la restauración activa y pasiva**

Para el monitoreo de la restauración activa y pasiva el Consorcio elaboró un protocolo ajustado a los requerimientos del proyecto. El monitoreo de la

restauración activa se realizó con una intensidad del 2% del área total de restauración. Es decir, se instalaron 48 parcelas de 2500 m<sup>2</sup>, 16 parcelas por cada institución. Estas se distribuyeron homogéneamente en las 600 ha de restauración. En cada polígono intervenido se determinó la sobrevivencia de los individuos plantados. Para ello, se registraron el número total de plantas encontradas en la parcela, el número de plantas vivas y el número de plantas muertas. La sobrevivencia se determinó mediante observación directa, identificando signos de vida como: presencia de hojas verdes, aparición de brotes nuevos, crecimiento de la planta, entre otros. En las especies que presentaron defoliación se realizó un corte superficial (menor a 5 mm) en la corteza externa del tallo para validar la sobrevivencia. En los vértices de cada parcela se colocó una baliza de madera señalada con pintura roja y se registraron las coordenadas utilizando la aplicación Avenza Maps bajo el sistema de referencia UTM WGS 1984 Zona 17 Sur. Además, se tomaron fotografías de alta resolución georreferenciadas bajo el mismo sistema de proyección cartográfica.

En el monitoreo de la restauración pasiva se estableció a una densidad del 0,5% del área total de restauración. Es decir, se instalaron 133 transectos distribuidos homogéneamente en las 400 hectáreas de restauración pasiva. En cada transecto de 150 m<sup>2</sup> (25m de longitud por 6m de ancho) se documentaron todas las especies leñosas con un diámetro  $\geq 10$  cm a 1.30 m del suelo (DAP) en bosques húmedos, y  $\geq 5$  cm de DAP para bosques secos y valles interandinos. Al final de cada transecto, se estimó el porcentaje de cobertura de arbustos (plantas leñosas < de 1 m de alto) y de plántulas (plantas no leñosas < 30 cm de alto) a escala de transecto. Esta metodología permitió evaluar la regeneración de cobertura boscosa, de cobertura arbustiva, y el potencial de regeneración natural. Además, se estableció una estaca de 1.5 m al inicio de cada transecto y se registró una coordenada del punto GPS de partida bajo el sistema de referencia UTM WGS 1984 Zona 17 Sur y la dirección (azimut) del transecto utilizando una brújula.

Al final del monitoreo, se calcularon los siguientes parámetros utilizando la información de los transectos por polígono muestreado:

- Abundancia de árboles (número de individuos),
- Riqueza de especies de árboles (número de familias, géneros y especies)
- Promedio de cobertura arbustiva,
- Promedio de cobertura plántulas para muestreados.

## **Mecanismos de sostenibilidad**

Las acciones orientadas a promover la sostenibilidad de las áreas restauradas se estructuraron en cuatro frentes principales: vínculo a procesos de gestión territorial sostenible en el marco de procesos locales de conservación, tales como: la RBCAP, Bosque Modelo, Áreas de Conservación y Uso Sostenible, mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos y/o compensaciones por huella de carbono, sinergias con iniciativas afines de desarrollo sostenible y manejo sostenible de la tierra y articulación de las fincas intervenidas a las actividades de proyectos de conservación y manejo sostenible de la tierra; Programa Socio Bosque, Proyecto GEF Reserva de Biósfera, FIEDS, RestauraAcción.

## **Costos de intervención**

Los costos de intervención se sistematizaron en base al valor de cada contrato realizado en el proceso de restauración. En la restauración activa se calcularon los costos de intervención según los siguientes rubros: adquisición de plantas, mano de obra para la siembra (incluye hoyado y coronado), transporte externo de las plantas desde el vivero hacia el pie de finca, transporte interno de plantas desde pie de finca hasta el sitio definitivo de plantación, adquisición de postes vivos, adquisición de grapas galvanizadas, rollos de alambre de púas de 500 m de longitud, mano de obra para el cercado de protección individual en los SSP, transporte externo e interno de postes, transporte de materiales para el cercado, movilización de la cuadrilla de trabajo, transporte de materiales y herramientas de trabajo, y la coordinación de campo. Por otro lado, en la restauración pasiva la adquisición de postes, alambre de púas, grapas galvanizadas, movilización externa e interna de postes y mano de obra para la instalación del cercado. En los procesos de monitoreo se consideraron rubros para el técnico de campo, asistentes, movilización, hospedaje alimentación y materiales de trabajo. Mientras que, para el mantenimiento la mano de obra para el reemplazo de postes, limpieza de coronas, tensión en las líneas de alambre, adquisición de materiales como alambre de púas o grampas, movilización de la cuadrilla de trabajo y coordinación de campo.

## **Resultados y discusión**

### **Tenencia de la propiedad**

El 100% de predios intervenidos tienen escrituras públicas de la propiedad. El 25% de predios pertenecen a mujeres y el 75% hombres. Sin embargo, en la RBCAP, al igual que, en otras áreas rurales en Ecuador, la tenencia de la tierra presenta irregularidades. Según el sistema de catastro del Distrito Me-

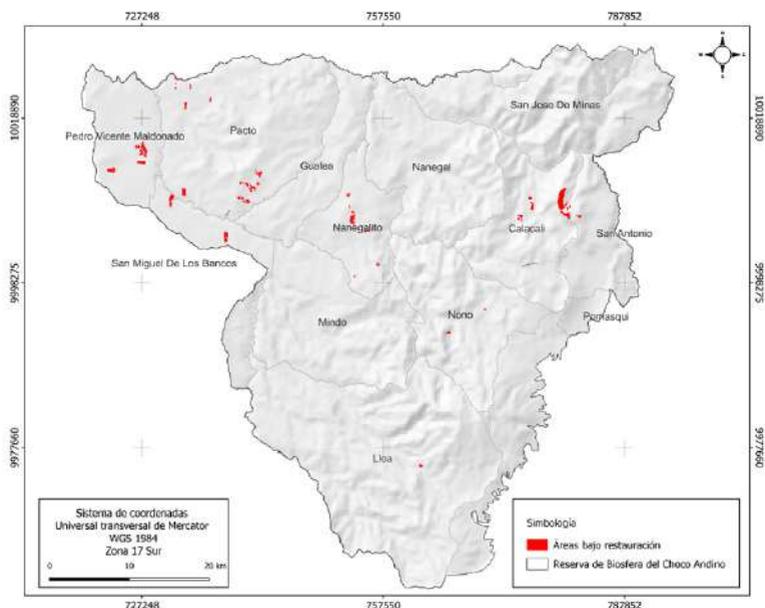
tropolitano de Quito (DMQ), actualizado a enero de 2024, solo el 44,74 % de la superficie de la RBCAP está catastrada. No obstante, este valor puede variar, dado que, los cantones San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado no presenta información disponible sobre los predios.

### Áreas intervenidas y costos

Se georreferenciaron 1.011,1617 ha (ver Tabla 13) distribuidas en 28 fincas, a lo largo 8 parroquias de la RBCAP (ver figura 9). Se registraron 89 beneficiarios directos de los cuales el 44,94% son mujeres y el 55,06% hombres. Se plantaron 24.393 árboles de 136 especies forestales y frutales. De estas, 109 especies son nativas del Ecuador y 27 introducidas. Las plantas se adquirieron de 13 viveros privados establecidos a diferentes pisos altitudinales. Durante la implementación se contabilizaron alrededor de 381 jornales como beneficiarios indirectos que trabajan o residen en el territorio con experiencia en proyectos de forestación, reforestación o restauración forestal.

### Figura 9.

*Mapa de intervención en la Reserva de Biosfera del Choco Andino.*



Los sistemas silvopastoriles fueron la práctica de restauración más aceptada con el 49,67%. Esto se debe, a que la ganadería es la actividad económica más extendida en la RBCAP. La misma que contribuye en el proceso de fragmentación y degradación de los ecosistemas, dado que, las condiciones

agroecológicas del territorio no son aptas para la agricultura provocando que los sistemas ganaderos tengan una baja productividad (Cabezas et al. 2019).

**Tabla 13.**

*Levantamiento cartográfico de las áreas intervenidas.*

Modalidad	Práctica	Área (ha)
Restauración activa	Sistemas silvopastoriles	502,2508
	Sistemas agroforestales diversos	28,4950
	Enriquecimiento de bosques degradados	63,5493
	Protección de riberas y zonas de recarga	9,2283
Restauración pasiva	Regeneración natural asistida	407,6383
Total		1.011,1617

Los costos implementación varían entre 141,57 a 1.259,61 USD/ha según la práctica de restauración (ver Tabla 14). De acuerdo con Philipson et al. (2020), el costo medio de la restauración de bosques tropicales (excepto Australia) en más de 50 ejemplos publicados fue de \$1.596 USD/ha. Oosterzee et al. (2020) menciona que realizó tres experimentos en 2010, 2011 y 2013 donde plantó 600; 26.000 y 11.000 árboles jóvenes respectivamente, y determinó que los costos reales en el momento de la plantación fueron 5.884,25 USD/ha, incluyendo la preparación y el mantenimiento durante cuatro años hasta que las plantaciones fueran esencialmente auto mantenibles. Por otro lado, según Nunes et al. (2017), el costo de cercar una reserva legal varía de US\$ 811 por ha para parcelas de entre 0 y 20 ha, y US\$ 247 por ha para parcelas de más de 20 ha, y aumenta linealmente con la duración de la recuperación riparia. Mientras que, International Institute for Sustainable (ISS, 2015), dice que las diferentes estrategias de restauración, desde la regeneración natural hasta la plantación de restauración, pueden costar entre 700 y 5.000 dólares por hectárea al año durante los primeros tres años.

En esta investigación se determinó que la mano de obra para las actividades de mantenimiento costó entre 0,62 a 1,62 ctvs por planta. Esto se influenciado por el tipo de mantenimiento, sea este, limpieza de coronas, reemplazo de postes o tensado de alambres. Bajo este contexto, los costos de implementación y mantenimiento están condicionados por la práctica de restauración, tipo de mantenimiento y densidad de árboles por hectárea, así como, el tipo de especies y accesibilidad a las fincas. Los costos son inevitablemente

más altos en los trópicos húmedos debido a la vigorosa competencia de otras especies, particularmente pastos exóticos. Por su parte, el monitoreo de la restauración costó entre 129,03 a 213,16 USD por transecto o parcela. Los costos de monitoreo se ven influenciado por el desplazamiento que debe realizar el consultor de una finca a otra (ver **Figura 9**).

**Tabla 14.**

*Costos de intervención en base a la práctica de restauración.*

Práctica	Número de árboles	Costos por ha para la implementación (USD)
Sistemas silvopastoriles	12.508	395,76-837,72
Sistemas agroforestales diversos	8.599	1.171,68-1.259,61
Enriquecimiento de bosques degradados	2.871	291,33-319,30
Protección de riberas y zonas de recarga	415	228,90-475,50
Regeneración natural asistida		141,57
<b>Total</b>	<b>24.393</b>	

### **Desafíos para financiar áreas de restauración**

La restauración de áreas degradadas es crucial para preservar la biodiversidad y garantizar un futuro sostenible para el planeta. Sin embargo, la financiación de las iniciativas de restauración enfrenta varios desafíos críticos. En primer lugar, estos proyectos requieren una inversión inicial significativa para implementar acciones como la reforestación y la recuperación de ecosistemas degradados. Además, requieren un horizonte de inversión a largo plazo, siendo esto, uno de los principales escollos que enfrenta la implementación exitosa del ciclo de restauración (Peralvo y Zalles, 2021). Por lo que, la restauración es considerada una inversión riesgosa y a menudo los incentivos para degradar la tierra superan a los incentivos para restaurarla (Ding et al., 2017).

Por otro lado, las acciones de restauración deben estar integradas con la gobernanza territorial y las diversas plataformas locales que podrían potencialmente apoyar los procesos de restauración. Dado que, los objetivos nacionales de restauración no coincidían con las realidades de la planificación descentralizada del uso de la tierra (Wiegand et al., 2020). Otro reto frecuente es la insuficiente capacidad técnica y administrativa para gestionar eficientemente los recursos financieros disponibles, especialmente en las áreas rurales de Ecuador. Estos recursos también deberían fortalecer los procesos endógenos de las organizaciones e impulsar alternativas sostenibles para la restau-

ración, conservación y producción, entre otros objetivos. Así mismo, la falta de conciencia sobre la importancia de la restauración y conservación de la naturaleza puede dificultar la obtención de fondos, ya sea de organizaciones, gobiernos locales o fuentes externas.

## Conclusiones

- La variabilidad de los costos de intervención depende de la práctica de restauración, densidad de árboles, tipo de especies y accesibilidad de las fincas.
- La restauración forestal genera beneficios económicos y sociales al involucrar a las comunidades locales y crear oportunidades de empleo.
- La capacidad técnica y administrativa limitada en áreas rurales de Ecuador restringe la gestión eficiente de los recursos financieros disponibles.
- La falta de regularización de la tierra impide una planificación precisa y efectiva de las intervenciones de restauración a escala regional.
- La mejora de la gobernanza territorial y la alineación de los objetivos nacionales con las realidades locales son esenciales para el éxito de los programas de restauración.
- La integración de prácticas sostenibles y la garantía de inversión a largo plazo son fundamentales para superar los desafíos y asegurar la efectividad de los proyectos de restauración forestal.

## Referencias Bibliográficas

- Bodin, B., Garavaglia, V., Pingault, N., Ding, H., Wilson, S., Meybeck, A., ... Besacier, C. (2021). A standard framework for assessing the costs and benefits of restoration: introducing The Economics of Ecosystem Restoration (TEER). *Restoration Ecology*. <https://doi.org/10.1111/rec.13515>
- Cabezas, J., Benítez, A., Odio, F., Proaño, R., y Maldonado, G. (2019). Ganadería sostenible: guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha. Proyecto EcoAndes, Programa Bosques Andinos, CONDESAN. Quito-Ecuador. <https://condesan.org/recursos/ganaderia-sostenible-guia-practica-noroccidente-pichincha/>

- Ding, H., Faruqi, S., Wu, A., Altamirano, J. C., Ortega, A. A., Cristales, R. Z., ... & Verdone, M. (2017). Roots of prosperity: The economics and finance of restoring land.
- González, L., Granda, V., Muñoz, L., Torres, S., & Aguirre, Z. (2024). Contexto e implicaciones de la restauración ecológica y de paisajes. *Bosques Latitud Cero*, 14(1), 123-136. <https://doi.org/10.54753/blc.v14i1.2088>
- INAMHI, (2017). Anuario meteorológico. Quito-Ecuador.
- International Institute for Sustainable (2015). The Role of Natural Regeneration in Large-scale Forest and Landscape Restoration: Challenge and Opportunity. Recuperado de: <https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2019/10/relatorio-regeneracao-natural.pdf>
- Löfqvist, S., & Ghazoul, J. (2019). Private funding is essential to leverage forest and landscape restoration at global scales. *Nat Ecol Evol* 3, 1612–1615. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1031-y>
- MAATE. (2023). Deforestación y regeneración a nivel provincial del período 2020 – 2022 del Ecuador continental. Consultado en julio de 2024.
- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE) (2019). Plan Nacional de Restauración Forestal (2019-2030). Edición Especial No.2 , 22 de Julio 2019 Normativa: Vigente Última Reforma: Acuerdo 065 (Edición Especial) Quito. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/11/PLAN-NACIONAL-DE-RESTAURACION-FORESTAL-2019-2030.pdf>
- Nunes, F., Soares-Filho, B., Rajão, R., & Merry, F. (2017). Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. *Environmental Research Letters*, 12(4), 044022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6658>
- Oosterzee, P., Liu, H., & Preece, N. D. (2020). Cost benefits of forest restoration in a tropical grazing landscape: Thiaki rainforest restoration project. *Global Environmental Change*, 63, 102105. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102105>
- Peralvo, M. y Zalles, J. (2021). Retos y oportunidades para la gobernanza de restauración forestal en el Ecuador: perspectivas desde de una mesa de trabajo en el III CERP, 2021. *Bosques Latitud Cero*, 11(2):108 -114. <https://doi.org/10.54753/blc.v11i2.1168>
- Philipson, C., Cutler, M., Brodrick, P., Asner, G., Boyd, D., Costa, P., ... & Burslem, D. (2020). Active restoration accelerates the carbon recovery of

human-modified tropical forests. *Science* 369, 838–84. <https://doi.org/10.1126/science.aay4490>

Pourrut, P. (1983). Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos. CEDIG Documentos de Investigación, 4, 8-40.

Wiegant, D., Peralvo, M., van Oel, P., & Dewulf, A. (2020). Five scale challenges in Ecuadorian forest and landscape restoration governance. *Land Use Policy*, 96, 104686. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104686>

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 4

Evaluación de la viabilidad natural de  
semillas en diez especies forestales  
nativas del bosque seco tropical

**AUTOR:** José Anthony Plaza Litardo



**SABEREC 5.0**

## **Evaluación de la viabilidad natural de semillas en diez especies forestales nativas del bosque seco tropical**

*Evaluation of natural seed viability in ten native forest species of the tropical dry forest*

### **Resumen**

La viabilidad de las semillas es fundamental para la conservación y manejo de los recursos naturales. Sin embargo, la baja viabilidad y los largos períodos de dormancia dificultan su utilización en programas de reforestación. Este estudio tiene como objetivo determinar la viabilidad de semillas de diez especies forestales nativas del Bosque Seco Tropical. La metodología aplicada fue multidisciplinaria, combinando técnicas botánicas, ecológicas y biogeográficas. Se recolectaron semillas de diferentes áreas representativas del bosque seco tropical, realizándose análisis morfológicos y de calidad para determinar su madurez y estado. Este estudio se llevó a cabo en el Bosque Seco Tropical Mútilo, donde se observó un clima seco y una pérdida significativa de viabilidad en semillas de especies importantes. Los resultados más significativos indican que las especies Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) y Mambla (*Eritrina poeppigiana*) lograron un 80% de germinación. En contraste, Pechiche (*Vitex gigantea* Kunth) tuvo un 67%, Cedro (*Cedrela odorata* L.) un 65%, Guachapelí (*Albizia guachapele*) un 64%, Guayacán Blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) un 63%, y Jaboncillo (*Sapindus saponaria* L.) solo un 16%. Las semillas se almacenaron en condiciones controladas, utilizando papel periódico y un termómetro manual para medir la temperatura. Estos resultados destacan la necesidad de desarrollar estrategias para mejorar la producción y calidad del germoplasma, así como la identificación de individuos morfológicamente superiores que favorezcan la reforestación en el Bosque Seco Tropical.

**Palabras clave:** Especies, viabilidad, germinación, forestal

### **Abstract**

Seed viability is fundamental for the conservation and management of natural resources. However, low viability and long dormancy periods hinder their use in reforestation programs. The objective of this study was to determine the viability of seeds of ten native forest species of the Tropical Dry Forest. The methodology applied was multidisciplinary, combining botanical, ecological and biogeographical techniques. Seeds were collected from different representative areas of the tropical dry forest, and morphological and quality analyses were carried out to determine their maturity and condition. This study was carried out in the Mútilo Tropical Dry Forest, where a dry climate and a significant loss of viability in

seeds of important species were observed. The most significant results indicate that the species Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) and Mambla (*Eritrina poeppigiana*) achieved 80% germination. In contrast, Pechiche (*Vitex gigantea* Kunth) had 67%, Cedro (*Cedrela odorata* L.) 65%, Guachapelí (*Albizia guachapele*) 64%, Guayacán Blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) 63%, and Jaboncillo (*Sapindus saponaria* L.) only 16%. Seeds were stored under controlled conditions, using newspaper and a manual thermometer to measure temperature. These results highlight the need to develop strategies to improve the production and quality of germplasm, as well as the identification of individual seeds. morphologically superior species that favor reforestation in the Tropical Dry Forest.

**Keywords:** Species, viability, germination, forestry.

## Introducción

Con la deforestación permanente que están sufriendo los bosques, principalmente en la provincia de Esmeraldas, se están perdiendo muchas especies arbóreas. Muchas de estas especies no han sido estudiadas adecuadamente, y se desconoce su actividad reproductiva. Esta situación subraya la necesidad de que los centros de investigación realicen esfuerzos significativos para proporcionar a la ciudadanía información detallada sobre estas especies arbóreas (Gutiérrez & Navarro, 2022; Ortega-Martínez et al., 2023). Este conocimiento permitirá desarrollar programas que no solo generen ingresos económicos para las comunidades locales, sino que también contribuyan a su conservación (Pérez-Castro et al., 2021).

En el ámbito internacional, la pérdida de biodiversidad forestal es un problema crítico reconocido por organizaciones como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2022). Nacionalmente, Ecuador ha sido identificado como uno de los países con mayor biodiversidad, pero también uno de los más afectados por la deforestación (López & Fernández, 2021). Localmente, en la provincia de Esmeraldas, la deforestación amenaza directamente la biodiversidad y los medios de vida de las comunidades rurales (Martínez et al., 2023).

La presente investigación, titulada “Estudio de la Viabilidad de Semillas de: *Erythrina poeppigiana*, *Tabebuia chrysantha*, *Albizia guachapele*, *Sapindus saponaria*, *Triplaris cumingiana*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Cedrela odorata*, *Vitex gigantea*, *Cassia fistula*”, se llevará a cabo en la parroquia de San Mateo, cantón y provincia de Esmeraldas., mediante el seguimiento permanente de la siembra de semillas, para evaluar su viabilidad y comportamiento (Ramírez & Torres, 2022).

El estudio de la viabilidad de semillas es crucial porque proporciona información sobre las diferentes especies vegetales, lo cual es esencial para la realización de proyectos de reforestación (Gómez et al., 2020). Por este motivo, se propone determinar el tiempo que las semillas de las especies arbóreas pueden durar de manera natural y cómo podemos intervenir para conservarlas efectivamente (Sánchez & Rodríguez, 2021). La información generada servirá de base para futuros trabajos de investigación, siendo de gran utilidad para establecer planes silviculturales, tales como programas de recolección de semillas, establecimiento de viveros y plantaciones forestales (Vega et al., 2021). Además, permitirá la creación de protocolos de manejo, conservación y propagación de especies forestales nativas, que están en peligro debido a las actividades antropogénicas (Mora et al., 2023).

Este trabajo no solo contribuirá al conocimiento científico sobre las especies arbóreas locales, sino que también tendrá un impacto positivo en las prácticas de conservación y el desarrollo económico de las comunidades locales (Rojas et al., 2023).

## **Materiales y métodos**

La investigación se llevó a cabo en el Jardín Tropical de la FACAP, ubicado a 20 kilómetros de la ciudad de Esmeraldas, en la margen derecha del río Esmeraldas, frente a la parroquia San Mateo. En este jardín se realizan diversas investigaciones relacionadas con el sector agrícola (Mendez, 2020). El clima de la zona presenta dos estaciones bien definidas: una de “monzón tropical”, con un 40% de humedad relativa durante los meses de junio a noviembre y una temperatura promedio de 21°C; y otra de “tropical húmedo”, con una humedad cercana al 100% desde noviembre hasta mayo, en las cuencas centrales y la costa externa septentrional, con una temperatura promedio de 28°C (Mendez, 2020).

Son suelos lateríticos, caracterizados por una textura mayormente arcillosa y una estructura granular. Presentan un pH que varía entre ligeramente ácido y neutro, y tienen una profundidad moderada de entre 60 y 90 cm

### **Nivel y tipo de investigación**

Según el nivel de profundización del objeto de estudio de la presente investigación desarrollo una investigación tipo exploratoria- descriptiva. y, además, a investigación también es exploratoria, porque se obtuvo los datos del seguimiento fenológico de manera in situ, mediante la interacción del investigador, las muestras y el medio ambiente., además la Investigación Descriptivo en razón que se estableció la descripción completa del fenómeno o situación, mediante la observación de las características de dicho fenómeno.

## Resultados y discusión

### Días germinación

**Tabla 15.**

*Días germinación*

ESPECIES	Días a la germinación
Fernan Sanchez( <i>Triplaris guayaquilensis</i> ) 13	
Mambla( <i>Triplaris guayaquilensis</i> )	8
Guachapeli( <i>Eritrina poeppigiana</i> )	5
Pechiche( <i>Vitex gigantea Kunth</i> )	19
Jaboncillo( <i>Sapindus saponarium(L)</i> )	67
Guayacan Amarillo( <i>Tabebuía chrysantha (Jacq.) G.Nicholson.</i> )	4
Saman( <i>Samanea saman (Jacq.) Merr</i> )	4
Cedro( <i>Cedrela odorata L.</i> )	6
Caña Fistola( <i>Cassia Fistula L.</i> )	5
Guayacan Blanco( <i>Tababuia donellii</i> )	4

Del grupo de semillas colocadas en el lugar de almacenamiento, al azar se tomaron cada cinco días diez semillas, estas se colocaron en la platabanda diseñadas para este fin, luego de su colocación, día a día se revisaron cada una de ellas para constatar la germinación de la misma, así se determinaron los días de germinación de las mismas los resultados se presentan en los cuadros siguientes.

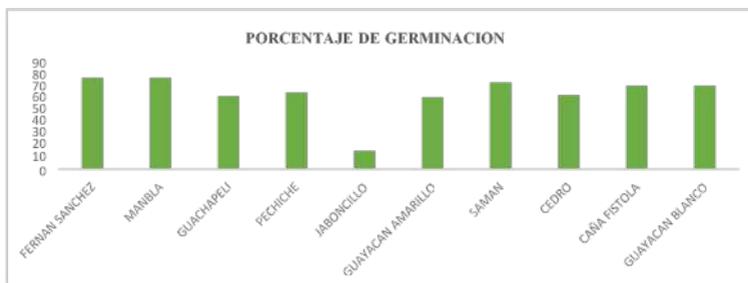
**Figura 10.**

*Días de germinación.*



**Figura 11.**

Porcentaje de germinación.



**Tabla 16.**

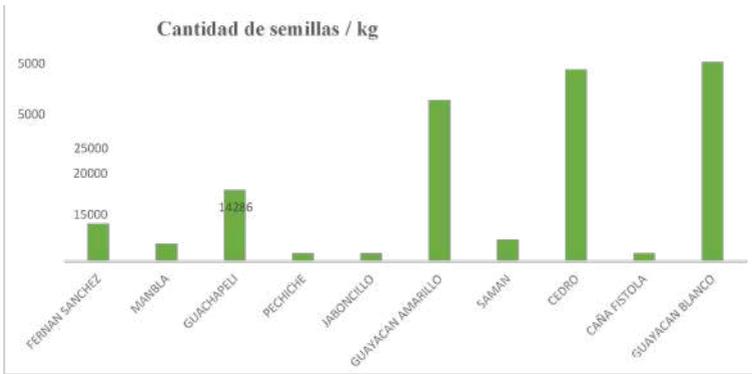
Porcentaje de germinación.

Especies	Porcentaje de germinación	Entre los días	Días mínimos
Fernan Sanchez( <i>Triplaris guayaqui-lensis</i> )	80	5 - 10	60
Mambla( <i>Triplaris guayaquilensis</i> )	80	5 - 10	60
Guachapeli( <i>Eritrina poeppigiona</i> )	64	10 - 30	75
Pechiche( <i>Vitex gigantea Kunth</i> )	67	20	80
Jaboncillo( <i>Sapindus saponarium(L)</i> )	16	15	40
Guayacan Amarillo( <i>Tabebuía chry-santha (Jacq.) G. Nicholson.</i> )	63	5 - 15	75
Saman( <i>Samanea saman (Jacq.) Merr</i> )	76	5 - 35	80
Cedro( <i>Cedrela odorata L.</i> )	65	10	60
Caña Fistola( <i>Cassia Fistula L.</i> ) 73		20 - 25	55
Guayacan Blanco( <i>Tababuiadonelli</i> )	73	10 - 15	55

Los resultados obtenidos muestran de las 10 especies evaluadas Fernan Sanchez (*Triplaris guayaquilensis*) y Mambla (*Eritrina poeppigiona*) obtuvieron el 80% en germinación de semillas, las especies con menor porcentaje en germinación están Pechiche (*Vitex gigantea Kunth*) 67%, Cedro (*Cedrela odorata L.*) con un 65% seguido de Guachapelí (*Albizia guachapele*) 64%, Guayacán Blanco (*Tababuiadonelli*) con el 63% y por último Jaboncillo (*Sapindus saponarium(L)*) 16%.

**Figura 12.**

Cantidad de semillas / kg.



**Tabla 17.**

Cantidad de semillas / kg.

Especies	Cantidad de Semillas / Kg
Fernán Sánchez	7500
Mambla	3529
Guachapelí	14286
Pechiche	1596
Jaboncillo	1596
Guayacán Amarillo	32258
Samán	4347
Cedro	38461
Caña Fistola	1667
Guayacán Blanco	40000

Se determinó que muchas especies requieren de gran cantidad de semillas, la especie con mayor cantidad de semilla es Guayacán Blanco (*Tabebuia donellii*) con 40000 para un kilogramo, seguido de Cedro (*Cedrela odorata L.*) con 38461 semillas. Las especies con menos cantidad de semillas es el Pechiche (*Vitex gigantea Kunth*) y Jaboncillo (*Sapindus saponarium(L)*) con 1596 semillas. El resultado depende del tamaño de la semilla.

### Tiempo de almacenamiento

Las semillas se almacenaron en un lugar donde se colocó papel periódico y sobre estos se ubicaron cada una de las semillas de las especies se-

leccionadas donde se midió la temperatura utilizando un termómetro manual al culminar el trabajo se obtuvo los siguientes resultados que se presentan por especie.

**Figura 13.**

*Viabilidad del Fernan Sanchez (Triplaris guayaquilensis Little).*

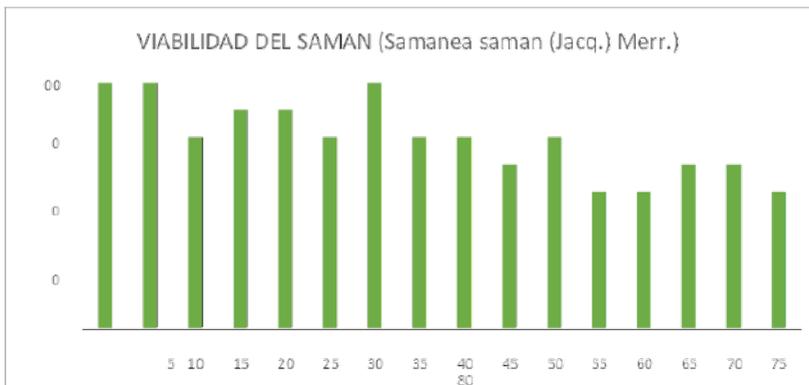


**Viabilidad del Fernan Sanchez (Triplaris guayaquilensis Little)**

Los resultados obtenidos en la viabilidad de la especie Fernan Sanchez (*Triplaris guayaquilensis* Little), indica que germinó con el mayor porcentaje entre 5 y 10 días con un 100%, esta perdió viabilidad a partir de los 65 días germinando 50%.

**Figura 14.**

*Viabilidad de Samán (Eritrina poeppigiana).*



### **Viabilidad del Saman (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.)**

Los resultados obtenidos en la viabilidad de la especie SAMAN (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) indica que germinó con el mayor porcentaje entre los días 5, 10 y 35 con un 90%, esta perdió viabilidad a partir de los 60 días germinando 50%.

### **Viabilidad del Cedro (*Cedrela odorata* L.)**

Los resultados obtenidos en la viabilidad de la especie CEDRO (*Cedrela odorata* L.) indica que germinó con el mayor porcentaje en el día 10 con un 80%, esta perdió viabilidad a partir de los 35 días germinando 50%.

### **Viabilidad del Guayacan Blanco (*Tabebuia donelli*)**

Los resultados obtenidos en la viabilidad de la especie Viabilidad del Guayacan Blanco (*Tabebuia donelli*) indica que germinó con el mayor porcentaje en los días 10 y 15 con un 90%, esta perdió viabilidad a partir de los 45 días germinando 50%.

## **Conclusiones**

El trabajo de investigación se realizó en cuatro meses, se ha identificado una variabilidad significativa en los tiempos de germinación de las especies estudiadas. Siete especies, incluyendo el Guayacán Amarillo (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson), Guayacán Blanco (*Tabebuia donelli*), Samán (*Samanea samán* (Jacq.) Merr.), Guachapeli (*Eritrina poeppigiana*), Caña Fístola (*Cassia Fístula* L.), Cedro (*Cedrela odorata* L.), Mambra (*Triplaris guayaquilensis*), mostraron una germinación rápida, ocurriendo en un lapso de entre 4 y 13 días. Por otro lado, dos especies, Pechiche (*Vitex gigantea* Kunth) y Jaboncillo (*Sapindus saponarium* (L)), exhibieron tiempos de germinación más prolongados, tomando 19 y 67 días respectivamente. Estos resultados resaltan la importancia de entender las diferencias en la viabilidad y el tiempo de germinación de las especies nativas, lo que puede ser de utilidad para la restauración y conservación forestal.

Se ha determinado el rango de días de máxima y mínima germinación para las diez especies estudiadas. El Guayacán Amarillo (*Tabebuia chrysantha*) mostró una máxima germinación entre los días 5 y 15, alcanzando un 63%. Por su parte, el Guayacán Blanco (*Tabebuia donelli*) presentó su máxima germinación entre los días 10 y 15, con un 73% de éxito. El Samán (*Samanea samán*) registró su máxima germinación entre los días 5 y 35, con un

76%. El Guachapeli (*Eritrina poeppigiana*) alcanzó su máxima germinación entre los días 10 y 30, con un 64%. La Caña Fistola (*Cassia Fistula L.*) mostró su punto máximo de germinación entre los días 20 y 25, con un 73%. El Cedro (*Cedrela odorata L.*) presentó su máxima germinación entre los días 10 y 15, con un 65%.

1. La Mambla (*Triplaris guayaquilensis*) y el Fernan Sanchez (*Triplaris guayaquilensis*) coincidieron en su máxima germinación, ocurriendo entre los días 5 y 10, con un impresionante 80% de éxito. En contraste, el Pechiche (*Vitex gigantea Kunth*) mostró su máxima germinación entre los días 20 y 25, con un 67%. Finalmente, el Jaboncillo (*Sapindus saponarium(L)*) tuvo su máxima germinación entre los días 65 y 70, con un 16%. Estos resultados resaltan las variaciones en los patrones de germinación entre las especies, lo que puede ser de gran importancia para la gestión y conservación de estas especies nativas en el Bosque Seco Tropical.
2. Se observó que muchas de las especies tienen semillas de tamaño diminuto, lo que implica que un solo kilogramo puede contener una gran cantidad de ellas. Por ejemplo, en el caso del Guayacán Blanco (*Tababuia donellii*), se encontraron aproximadamente 40,000 semillas por kilogramo, mientras que el Cedro (*Cedrela odorata L.*) presentó alrededor de 38,461 semillas en el mismo peso. Por otro lado, las especies con menor cantidad de semillas fueron el Pechiche (*Vitex gigantea Kunth*) y el Jaboncillo (*Sapindus saponarium(L)*), con aproximadamente 1,596 semillas en un kilogramo. Estas variaciones en la cantidad de semillas están directamente relacionadas con el tamaño de las mismas.

## Referencias bibliográficas

- Gómez, L., Vargas, P., & Herrera, M. (2020). Importancia de la viabilidad de semillas en proyectos de reforestación. *Agroforestería Latinoamericana*, 8(3), 88–99.
- Gutiérrez, M., & Navarro, C. (2022). Especies arbóreas en peligro y estrategias de conservación en Esmeraldas. *Revista de Biodiversidad Tropical*, 18(2), 45–60.
- López, J., & Fernández, R. (2021). Ecuador: biodiversidad en riesgo por la deforestación. *Revista Andina de Ecología*, 15(4), 101–115.

- Martínez, P., Chávez, A., & Delgado, S. (2023). Impacto de la deforestación en comunidades rurales de Esmeraldas. *Estudios Ambientales del Ecuador*, 7(2), 55–70.
- Méndez, A. (2020). Informe climático del Jardín Tropical de la FACAP, Esmeraldas. Instituto de Investigaciones Agroambientales, Universidad Técnica de Esmeraldas.
- Mora, D., Castillo, V., & Núñez, F. (2023). Manejo y conservación de especies forestales nativas en peligro. *Conservación Ecológica*, 9(1), 66–80.
- Ortega-Martínez, L., Salazar, D., & Muñoz, T. (2023). Pérdida de biodiversidad forestal en Ecuador: un análisis crítico. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales*, 12(1), 22–35.
- Pérez-Castro, E., Zambrano, L., & Palacios, K. (2021). Programas comunitarios y conservación de especies arbóreas en Esmeraldas. *Boletín de Conservación Forestal*, 9(3), 78–89.
- Ramírez, G., & Torres, R. (2022). Evaluación de la viabilidad de semillas de especies arbóreas en San Mateo, Esmeraldas. *Revista de Silvicultura Tropical*, 10(1), 33–47.
- Rojas, N., Mejía, C., & Delgado, P. (2023). Impacto socioeconómico de la conservación de especies arbóreas en comunidades locales. *Desarrollo Rural y Medio Ambiente*, 11(2), 145–160.
- Sánchez, R., & Rodríguez, L. (2021). Conservación de semillas de especies arbóreas: métodos y desafíos. *Revista de Botánica Aplicada*, 14(2), 120–134.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2022). Informe sobre la pérdida de biodiversidad forestal a nivel mundial. <https://www.iucn.org/>
- Vega, M., Torres, F., & Alvarado, E. (2021). Planes silviculturales y recolección de semillas en bosques tropicales. *Silvicultura y Manejo Forestal*, 6(4), 200–215.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 5

Comportamiento histórico de los  
incendios forestales en el cantón  
Portoviejo, Manabí, Ecuador en el  
periodo 2018 - 2023

**AUTORES:** Orlando Gabriel Pico Coronel; Marcos Pedro Ramos Rodriguez



**SABEREC 5.0**

## **Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador en el periodo 2018 – 2023**

*Historical behavior of forest fires in the Portoviejo canton, Manabí, Ecuador, during the period 2018–2023*

### **Resumen**

Los análisis del comportamiento histórico de los incendios forestales suministran informaciones imprescindibles para la elaboración de programas eficaces de manejo del fuego en los territorios. Estos análisis permiten definir dónde, cuándo y por qué se producen los incendios. El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador, en el periodo 2018 al 2023. Los datos fueron suministrados por el Cuerpo de Bomberos de Portoviejo. El análisis se realizó considerando las ocurrencias de incendios en un contexto espacio-temporal (años, meses, días de la semana, horas del día y localidades). En el periodo analizado se reportaron 221 ocurrencias, correspondiendo al año 2019 el mayor porcentaje (36,65 %). De julio a noviembre se registró el 74,22% del total de incendios, asociado esto a pocas precipitaciones y al aumento del uso del fuego por los campesinos para limpiar el terreno. Durante el día la mayor cantidad de eventos se registró desde las 13:00 hasta las 16:00 horas (52,49 %). La parroquia con mayor porcentaje fue Picoazá (26,48 %). El trabajo permitió establecer patrones temporales y espaciales de la ocurrencia de incendios, constituyendo esto un aporte importante y relevante sobre cuándo y dónde ocurren los incendios en el cantón Portoviejo, informaciones que podrán ser utilizadas por los decisores de las actividades de manejo integrado del fuego.

**Palabras clave:** Incendios de vegetación, prevención de incendios, estadísticas de incendios, protección forestal, manejo integrado del fuego

### **Abstract**

*Historical forest fires behavior in the Portoviejo canton, Manabí, Ecuador in the period 2018 – 2023.* The analysis of the historical forest fires behavior provide essential information for the development of effective fire management programs in the territories. These analyzes allow us to define where, when and why fires occur. The objective of this work was to analyze the historical forest fires behavior in the Portoviejo canton, Manabí, Ecuador, in the period 2018 to 2023. The data was provided by the Portoviejo Fire Department. The analysis was carried out considering the occurrences of fires in a spatio-temporal context (years, months, days of the week, hours of the day and locations). In the

analyzed period, 221 occurrences were reported, with the highest percentage corresponding to 2019 (36.65%). From July to January, 90.95% of the total fires were recorded, associated with little rainfall and the increase in the use of fire by farmers to clear the land. During the day, the largest number of events was recorded from 1:00 p.m. to 4:00 p.m. (52.49%). The parish with the highest percentage was Picoazá (26.48%). The work allowed us to establish temporal and spatial patterns of the occurrence of fires, constituting an important and relevant contribution to when and where fires occur in the Portoviejo canton, information that can be used by decision makers of integrated fire management activities.

**Key words:** Vegetation fires, fire prevention, fire statistics, forest protection, integrated fire management

## Introducción

El fuego es, en muchos casos, un componente esencial del ecosistema que garantiza la sostenibilidad de sus procesos y comunidades. Desde su aparición, el mismo ha desempeñado un papel clave como filtro ambiental, seleccionando especies y sus rasgos, y dando forma a las comunidades de los ecosistemas. Sin embargo, no todos los incendios son iguales y los ecosistemas expuestos a regímenes de incendios fuera de su rango histórico de variabilidad pueden volverse vulnerables y sufrir cambios irreversibles (Cai y Yang, 2016). Lo anterior se torna preocupante si se considera que a nivel internacional entre 2003 y 2012, aproximadamente 67 millones de hectáreas (1,7 %) de las tierras forestales se quemaron anualmente, principalmente en las regiones tropicales de América del Sur y África. En América del Sur, un promedio de 72 millones de hectáreas de superficie de tierra se quemó cada año, de las cuales 35 millones de hectáreas eran tierras forestales (van Lierop et al., 2015).

En Ecuador, durante el año 2017, hasta el 15 de diciembre, los incendios forestales mayores o iguales a 2 ha ocasionaron la pérdida de 13 403,78 ha de cobertura vegetal en 968 eventos registrados. Las provincias que reportaron un mayor número de incendios fueron: Guayas con 138, Loja con 132, Santa Elena con 120, Manabí con 107 y Azuay con 98 eventos cada una. Las provincias que registraron la mayor afectación fueron: Pichincha con 2 250,60, Loja con 1 762,60, Azuay con 1 523,28, Imbabura con 1 294,04, Chimborazo con 1 087,15, y Santa Elena con 1 055,06 ha quemadas. En Manabí se reportaron 964,00 ha. (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, 2017)

Es importante determinar dónde, cuándo y por qué ocurren los incendios forestales, con vistas a estructurar los servicios de prevención y combate dentro de límites económicamente viables (Ramos et al., 2013). Debido a que las estadísticas de incendios forestales en Ecuador son incompletas en este trabajo se responde en cierta medida a las preguntas dónde y cuándo considerando la distribución de acuerdo a variables tales como años, meses, días de la semana, horas del día y parroquias.

Esta investigación tuvo el objetivo de analizar el comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador, en el periodo 2018 al 2023.

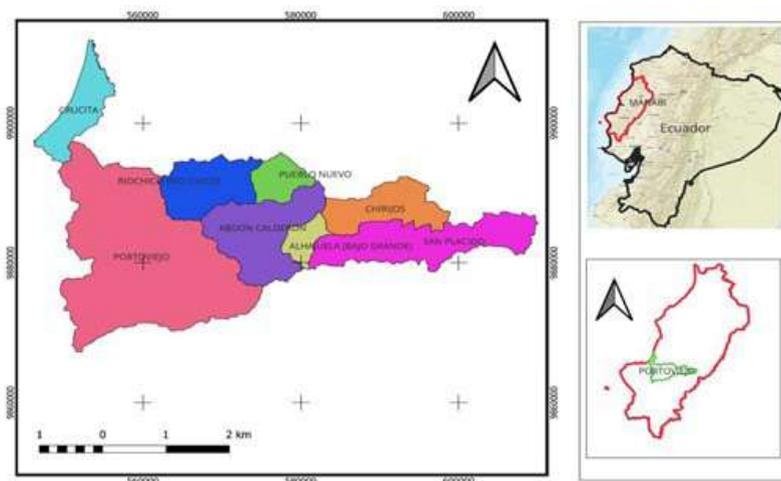
## Materiales y metodos

### Caracterización el área de estudio

El cantón Portoviejo, con una superficie de 954,9 km<sup>2</sup>, está ubicado geográficamente en el centro norte de la provincia de Manabí, limitando al norte con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín y Bolívar; al sur, con el cantón Santa Ana; al oeste con el cantón Montecristi y el Océano Pacífico y al este con los cantones Pichincha y Santa Ana, (Figura 15). Portoviejo tiene 7 parroquias rurales las cuales son San Placido, Calderón, Chirijos, Alhajuela, Pueblo Nuevo, Rio Chico y Crucita. La mayor altitud mínima es de 14 msnm y la máxima es de 639 msnm, De Acuerdo al censo del 2023, Portoviejo tiene una población 322 925 habitantes.

### Figura 15.

Área de estudio.



El clima es muy variable, aunque generalmente cálido, en el transcurso del verano el clima es templado. No así en el invierno cuando el clima es muy caluroso. La temperatura promedio es de 24 grados centígrados. Las precipitaciones anuales varían entre 500 y 1000 mm.

La principal actividad es la agricultura, comercio y turismo, recursos pesqueros y minerales. Turísticamente tiene muchos atractivos: playas, monumentos, centros turísticos y espectáculos, que se constituyen en potenciales generadores del turismo. La artesanía es también una manifestación popular de esta tierra. En Picoazá, por ejemplo, todavía se elaboran sombreros, muebles de madera; en Río Chico siguen confeccionándose las hamacas de hilo y en los distintos hogares aún están presentes tradiciones manuales y culinarias, como la confección de manteles bordados y preparación de dulces.

### **Base de Datos de Incendios Forestales**

Las estadísticas de los incendios forestales ocurridos en el cantón Portoviejo fueron facilitadas por el Cuerpo de Bomberos de dicha localidad. Todos los datos se refieren al período de enero del 2018 al 2023, totalizando 6 años de observación. La base de datos se creó con el Microsoft Excel y la misma estuvo formada por campos tales como número del incendio, municipio, parroquia, cantón, comunidad o sitio, día, mes, año, día de la semana y hora de detección. Lamentablemente no todos los campos de la mencionada base de datos pudieron ser llenados para cada uno de los incendios ocurridos por falta de información en las bitácoras utilizadas para registrar las actuaciones del Cuerpo de Bomberos en incendios forestales.

La determinación de la distribución espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en el cantón Portoviejo, es decir, cuándo y dónde ocurren los incendios forestales, se desarrolló considerando su distribución de acuerdo a variables tales como años, meses, días de la semana, horas del día y parroquias.

## **Resultados y discusión**

### **Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los años**

En la Tabla 18 se muestra la distribución de los incendios forestales del 2018 al 2023. En este periodo ocurrieron en el cantón Portoviejo un total de 221 incendios lo cual implica una media de 36,83 ocurrencias al año. Se observa que los mayores porcentajes de ocurrencias se presentaron en los años 2019 y 2020.

**Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los años.**

**Tabla 18.**

*Distribución de las ocurrencias de incendios a través del periodo de años en el cantón Portoviejo (2018-2023).*

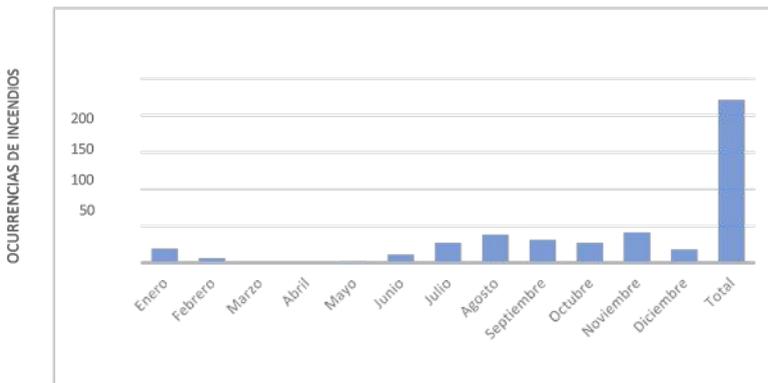
**Ocurrencia de Incendios**

Años	(No.)	%
2018	21	9.5
2019	81	36.65
2020	54	24.43
2021	41	18.56
2022	16	7.24
2023	8	3.62
Totales	221	100.00

La distribución de la ocurrencia de los incendios forestales a través de los meses en el cantón Portoviejo del 2018 al 2023 permitió verificar los incendios que se producen en los meses del año, es posible definir una estación de incendios de julio a noviembre, ocurriendo en estos meses el 74,22 % del total de incendios registrados en el periodo. Los valores de ocurrencia durante estos cinco meses superaron la media mensual de 18,41 incendios.mes<sup>-1</sup> obtenida para el periodo (Tabla 18).

**Figura 17.**

*Distribución del número total mensual de ocurrencia de incendios a través de los meses en el cantón Portoviejo (2018-2023).*



**Tabla 19.**

*Distribución de la ocurrencia de incendios a través de los días de la semana en el cantón Portoviejo (2018-2023).*

Días de la Semana	No	%
Domingo	30	13,57
Lunes	27	12,22
Martes	40	18,1
Miércoles	32	14,48
Jueves	36	16,29
Viernes	30	13,57
Sábado	26	11,77
Totales	221	100,00

En el caso de la distribución de la ocurrencia de incendios durante las horas del día se obtuvo que entre las 13:00 y 16:00 horas ocurrió el 52,49 % de los incendios, alcanzando el valor más alto con 14,48 % (32 incendios) a las 15:00 horas, reportándose pocos incendios en horas de la mañana y de la noche.

**Tabla 20.**

*Distribución de la ocurrencia de incendios forestales a través de las horas del día en el cantón Portoviejo (2018-2023)*

Ocurrencia de Incendios					
Horas	(No.)	(%)	Horas	(No.)	(%)
1:00	0	0 00	13:00	29	13 12
2:00	0	0 00	14:00	28	12 67
3:00	1	0 45	15:00	32	14 48
4:00	0	0 00	16:00	27	12 22
5:00	0	0 00	17:00	12	5 43
6:00	1	0 45	18:00	17	7 69
7:00	0	0 00	19:00	7	3 17
8:00	1	0 45	20:00	2	0 91
9:00	3	1 36	21:00	3	1 36
10:00	9	4 07	22:00	1	0 45
11:00	13	5 88	23:00	1	0 45
12:00	31	14 03	0:00:00	3	1 36
<b>Totales</b>				<b>221</b>	<b>100 00</b>

## Discusión

El cantón Portoviejo durante el periodo objeto de estudio mostró una media anual de 36,83 incendios forestales lo que en correspondencia a su territorio representa una densidad de ocurrencias de 0,38 incendios por cada 1000 ha. En la Empresa Forestal Minas de Matahambre, Cuba, durante el periodo (2002 al 2011) ocurrieron 32 incendios forestales por año mostrando una densidad de 0,37 por cada 1000 ha (Ramos *et al.*, 2013), mientras que, en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en el periodo 2012 al 2018 ocurrieron 18,20 incendios por año para una densidad de 0,17 incendios por cada 1000 ha (Ramos *et al.*, 2022), en el cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador en el periodo 2016 al 2019 ocurrieron 77,33 incendios por años para una densidad de 2,75 incendios por cada 1000 ha, en el cantón Loja, Rocafuerte

En el cantón Loja en el periodo de 2011 al 2020 ocurrieron 246,30 incendios por año para una densidad de 1,30 incendios por cada 1000 ha. También durante el periodo (2002 al 2011), se reportaron valores medios anuales de 84,1 y 75,7 incendios en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba, respectivamente, con densidades de 0,42 y 0,06 incendios por cada 1000 ha para ambos lugares (Soares *et al.*, 2017). Mientras que en el Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil, durante el periodo de 1999 al 2003 la media anual de ocurrencias fue de 10,4 incendios con densidad de 0,13 incendios por cada 1000 ha (Koproski *et al.*, 2004).

La distribución de los incendios a través de los meses del año es una información importante en la planificación de la prevención, pues indica las épocas de mayor riesgo de ocurrencia de fuegos (Soares *et al.*, 2017). La estación de incendios en Portoviejo se presentó de julio a noviembre. Este resultado, aunque no coincide exactamente con los obtenidos para otros cantones de la provincia de Manabí, Ecuador, sí tiene coincidencias para el caso de algunos meses. En Santa Ana la estación de incendios fue definida de julio a enero (Ramos *et al.*, 2021), mientras que en Rocafuerte (Ramos-Rodríguez *et al.*, 2020) definieron dos subperiodos de mayores ocurrencias o épocas de incendios, uno representado por diciembre y enero y otro que agrupa a los meses de junio, julio, agosto y septiembre. En el caso de Jipijapa la estación de incendios fue definida de agosto a diciembre por Ramos y Reyes (2022).

En el caso de las medias de la cantidad de incendios ocurridos cada uno de los días de la semana se comprobó la no haber diferencias entre las mismas en el cantón Portoviejo. Este resultado coincide con lo obtenido para el cantón de la provincia de Manabí, Santa Ana (Ramos-Rodríguez *et al.*, 2021)

y Rocafuerte (Gras et al., 2020), mientras que para el caso de Jipijapa se obtuvieron valores numéricamente mayores para los días laborables (Ramos y Reyes, 2022).

Con respecto a la ocurrencia de los incendios durante las horas del día en el área objeto de estudio entre las 13:00 y 16:00 horas ocurrió el 52,49 % de los incendios. Resultados similares reportaron Ramos et al. (2021), en el cantón Santa Ana, con la diferencia de que los mayores porcentajes de ocurrencia se presentaron a las 11:00, 14:00 y 16:00 horas. En el cantón Rocafuerte entre las 12:00 y las 15:00 horas ocurrió el 47,25 % del total de incendios (Gras et al., 2020), mientras que en Jipijapa entre las 13:00 y las 16:00 horas ocurrió el 45,82 % del total de incendios (Ramos y Reyes, 2022). En todos los casos se reportaron muy pocos incendios en horas de la noche y de la mañana.

### **Distribución Espacial de la Ocurrencia de Incendios Forestales**

La distribución espacial de la ocurrencia de incendios en el cantón Portoviejo en el periodo 2018– 2023 mostró su concentración en 3 parroquias que integran el cantón, con el mayor porcentaje en Picoazá. Según Santos y Baptista. (2006), para priorizar las regiones de mayor riesgo con programas intensivos de protección y estructurar los servicios de combate a incendios dentro de límites económicamente viables, es importante saber los lugares y en qué épocas del año son mayores las ocurrencias de incendios. Los resultados manifiestan que en dos de las ocho parroquias urbanas y en una rural donde ocurre la mayor cantidad de incendios, lo cual puede tener relación a la cercanía con la población o infraestructura. Díaz y González (2016), al hacer un análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile, encontraron que la distribución espacial de los incendios tiene una estrecha relación con las actividades antrópicas, concentrándose su ocurrencia principalmente en el llano central y la costa. La mayor frecuencia y periodo de rotación se asocia a caminos y ciudades principales. La infraestructura vial permite un combate más efectivo de los incendios, pero al mismo tiempo la mejor accesibilidad trae de la mano una mayor probabilidad y riesgo de ocurrencia de estos. De acuerdo con Hesselh (2018), aunque las causas naturales son responsables de muchos incendios alrededor del mundo, la mayoría son causados por el hombre.

Chinamatira *et al.* (2016), afirman que las causas de los incendios incluyen personas que encienden fuegos con el fin de limpiar tierras para el cultivo, aprovechar la miel de las colmenas, hacer carbón, cocinar o tratar de mantener el calor, e incendios provocados y como una forma de resolver disputas.

Mientras que Sevinc et al. (2020), exponen que las posibles causas de un incendio forestal pueden ser de origen humano (incendio provocado, tabaquismo, caza, fogata de picnic, quema de pastores, quema de rastrojos) o de origen natural (rayos, líneas eléctricas). La temperatura, la humedad relativa, las especies de árboles, la distancia a la carretera, la velocidad del viento, la distancia a las tierras agrícolas, la cantidad de área quemada, el mes y la distancia al asentamiento son los factores de riesgo que pueden afectar la ocurrencia de incendios forestales.

## Conclusiones

Generalmente en las investigaciones que se han realizado en la provincia de Manabí sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales, llegan a un mismo problema que es la falta de información en la bitácora que manejan los diferentes cuerpos de bomberos de las cantones donde se ha implementado estas investigaciones, No obstante, si permitieron establecer patrones espacio temporales sobre la ocurrencia de incendios, lo cual constituye un aporte importante y relevante sobre cuándo y dónde ocurren estos siniestros en la localidad, fundamentación que deben tener en cuenta los decisores de las actividades de manejo integrado del fuego.

## Referencias bibliográficas

- Chinamatira, L., Mtetwa, S., y Nyamadzawo, G. (2016). Causes of wildland fires, associated socio-economic impacts and challenges with policing, in Chakari resettlement area, Kadoma, Zimbabwe. *Fire Science Reviews*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40038-016-0010-5>
- Cai Wen H., Yang Jian (2016). High-severity fire reduces early successional boreal larch forest aboveground productivity by shifting stand density in north-eastern China. *International Journal of Wildland Fire*, 25(8), 861-875. <https://doi.org/10.1071/WF15026>
- Díaz-Hormazábal, I., y González, M. E. (2016). Spatio-temporal analyses of wildfires in the region of Maule, Chile. *Bosque*, 37(1), 147-158. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100014>
- Gras-Rodríguez, R., Ramos-Rodríguez, M. P., Medranda-Mendieta, J. A., Manrique-Toala, T. O., & Estévez-Valdés, I. (2020). Comportamiento histórico de los incendios forestales en el Cantón Rocafuerte, provincia Manabí, Ecuador, en el periodo 2016 – 2019. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 17(41), 37–46. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v17i41.5282>

- Hesseln, Hayley (2018) Wildland Fire Prevention: a Review. *Current Forestry Reports*. DOI:10.1007/s40725-018-0083-6
- Koproski, L. D. P., Batista, A. C., & Soares, R. V. (2004). Ocorrências De Incêndios Florestais No Parque Nacional De Ilha Grande - Brasil. *Floresta*, 34(2), 193-197. <https://doi.org/10.5380/rf.v34i2.2395>
- Ramos, Marcos, García, Humberto, França, Alexandre, Carlos Batista, Antonio, Manrique-Toala, Tayron y Estévez-Valdés, Ignacio. (2021). Ocurrencia de incendios forestales en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador (2012-2018). *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 322-339. Epub 02 de septiembre de 2021. Recuperado en 08 de marzo de 2025, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-34692021000300322&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692021000300322&lng=es&tlng=es).
- Ramos, M., Padrón, C., y Cabrera, J. (2013). Comportamiento histórico de los incendios forestales en la empresa forestal "Minas de Matahambre", Pinar del Río, Cuba de 2002 a 2011. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*; 1(2),. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5223124.pdf>
- Ramos-Rodríguez, M., García-Castro, H., Tetto, A., Batista, A., Manrique-Toala, T. y Estévez- Valdés, I. (2021). Ocurrencia de incendios forestales en el cantón Santa Ana, provinciade Manabí, Ecuador (2012-2018). *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 322–339.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692021000300322&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692021000300322&script=sci_arttext)
- Ramos-Rodríguez, M. P. y Reyes-Chancay, J. E. (2022). Programa De Comunicación Orientado a La Prevención De Los Incendios Forestales En Jijapa, Manabí, Ecuador. In Open Science Research VI (pp. 288– 311). <https://doi.org/10.37885/220910301>
- Santos, J., Soares, R. y Batista, A. (2006). Perfil Dos Incêndios Florestais No Brasil Em Áreas Protegidas No Período De 1998 a 2002. *Floresta*, 36(1), 93-100. <https://doi.org/10.5380/rf.v36i1.5510>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR (2017). *Informe de Situación – Incendios Forestales 19/10/2017*. Disponible en [https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe-de-Situaci%C3%B3n\\_INF\\_19102017\\_15h00.pdf](https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe-de-Situaci%C3%B3n_INF_19102017_15h00.pdf)
- van Lierop, P., Lindquist, E., Sathyapala, S., y Franceschini, G. (2015). Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe

weather events. *Forest Ecology and Management*, 352, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.010>

Soares, R. V., Batista, A. C. y Tetto, A. F. (2017). Incêndios forestais: controle, efeito e uso do fogo (Segunda Ed). Gráfica Capital.

Sevinc, V., Kucuk, O. y Goltas, M. (2020). A Bayesian network model for prediction and analysis of possible forest fire causes. *Forest Ecology and Management*, 457. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117723>

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 6

Aplicación de marcadores  
moleculares en la selección asistida  
en programas de mejora genética de  
cultivos

**AUTOR:** Julio Gabriel Ortega



**SABEREC 5.0**

## **Aplicación de marcadores moleculares en la selección asistida en programas de mejora genética de cultivos**

*Application of molecular markers in assisted selection in crop genetic breeding programs*

### **Resumen**

Los marcadores moleculares se usan ampliamente en la identificación de cultivares y especies, en el establecimiento de relaciones evolutivas entre diferentes grupos de plantas, en la evaluación de la variabilidad genética entre poblaciones, mapeo genético y selección asistida. El Objetivo fue fundamentar la importancia de la aplicación los marcadores moleculares en la selección asistida en programas de mejora genética de cultivos. Para cumplir este cometido se consultaron y analizaron artículos científicos, que abordan los métodos basados en biología molecular (marcadores genéticos, tecnología CRISPR y citogenética molecular), disponibles en bases de datos (Google académico, Dialnet, Redalyc, SciELO, REDIB, DOAJ, Latindex, etc.), con el propósito de obtener información acerca de la aplicación en la mejora genética de cultivos de importancia económica. Se recopiló información acerca de los principales marcadores moleculares (microsatélites, ADN polimórfico amplificado aleatoriamente, polimorfismo de un solo nucleótido, polimorfismo de longitud de fragmento amplificado), utilizados para analizar la diversidad genética en cultivos y para selección asistida. Se presenta una lista de las publicaciones más relevantes de los cultivos potenciales del Sur de Manabí. Se indican los autores, la especie estudiada, el objetivo del trabajo, la técnica empleada, así como los principales resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Marcadores moleculares, Ácido desoxirribonucleico, análisis genéticos, variación genética.

### **Abstract**

Molecular markers are widely used in the identification of cultivars and species, in the establishment of evolutionary relationships between different groups of plants, in the evaluation of genetic variability between populations, genetic mapping and assisted selection. The objective was to establish the importance of the application of molecular markers in assisted selection in crop genetic improvement programs. To accomplish this goal, scientific articles were consulted and analyzed, which address methods based on molecular biology (genetic markers, CRISPR technology and molecular cytogenetics), available in databases (Google Scholar, Dialnet, Redalyc, SciELO, REDIB, DOAJ, Latindex, etc.), with the purpose of obtaining information about the application

in the genetic improvement of crops of economic importance. Information was collected about the main molecular markers (microsatellites, randomly amplified polymorphic DNA, single nucleotide polymorphism, amplified fragment length polymorphism), used to analyze genetic diversity in crops and for assisted selection. A list of the most relevant publications on potential crops in southern Manabí is presented. The authors, the species studied, the objective of the work, the technique used, as well as the main results obtained are indicated.

**Keywords:** Molecular markers, Deoxyribonucleic acid, genetic analysis, genetic variation

### Introducción

Desde la prehistoria, el hombre ha seleccionado y mejorado especies vegetales, animales y microbianas basándose en el fenotipo. Las mejoras genéticas eran posible gracias a la variabilidad genética, a la heredabilidad del carácter que se quería aislar, a la eficacia e intensidad de la selección aplicada, y al tiempo necesario para realizar un ciclo de selección. Sin embargo, quedan muchos aspectos desconocidos, como son en muchos casos el número exacto y efecto de los genes implicados en la expresión de un carácter y sus interacciones, así como la localización de estos genes, y el análisis de su función fisiológica (Gabriel, 2009). Los avances en la biología molecular y, particularmente, en la genómica y proteómica permiten aplicar nuevas estrategias y técnicas eficientes para el detallado análisis genético de cualquier fenotipo.

Afortunadamente, la aparición de los marcadores moleculares está ayudando a eliminar tanto los inconvenientes de una selección basada en el análisis exclusivo del fenotipo, como la identificación de especies y cultivares de una forma más rigurosa y repetitiva. Los marcadores moleculares son biomoléculas que se pueden relacionar con un rasgo genético. Éstas pueden ser marcadores moleculares como las proteínas (antígenos e isoenzimas) y el ADN (de genes conocidos o fragmentos de secuencia y función desconocida).

Un marcador molecular monomórfico es invariable en todos los organismos estudiados, pero cuando presenta diferencias en el peso molecular, actividad enzimática, estructura, o sitios de restricción, se dice que es polimórfico. A veces el grado de variación es tal que se denominan hipervariable.

Los primeros marcadores desarrollados en cultivos fueron a finales de los 70, se basaron en la identificación de proteínas e isoenzimas por electroforesis en geles de almidón o poliacrilamida. Con ellos se abrió el conocimiento de la estructura y heterogeneidad genética entre diferentes especies, cultivares, y poblaciones de distinto origen geográfico. Pero esta técnica tenía una limita-

ción muy importante: no era capaz de detectar suficiente polimorfismo entre cultivares o especies próximas debido a que las proteínas son el resultado de la expresión génica, que puede ser distinta de unos tejidos a otros, de una etapa de desarrollo a otra, de un medio ambiente a otro, y de una época del año a otra. Los avances de la tecnología del ADN han permitido el desarrollo de los marcadores moleculares basados en el ADN, consiguiendo estabilidad en la identificación de especies y cultivares (Azofeifa-Delgado, 2006).

El estudio genómico de una especie, normalmente, comienza con el desarrollo de marcadores moleculares. Los primeros marcadores de ADN descritos en cultivos fueron los RFLPs (Gebhardt *et al.* 1989a). Esta técnica requiere gran cantidad de ADN, es laboriosa y costosa, aunque presenta una técnica fiable. El descubrimiento y la explotación de la técnica PCR (Reacción en cadena de la Polimerasa) facilitaron enormemente el desarrollo y las aplicaciones de marcadores moleculares (Valadez y Kahl 2000). El análisis PCR, desde su invención, por Saiki *et al.* (1985), ha sufrido modificaciones y en algunos casos ha generado incluso nuevas técnicas (Phillips *et al.* 1995). Rallo *et al.* (2002), mencionan que la gran mayoría de los marcadores moleculares del ADN, de uso actual, se basan en la técnica del PCR.

En cultivos se desarrollaron y aplicaron marcadores, dominantes y codominantes, como los RAPD, AFLP (van Eck *et al.* 1995), SSR (Milbourne *et al.* 1998, Ritter *et al.*, 2009), ISTR, ISSR, SCAR y CAP (Oberhagemann *et al.* 1999). Entre las aplicaciones más importantes de estos marcadores figuran la identificación y la determinación de la pureza varietal (Görg *et al.* 1992) así como el análisis de la biodiversidad y estudios filogenéticos por ejemplo en el género *Solanum* (Debener *et al.* 1990).

Se pueden distinguir marcadores dominantes y codominantes. Esto implica que los marcadores dominantes pueden ser específicos para un parental o comunes a ambos parentales, segregando 1:1 y 3:1 respectivamente en una progenie. En todos los casos existen alelos nulos (ausencia del marcador dominante) que representan los otros alelos desconocidos en una progenie (Ritter *et al.*, 2008a).

Los marcadores codominantes revelan cada uno de los diferentes alelos de un locus conocido hasta diferente. A estos pertenecen generalmente los SSRs, ESTs y TDFs (van Eck *et al.*, 1995). Ellos también sirven para alinear los mapas genéticos individuales de cada parental y producir un mapa integrado (Ritter *et al.* 2008a).

Por otra parte, hay marcadores indirectos y directos. Los marcadores indirectos son aquellos que determinan la distancia entre el marcador y un gen de interés. En cambio, los marcadores directos permiten la identificación directa de los alelos de un gen de interés y se pueden aplicar independientes del entorno genético (Oberhagemann *et al.* 1999).

De particular interés son aquellos marcadores que mapean en diferentes entornos genéticos a la misma posición genómica, ya que permiten por ejemplo alinear mapas de diferentes entornos genéticos. Obviamente tienen que ser “single copy” para evitar confusiones. Entre ellos figuran generalmente copias simples de SSRs, TDFs, EST y COS (Oberhagemann *et al.* 1999).

## **Materiales y métodos**

Para lograr la sistematización del presente artículo de revisión científica se hizo una exhaustiva y cuidadosa búsqueda de literatura científica en internet disponible en revista científicas de impacto mundial, regional y nacional. Se consultaron y analizaron artículos científicos, que abordan los métodos basados en biología molecular (marcadores genéticos, tecnología CRISPR y citogenética molecular), disponibles en bases de datos (Google académico, Dialnet, Redalyc, SciELO, REDIB, DOAJ, Latindex, etc.)

## **Resultados y discusión**

### **Tipos de marcadores moleculares**

#### *Isoenzimas*

Las isoenzimas, o aloenzimas, son las proteínas más ampliamente usadas como marcadores moleculares y éstas fueron los primeros marcadores moleculares usados en genética de plantas (Tanksley *et al.*, 1981). Su análisis se realiza extrayendo la enzima de los tejidos de la planta, tras lo cual, las variantes son separadas con electroforesis y visualizadas mediante la tinción del gel con colorantes específicos (Powell, 1992).

#### *Marcadores de ADN*

Otro grupo de marcadores son los marcadores de ADN. Según Karp *et al.* (1997) dentro de este grupo se incluyen tres categorías básicas. Categoría 1: métodos que no se basan en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Por ejemplo, RFLP y número variable de repeticiones en tandem (VNTRs). Categoría 2: técnicas que utilizan iniciadores (“primer”) arbitrarios o semiarbitrarios. Por ejemplo, iniciadores PCR múltiples arbitrarios (MAAP), RAPD, RAMPO. Categoría 3: PCR con sitio “objetivo específico”. Por ejemplo, SSR,

Inter secuencias simples repetidas (ISSR). Las categorías 2 y 3 son marcadores basados en la PCR (Azofeifa-Delgado, 2006). Ejemplos de marcadores desarrollados en cultivos de importancia en la zona de Sur de Manabí se detallan en la Tabla 22.

**Tabla 22.**

*Resumen de las principales características de los marcadores: Isoenzimas, RFLP, RAPD, AFLP y SSR.*

Autor	Especie	Objetivo	Técnicas	Resultados
Crouch et al. (2000)	Musa spp.	Analizar de diversidad genética. Comparación de la clasificación tradicional respecto de la mediada por marcadores RAPDs.	RAPD	Determinaron una buena correlación ( $R^2=0,78$ ) entre los estimados de diversidad genética basados en 76 y 164 bandas RAPDs, pero la correlación fue pobre entre estos y los índices fenotípicos basados en caracteres agronómicos.
Fauré et al. (1993)	Musa spp.	Construir el mapa de ligamiento.	RFLP, RAPD, Isoenzimas	Desarrollo parcial del mapa. Se detectaron un total de 90 loci, de los cuales 77 se colocaron en 15 grupos de ligamiento y 13 segregaron independientemente.
Ge et al. (2005)	Musa spp.	Analizar de la estructura poblacional.	SSR, RFLP	Determinaron las relaciones genéticas entre los materiales.
Crouzillat et al. (2000)	Theobroma cacao	Desarrollo de marcadores relacionados a resistencia de enfermedades.	RFLP, RAPD y AFLP	Desarrollo de mapa genético
Dias et al. (2003)	Theobroma cacao	Determinar la distancia genética entre materiales	RAPD	Utilizaron 130 marcadores RAPD y datos de producción. Los autores sugieren que con ambos elementos se pueden elegir los mejores individuos para realizar los cruces.
Kaemmer et al. (1997)	Musa spp.	Valorar el uso de la tecnología del Polimorfismo de Marcadores de Secuencias Específicas Vecinas a Microsatélites (STMS).	SSR, PCR	Idoneidad de los SSR para estudios de genética en Musáceas.

Hemanth et al. (2001)	Mangifera indica	Analizar la diversidad genética en plantación comercial.	RAPD	La técnica permitió la discriminación entre los genotipos estudiados. Se recalca la utilidad de los marcadores empleados para fines de fitomejoramiento y manejo del germoplasma de la plantación
Honsho et al. (2005)	Mangifera indica	Aislar y caracterizar microsatélites	SSR	Aislaron seis microsatélites marcadores de loci con sus respectivos juegos de iniciadores.
Kashkush et al. (2001)	Mangifera indica	Identificar materiales y desarrollar mapa de ligamiento genético.	AFLP	Desarrollo de mapa preliminar de ligamiento, definido por 34 marcadores, el cual consta de 13 grupos de ligamiento.
Krueger y Roose (2003)	Citrus spp.	Desarrollar técnica y marcadores para caracterizar embriones cigótico y nucelares.	ISSR	Caracterización de materiales, mejoría en el manejo y orden de la colección.
Macedo et al. (2002)	Carica papaya	Determinación del sexo en plántulas de tres cultivares comerciales	RAPD	Determinaron que el marcador BC210438 identifica los individuos hermafroditas en todos los cultivares.
Parasnis et al. (1999)	Carica papaya	Identificación del sexo en plántulas	SSR	La prueba (GATA) <sup>4</sup> mostró ser indicativa según el sexo.
Lashermes et al. (1999)	Coffea arabica	utilizar marcadores RFLP para investigar el origen de la especie allotetraploide	RFLP	Fueron identificados las fuentes de los dos genomas combinados en C. arabica.
Hendre et al. (2008), Mahé et al., (2008), González et al. (2009)	Coffea arabica	Desarrollar marcadores microsatélite para diversidad genética y resistencia a la roya (Hemileia vastatrix)	SSR	Se identificaron marcadores para estudios de diversidad genética en café y para resistencia a roya.

**Fuente:** Azofeifa-Delgado (2006)

## Aplicaciones en diversidad y mejora genética

### Mapas genéticos

Para muchas aplicaciones genéticas es necesario localizar el conjunto de marcadores moleculares en el genoma. Para ello sirven los mapas genéticos. El mapa genético se deriva de procesos estadísticos y refleja la estructura física de un genoma con sus correspondientes cromosomas. Los mapas de ligamiento genético se construyen a partir de cruzamientos controlados utilizando marcadores moleculares. En el cultivo de papa se han construido diferentes mapas de ligamiento genético a nivel diploide y tetraploide y en diferentes entornos genéticos. El primer mapa a nivel diploide se basó en marcadores RFLPs (Bonierbale *et al.* 1988), luego el construido por Gebhardt *et al.* (1989). En la actualidad existen muchos mapas genéticos disponibles basados en diferentes marcadores moleculares y se encuentran alineados con otros mapas de papa y tomate mediante sondas comunes.

Cabe destacar que el mapa de SSRs fue descrito por Milbourne *et al.* (1998), que contiene marcadores RFLPs mapeados también en el mapa de papa de la base de datos Gabi (Pomamo) y sondas de tomate. Este mapa pudo ser anclado al mapa de Caromel *et al.* (2003), el cual fue obtenido en una población de *S. tuberosum* x *S. spegazzinii* y mapa de tomate (Tanksley *et al.* 1992). El mapa ultradenso (UHD) de papa por Isidore *et al.* (2004) y van Os *et al.* (2006), que aparte los 10.000 marcadores AFLPs, contiene 40 marcadores RFLPs y SSRs que se utilizaron como marcadores directos. Por otro lado, este mapa está alineado con el mapa de tomate (Tanksley *et al.* 1992) mediante sondas RFLPs y cuenta con 66 marcadores comunes al mapa de papa de Caromel *et al.* (2003). Recientemente, Ritter *et al.* (2008a), han contribuido con un mapa completo de transcriptoma constitutivo expresando genes del genoma de la papa, que se ha construido utilizando cDNA-AFLP. Los TDFs fueron anclados a las cajas del mapa UHD.

### Integración de caracteres cualitativos

La disponibilidad de mapas genéticos permite integrar en los mismos datos fenotípicos que pueden ser causados por un gen (carácter monogénico), por varios e incluso muchos genes.

Los caracteres monogénicos como por ejemplo la resistencia al virus Y de la papa (PVY) se pueden tratar estadísticamente igual que un marcador molecular (presencia vs. ausencia) para su integración en un mapa. Ritter *et al.* (2008) menciona que en los mapas genéticos de la papa se han integrado caracteres cualitativos como resistencia monogénica a PVY ( $Ry_{sto}$ , Brigneti *et*

*al.*, 1997; Ryadg Hämäläinen *et al.* 1997), PVX (*Rx1*, *Rx2*, Ritter *et al.* 1991; *Nb*, De Jong *et al.*, 1997, *Nx<sub>p</sub>*, Tommiska *et al.*, 1998), nematodos (*Gro1*, Barone *et al.*, 1990, *H1*, Gebhardt *et al.*, 1993, *Gpa1*, Kreike *et al.*, 1994, *Gpa2*, Rouppe van der Voort *et al.*, 1997, *Gpa5*, Rouppe van der Voor *et al.*, 2000) y *P. infestans* (*R1*, Leonards-Schippers *et al.*, 1994, *R3*, El-Kharbotly *et al.*, 1994, *R2*, Li *et al.*, 1998, *R6* y *R7*, El-Kharbotly *et al.*, 1996).

### Análisis de QTL

La variación cuantitativa observada para la mayor parte de los caracteres fenotípicos en plantas es causada por genes poligénicos, que frecuentemente interaccionan con el medio ambiente (Vargas *et al.* 2006). La acción colectiva de los loci genéticos en la expresión de un carácter se ha denominado QTL (Geldermann, 1975). Los efectos cuantitativos de los QTLs no se pueden estudiar mediante el análisis mendeliano. Cuando un marcador molecular segrega según un patrón mendeliano y está ligado a un QTL, la posición en el cromosoma del QTL y su contribución fenotípica puede ser estimada (Thoday 1961).

Hasta ahora, hay numerosos modelos estadísticos para el análisis QTL, que determinan la posición y el efecto de cada loci que influye en el carácter cuantitativo (Lander y Botstein, 1989; Knapp *et al.*, 1990; Martínez y Curnow 1992; Jansen y Stam 1994; Zeng 1994).

En cultivos se han desarrollado diferentes análisis para caracteres cuantitativos, así por ejemplo en papa, se consideró la resistencia poligénica a *P. infestans* (Leonards-Schippers *et al.* 1994) y *G. pallida* (Kreike *et al.* 1994, Caromel *et al.* 2003). También, se realizaron otros análisis de QTL considerando los componentes del rendimiento (Schäfer-Pregl *et al.* 1998), la tuberización, la dormancia (van den Berg *et al.* 1996), la forma del tubérculo (van Eck *et al.* 1994) y el contenido de azúcares y almidón (Menéndez *et al.* 2002).

Los análisis de caracteres cuantitativos han revelado que muchos QTL coinciden o están localizados cerca de genes con determinadas propiedades biológicas. En estudios de resistencia a *P. infestans* se ha determinado que la posición de un QTL con efecto importante coincide con la del gen *R1* y con otros genes *Prp*, que están involucrados en reacciones de defensa tras la invasión de patógenos (Leonards-Schippers *et al.* 1994).

### Genotipado de QTA

Independiente del modelo particular del análisis de QTL, la estrategia clásica para la detección de genes que influyen en un carácter cuantitativo consiste en: a) establecer progenies apropiadas a partir de cruzamientos, b)

la construcción de mapas genéticos basados en marcadores moleculares en estas progenies y c) en la realización de un análisis estadístico de QTLs (Leonards-Schippers *et al.* 1994).

Esta estrategia representa una tarea laboriosa sobre todo si se quiere procesar varias progenies a su vez. Con el fin de ahorrar trabajo para el análisis de QTLs en diferentes progenies se podrían analizar únicamente aquellas posiciones genómicas de QTLs para resistencia a *P. infestans* que se hayan publicado previamente. Para ello los SSRs son marcadores ideales, ya que son altamente polimórficos, muestran una herencia codominante y sobre todo mapean en diferentes entornos genéticos a posiciones genómicas idénticas. En el caso de la papa ya existe un mapa denso de SSRs que cubre todo el genoma (Milbourne *et al.* 1998). Esto permite determinar los QTLs y sus posiciones genómicas en los diferentes parentales de las progenies, así como obtener directamente marcadores (aquí alelos de SSRs) para la selección asistida en los programas de mejora genética.

La estrategia que denominamos QTA genotyping (Quantitative trait allele genotyping) se ha empleado en el trabajo realizado por Ritter *et al.* (2009) utilizando varias progenies con diferentes parentales como fuentes de resistencia a *P. infestans* (entornos genéticos diferentes).

### Identificación e integración de genes candidato

Tradicionalmente, los marcadores empleados para el mapeo de ligamiento y análisis de QTL fueron marcadores neutrales e identificaban DNA genómico en general. Pueden estar más o menos vinculados a un alelo de QTL y su configuración depende de los antecedentes genéticos particulares. Por lo tanto, sería conveniente para detectar directamente los genes que influyen en un carácter de interés para analizar y comparar los efectos de sus diferentes alelos. Estos tipos de marcadores podrían ser aplicados directamente en la selección asistida por marcadores moleculares con ayuda de la selección, independiente de los antecedentes genéticos y son útiles para establecer mapas funcionales.

Los genes candidato, son los genes conocidos o sospechosos de tener un papel funcional en la expresión fenotípica de un rasgo que co-localiza con QTL para el mismo carácter (Pflieger *et al.*, 2001). A este tipo de marcadores pertenecen los CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence, **Secuencia polimórfica amplificada y cortada**) descritos por Konieczny y Ausbel (1993). Los fragmentos amplificados se someten a una restricción enzimática y se migra en un gel de agarosa, para detectar polimorfismo, después de una am-

plificación de PCR (Nuez y Carrillo 2000). Las variaciones se detectan por presencia o ausencia de sitios de restricción. Se pueden así localizar cambios finos en una zona específica. Se trata de un marcador ampliamente utilizado, sobre todo tras la conversión de otros tipos de marcadores en marcadores de PCR.

Bormann *et al.* (2004) evaluaron marcadores basados en DNA que se sabe están vinculadas a loci de resistencia del patógeno en dos familias tetraploides de papa. En el CIP, Kreuze *et al.* (2006, no publicado) evaluó en la población PCC1 algunos de estos genes candidatos que fueron objeto en el cromosoma XI y encontró alta asociación con la resistencia a *P. infestans*. Además, Manosalva *et al.* (2000) evaluaron los marcadores correspondientes a la planta de genes de defensa a través de la vinculación con el desequilibrio cuantitativo de resistencia a *P. infestans* en una población diploide y tetraploide mapeadas. Algunos de estos genes resultaron estar asociados con QTLs y basado en PCR marcadores de osmotina y genes STH para PCR, mostró una asociación significativa con la resistencia. Kreuze *et al.* (2006, no publicado), diseño primers utilizando secuencias de BAC- finales sobre la base de secuencias del marcador NL27 (Marczewski *et al.* 2001) y ambos se relacionaron con resistencia a *P. infestans* en la población PCC1.

Trujillo (2004), reportó cuatro marcadores provenientes de AFLPs, ligados a QTL de *tbr* en el cromosoma XII. Estos fueron convertidos en marcadores de secuencia específica para facilitar su detección en poblaciones segregantes.

Otros genes candidatos desarrollados se obtuvieron a través de análisis transcripcional utilizando microarrays de cDNA y la mayoría está relacionada con el metabolismo, defensa de la planta, señalización y regulación de la transcripción, envueltos todos con el proceso de defensa de las plantas como respuesta a patógenos. Así, por ejemplo, Hernández *et al.* (2008) utilizó cDNA-AFLP diferenciales para detectar cDNAs que se expresan en forma diferencial después de una inoculación con *P. infestans* y posteriormente se ha analizado su significado biológico. Además, realizaron un ensayo de microarrays para detectar genes de respuesta o de resistencia a la infección de *P. infestans*, diseñando cebadores de los genes candidatos (nuevos o ya conocidos), con el propósito de integrarlos en el mapa de referencia de la especie. De estos estudios obtuvieron polimorfismos segregantes en el caso de BS2 (TC148920). Este cDNA pudo ser mapeado en un mapa de referencia de papa en el cromosoma XI. Se observó que este cDNA, esta co-localizado con el QTL Pi-11b.

Tras el diseño de cabadores apropiados basados en sus secuencias estos genes candidatos se dejan también integrar en un mapa genético si se obtienen productos de amplificación segregantes. Estos se pueden utilizar igual que los otros marcadores para el mapeo. Si están asociados a un particular QTL conocido, entonces puede representar un gen candidato potencial para este carácter.

### **Mapas funcionales**

Es conveniente unir toda la información con respecto a marcadores de DNA, mapas genéticos, caracteres cualitativos, QTLs, genes y otra información en un único "mapa funcional consensuado" (Gebhardt *et al.* 1999). El volumen de datos que generan los proyectos genómicos es enorme y es necesario presentar los datos combinados e interpretados a cualquier usuario con el fin de obtener sinergia y colaboración complementaria entre diferentes grupos de investigación. Para maximizar la difusión de resultados y estimular la explotación de los recursos generados es necesario establecer una base de datos en Internet con amplias opciones de búsqueda.

### **Conclusiones**

Los marcadores moleculares se usan ampliamente en la identificación de cultivares y especies, en el establecimiento de relaciones evolutivas entre diferentes grupos de plantas, en la evaluación de la variabilidad genética entre poblaciones, en la integración de los caracteres cualitativos y moleculares, en el análisis de QTLs, y QTAs, en la identificación e integración de genes candidato, en la elaboración de mapas funcionales, mapeo genético y la selección asistida por marcadores moleculares.

## Referencias bibliográficas

- Azofeifa-Delgado, A. (2006). Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales de trópico. *Agronomía mesoamericana*, 17(2), 221-242. 2006. [https://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v17n02\\_221.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n02_221.pdf)
- Barone, A., Ritter, E., Schachtschabel, U., Debener, T., Salamini, F., & Gebhardt, C. (1990). Localization by restriction fragment length polymorphism mapping in potato of a mayor dominant gene conferring resistance to the potato cyst nematodo *Globodera rostochiensis*. *Mol Gen Genet* 224, 177-182. doi: 10.1007/BF00271550.
- Bonierbale, M., Plaisted, R.L., & Tanksley, S.D. (1988). RFLP maps based on a common set of clones reveal modes of chromosomal evolution in potato and tomato. *Genetics* 120, 1095-1103. DOI: [10.1007/s00122-005-2028-2](https://doi.org/10.1007/s00122-005-2028-2)
- Bormann, C., Rickert, A., Castillo-Ruiz, R., Paal, J., Lübeck, J., Strahwald, J., Buhr, K., & Gebhardt C. (2004). Tagging Quantitative Trait Loci for Maturity-Corrected Late Blight Resistance in Tetraploid Potato with PCR-Based Candidate Gene Markers. *MPMI*, 17, 1126-1138. doi: 10.1094/MPMI.2004.17.10.1126.
- Brigneti, G., García-Mas, J., & Baulcombe, D.C. (1997). Molecular mapping of the potato virus Y resistance locus *Rysto* in potato. *Theor Appl Genet*, 94, 198-203.
- Caromel, B., Mugniery, D., Lefebvre, V., Andrzejewski, S., Ellisseche, D., Kerlan, M.C., Rousselle, P., & Rousselle-Bourgeois, F. (2003). Mapping QTLs for resistance against *Globodera pallida* (Stone) Pa2/3 in a diploid potato progeny originating from *Solanum spegazzinii*. *Theor Appl Genet*, 106, 1517-1523. doi: 10.1007/s00122-003-1211-6
- De Jong, W., Forsyth, A., Leister, D., Gebhardt, C., & Baulcombe D.C. (1997). A potato hypersensitive resistance gene against potato virus X maps to a resistance gene cluster on chromosome 5. *Theor Appl Genet* 95, 246-252. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050555>
- Debener, T., Salamini, F., & Gebhardt C. (1990). Phylogeny of wild and cultivated *Solanum* species based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). *Theor Appl Genet* 79, 360-368. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01186080>

- El-Kharbotly, A., Leonards-Schippers, C., Huigen, D.J., Jacobsen, E., Pereira, A., Stiekema, W.J., Salamini, F., & Gebhardt C. (1994). Segregation analysis and RFLP mapping of the *R1* and *R3* alleles conferring race-specific resistance to *Phytophthora infestans* in progeny of dihaploid potato parents. *Mol Gen Genet*, **242**, 749-754. doi: 10.1007/BF00283432.
- El-Kharbotly, A.C., Palomino-Sánchez, & Salamini, F. (1996). *R6* and *R7* alleles of potato conferring race-specific resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary identified genetic loci clustering with the *R3* locus on chromosome XI. *Theor Appl Genet*, **92**, 880-884. <https://research.wur.nl/en/publications/r6-and-r7-alleles-of-potato-race-specific-resistance-to-phytophth>
- Gabriel, J. (2009). Aplicación de marcadores moleculares para el cribado de QTLs en diferentes fuentes de resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa. [Tesis doctoral, Universidad Publica de Navarra, Pamplona, España]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=146179>
- Gebhardt, C., Mugniery, D., Ritter, E., Salamini, F., & Bonnel, E. (1993). Identification of RFLP markers closely linked to the *H1* gene conferring resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *Theor Appl Genet*, **85**, 541-544. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00220911>
- Gebhardt, C., Ritter, E., Debener, T., Schachtschabel, U., Walkemeier, B., Uhrig, H., & Salamini, F. (1989). RFLP analysis and linkage mapping in *Solanum tuberosum*. *Theor App Genet*, **78**, 65- 75. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-9815-6\\_18](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-9815-6_18)
- Gebhardt, C., Schäfer-Pregl, R., Oberhagemann, P., Chen, X., Chalot-Balandras, C., Ritter, E., Concilio, L., Bonnel, E., Hesselbach, J., & Salamini F. (1999). Function Maps of potato. EBPN, Proceedings of Phytosphere 99.
- Geldermann, H. (1975). Investigations on inheritance of quantitative characters in animals by gene markers. I. Methods. *Theor Appl Genet*, **46**, 319-330. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00281673>
- Görg, R., Schachtschabel, U., Ritter, E., Salamini, F. & Gebhardt, C. (1992). Discrimination among 136 Tetraploid potato varieties by fingerprints using highly polymorphic DNA markers. *Crop Science*, **32**, 815-819. <https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200030048x>

- Hämäläinen, J.H., Watanabe, K.N., Valkonen, A., Plaisted, R.L., Pehu, E., Miller, L., & Slack, S.A. (1997). Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. *Theor Appl Genet*, **94**, 192-197. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050399>
- Hernández, M., Ruiz de Galarreta, J.I., & Ritter, E. (2008). Detección de genes candidato de resistencia a *Phytophthora infestans*, mediante técnicas de expresión diferencial; cDNA-AFLP y microarrays. Páginas 115-119 in E. Ritter y JI Ruiz de Galarreta (eds): Avances en ciencia y desarrollo de la patata para una agricultura sostenible. III Congreso Iberoamericano Patata 2008. 5 al 10 de octubre, Vitoria-Gasteiz, Euskadi, España.
- Jansen, R.C., & Stam, P. (1994). High resolution of quantitative traits into multiple loci via interval mapping. *Genetics*, **136**, 1447-1455. doi: 10.1093/genetics/136.4.1447.
- Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K., Ayad, W., & Hodkin, T. (1997). Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Roma Italia. 47p.
- Knapp, S.J., Bridges, W.C., & Birkes, D. (1990). Mapping quantitative trait loci using molecular marker linkage maps. *Theoretical and Applied Genetics*, **79**, 583-592. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00226869>
- Konieczny, A. & Ausbel, F.M. (1993). A procedure for mapping Arabidopsis mutation using co-dominant ecotype-specific PCR-based markers *Plant J.*, **4**, 403-410. doi: 10.1046/j.1365-313x.1993.04020403.x.
- Kreike, C.M., de Koning, J.R.A., Vinke, J.H., van Oijen, J.W.; & Stiekema, W.J. (1994). Quantitatively inherited resistance to *Globodera pallida* is dominated by one mayor locus in *Solanum spegazzinii*. *Theor Appl Genet*, **88**, 764-769. doi: 10.1007/BF01253983.
- Lander, E.S., & Botstein D. (1989). Mapping mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. *Genetics* **121**: 185-199. Lander ES and Botstein D. 1989. Mapping mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. *Genetics*, **121**, 185-199. doi: 10.1093/genetics/121.1.185.
- Leonards-Schippers, C., Gieffers, W., Schäfer-Pregl, R., Ritter, E., Knapp, S.J., Salamini, F., & Gebhardt C. (1994). Quantitative resistance to *Phytophthora infestans* in potato: a case study for QTL mapping in an allogamous plant species. *Genetics*, **137**, 67-77. doi: 10.1093/genetics/137.1.67.

- Li, X., van Eck, H.J., Rouppe van der Voort, J.N.A.M., Huigen, D.J., Stam, P., & Jacobsen, E. (1998). Autotetraploids and genetic mapping using common AFLP markers: the *R2* allele conferring resistance to *Phytophthora infestans* mapped on potato chromosome 4. *Theor Appl Genet*, **96**, 1121-1128. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050847>
- Manosalva, P., Torres, S., Trognitz, F., Gysin, R., Niño-Liu, D., Simon, R., Herrera, M., Pérez, W., Landeo, J., Trognitz, B., Ghislain, M., & Nelson, R. (2001). Plant defense genes associated with quantitative resistance to potato late blight. Pages 27-38 in *Scientist and Farmer: Partners in Research for the 21st Century*. International Potato Center, Program Report 1999-2000. International Potato Center, Lima, Peru.
- Marczewski, W., Flis, B., Syller, J., Schafer-Pregl, R., & Gebhardt, C. (2001). A major quantitative trait locus for resistance to Potato leafroll virus is located in a resistance hotspot on potato chromosome XI and is tightly linked to N-gene-like markers. *Mol. Plant-Microbe Interact*. **14**, 420-425. doi: 10.1094/MPMI.2001.14.12.1420.
- Martinez, O., & Curnow, R.N. (1992). Estimating the locations and the sizes of the effects of quantitative trait loci using flanking mapping. *Heredity*, **73**, 198-206. DOI: [10.1007/BF00222330](https://doi.org/10.1007/BF00222330)
- Menendez, C.M., Ritter, E., Schäfer-Pregl, R., Walkemeier, B., Kalde, A., Salamini, F., & Gebhardt, C. (2002). Cold Sweetening in Diploid Potato: Mapping Quantitative Trait Loci and Candidate Genes. *Genetics*, **162**, 1423-1434. doi: 10.1093/genetics/162.3.1423.
- Milbourne, D.R.C., Meyer, A.J., Collins, L.D., Ramsay, C. Gebhardt, C., & Waugh, R. (1998). Isolation, characterisation and mapping of simple sequence repeat loci in potato. *Mol Gen Genet*, **259**, 233-245. doi: 10.1007/s004380050809.
- Nuez, F., & Carrillo J.M. (eds). 2000. Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 579 p.
- Oberhagemann, P., Chalot-Balandras, C., Bonnel, E., Schäfer-Pregl, R., Wegener, D., Palomino, C., Salamini, F., & Gebhardt, C. (1999). A genetic analysis of quantitative resistance to late blight in potato: Towards marker assisted selection. *Mol Breeding*, **5**, 399-415. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-b4686223-451d-3576-896c-df-1552c8c742>

- Pflieger, S., Lefebvre, V., & Causse, M. (2001). The candidate gene approach in plant genetics: A review. *Mol. Breed.*, *7*, 275-291. DOI: [10.1023/A:1011605013259](https://doi.org/10.1023/A:1011605013259)
- Phillips, W., Rodríguez, H., & Fritz, P. (1995). Marcadores de ADN: Teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo con ejemplos de investigaciones en cacao (*Theobroma cacao*). Serie técnica. Informe técnico # 252. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 183 p.
- Powell, W. (1992). Plant genomes, gene markers, and linkage maps. *In*: Moss, J. P. ed. Biotechnology and crop improvement in Asia. Patancheru, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 297-322.
- Rallo, P., Belaj, A., De la Rosa, R., & Trujillo, I. (2002). Marcadores moleculares (en línea). Córdoba, España. [http://www.extremadura21.com/caudal/hemeroteca/mayo-junio\\_2000/almazara/almazara1.htm](http://www.extremadura21.com/caudal/hemeroteca/mayo-junio_2000/almazara/almazara1.htm)
- Ritter, E., Debener, T., Barone, A., Salamini, F., & Gebhardt C. (1991). RFLP mapping on potato chromosomes of two genes controlling extreme resistance to potato virus X (PVX). *Mol Gen Genet*, *227*, 81-85. doi: 10.1007/BF00260710.
- Ritter, E., Ruiz de Galarreta, J.I., van Eck, H.J., Sánchez, I. (2008). Construction of a potato transcriptome map based on the cDNA-AFLP technique. *Theor. Appl. Genet.* *116*(7), 1003-13. doi: 10.1007/s00122-008-0731-5.
- Ritter, E., Ruiz de Galarreta, J., Hernández, M., Plata, G., Barandalla, L., López, L., Sanchez, I., y Gabriel, J. (2009). Utilization of SSR and cDNA markers for screening known QTLs for late blight (*Phytophthora infestans*) resistance in potato. *Euphytica*, *170*, 77-86. DOI 10.1007/s10681-009-9986-4
- Roupe van der Voort, J., van der Vossen, E., Bakker, E., Overmars, H., van Zandvoort, P., Hutten, R., Klein Lankhorst, R., Bakker, J. (2000). Two additive QTLs conferring broad spectrum resistance in potato to *Globodera pallida* are localized on resistance gene clusters. *Theor Appl Genet*, *101*, 1122-30. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220051588>
- Roupe van der Voort, J., Wolters, P., Folkertsma, R., Hutten, R., van Zandvoort, P., Vinke, H., Kanyuka, K., Bendahmane, A., Jacobsen, E., Jansen, R., & Bakker, J. (1997). Mapping of the cyst nematode resistance locus *Gpa2* using a strategy based on comigrating AFLP markers. *Theor Appl Genet*, *95*, 874-880. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050638>

- Saiki, R. K., Scharf, S., Fallona, F., Mullis, K.B., Horn, G.T., Erlich, H.A., & Arnheim, N. (1985). Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site análisis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* **230**, 1350-1354. doi: 10.1126/science.2999980.
- Schäfer-Pregl, R., Ritter, E., Concilio, L., Hesselbach, J., Lovatti, L., Walkemeier, B., Thelen, H., Salamini, F., & Gebhardt C. (1998). Analysis of quantitative trait loci (QTLs) and quantitative trait alleles (QTAs) for tuber yield and starch content. *Theor Appl Genet*, **97**, 834-846. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050963>
- Tanskley, S., Medina-Filho, H., & Rick, C. (1981). The effect of isozyme selection on metric characters in an interspecific backcross of tomato basis of an early screening procedure. *Theoretical and Applied Genetics* **60**, 291-6. doi: 10.1007/BF00263721.
- Thoday, J.M. (1961). Location of polygenes. *Nature*, **191**, 368-370. <https://www.nature.com/articles/191368a0>
- Tommiska, T.J., Hämäläinen, J.H., Watanabe, K.N., & Valkonen, J.P.T. (1998). Mapping of the gene *Nxphu* that controls hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum phureja* IVP35. *Theor Appl Genet*, **96**, 840-843. <https://link.springer.com/article/10.1007/s001220050810>
- Trujillo, G. (2004). Desarrollo de Marcadores SCAR Y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la Resistencia al Tizón Tardío de la Papa. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Genética. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Valadez – Moctezuma, E., & Kahl, G. (2005). Huellas de ADN en genomas de plantas. Mundi-Prensa, México, S.A. de C.V. Universidad Autónoma de Chapingo. 147 p.
- Van den Berg, J.H., Ewing, E., Plaisted, R.L., McMurry, S., Bonierbale, M. (1996). QTL analysis of potato tuber dormancy. *Theor Appl Genet*, **93**, 317-324. doi: 10.1007/BF00223171.
- Van Eck H.J., Jacobs, J.M.E., Stam, P., Ton, J., Stiekema, W.J., & Jacobsen E. (1994). Multiple alleles for tuber shape in diploid potato detected by qualitative and quantitative genetic analysis using RFLPs. *Genetics*, **137**, 303-309. doi: 10.1093/genetics/137.1.303.

- Van Eck, H.J., Rouppe van der Voort, J., Draaistra, J., van Zandvoort, P., van Enckevort, E., Segers, B., Peleman, J., Jacobsen, S., Helder, J. & Bakker J. (1995). The inheritance and chromosomal location of AFLP markers in a non-inbred potato offspring. *Mol Breeding*, **1**, 397-410. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01248417>
- Vargas, M., van Eeuwijk, F.A., Crossa, J., & Ribaut, J.M. (2006). Mapping QTLs and QTL x environment interaction for CIMMYT maize drought stress program using factorial regression and partial least squares methods. *Theor Appl Genet*, **112**(6), 1009-1023. doi: 10.1007/s00122-005-0204-z.
- Zeng, Z.B. (1994). Precision mapping of quantitative trait loci. *Genetics*, **136**, 1457-1468. doi: 10.1093/genetics/136.4.1457.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 7

Incidencia de brucelosis (*Brucellas melitensis*) en cabras en edad reproductiva de la parroquia Membrillal del cantón Jipijapa.

**AUTORES:** Richard Cornejo Cornejo; Grace Rodríguez Nava; Tomás Fuentes Figueroa; Wilfrido Del Valle Holguín



**SABEREC 5.0**

## **Incidencia de brucelosis (*Brucellas melitensis*) en cabras en edad reproductiva de la parroquia Membrillal del cantón Jipijapa.**

*Incidence of brucellosis (*Brucellas melitensis*) in reproductive-age goats in the Membrillal parish of the Jipijapa canton.*

### **Resumen**

La investigación tuvo como objetivo principal Determinar la incidencia de brucelosis (*Brucellas melitensis*) en cabras en edad reproductiva en la parroquia Membrillal del cantón Jipijapa; en comunidades como Pueblo Nuevo, San Vicente y Membrillal con la finalidad de conocer si es la causa principal de abortos y bajo nivel de reproductividad en los hatos caprinos, se tomó como muestra a 101 cabras, de 9 hatos, las muestras fueron tomadas de la zona del cuello específicamente de la vena yugular; las muestras tomadas fueron analizadas mediante la prueba Rosa de Bengala; los resultados muestran que la incidencia de *Brucella melitensis* encontrada en la zona fue del 4%, la comunidad mayormente afectada es Pueblo Nuevo con una incidencia del 4% es decir el 100% de los casos positivos fueron de esta comunidad, el rango de edad en meses con mayor nivel de contagio fueron en animales de entre 19 a 24 meses en edad reproductiva con 50% de casos; en donde la raza criolla presento mayores contagio, lo cual es un dato muy interesante, ya que se convierte en una importante herramienta informativa, además más del 50% de los encuestados respondieron que sus animales han presentado algún signo relacionado con la enfermedad el mayor signo presente es el aborto, pero como se puede observar en la investigación el nivel de incidencia es muy bajo; se concluye que el índice de prevalencia de *Brucella melitensis* es de 4%, este resultado es el reflejo de un déficit en el esquema de vacunación puesto que el 100% de la muestra caprina no han sido vacunada.

**Palabras claves:** *Brucella melitensis*, brucelosis, cabras, prueba, Rosa de Bengala,

### **Abstract**

The main objective of the research was to determine the incidence of brucellosis (*Brucellasmelitensis*) in goats of reproductive age in the Membrillal downtown of the Jipijapa; in communities such as Pueblo Nuevo, San Vicente and Membrillal with the purpose of knowing if it was the main cause of abortions and low level of reproduction in goat herds, 101 goats from 9 herds were taken as a sample, the samples were taken from the area of the neck specifically the jugular vein; The samples taken were analyzed using the Rose Bengal test.

The results show that the incidence of *Brucella melitensis* found in the area was 4%, the most affected community is Pueblo Nuevo with an incidence of 4%, that is, 100% of the positive cases were from this community, the age range in months with the highest level of contagion were in animals between 19 and 24 months of reproductive age with 50% of cases; where the Creole breed presented greater contagion, which is a very interesting fact, since it becomes an important informative tool, in addition, more than 50% of those surveyed responded that their animals have presented some sign related to the disease, it is concluded that the prevalence rate of *Brucella melitensis* is 4%, this result is the reflection of a deficit in the vaccination schedule since 100% of the goat sample have not been vaccinated.

**keywords:** brucellosis, test, Rose Bengal, goat, *Brucella melitensis*

### Introducción

Un estudio microbiológico realizado a 240 cabras en Ecuador en 2016 se encontró bacterias *Brucella* en muestras de tejido y leche cruda de cabras destinadas al consumo humano en un matadero de Quito de las cuales el 8.3% dieron positivas; se recolectaron muestras de caprinos de ocho provincias andinas. Además, en las provincias con mayor incidencia en brucelosis con muestras de carne y leche de cabras de las provincias de Cotopaxi (7,4%), Tungurahua (8,9%) y Loja (31,7%) se encontraron tres especies bacterianas: *Brucella abortus*, *melitensis* y *suis* (Orbe,2016).

El contagio por brucelosis en ovejas y cabras (con excepción de la infección por *B. ovis*) es causada predominantemente por *B. melitensis*. Se han observado infecciones esporádicas por *B. abortus* o *B. suis* en ovejas y cabras, pero estos casos son extremadamente raros. Infección por brucelosis en ovinos y caprinos, aunque algunos países se consideran libres de este patógeno. Los datos actualizados se proporcionan a través de la interfaz OIE WAHIS. Patológica y epidemiológicamente, la infección por *B. melitensis* en ovejas y cabras es muy similar; En la mayoría de los casos, las principales vías de transmisión de *Brucella* son la placenta, los fluidos fetales y las secreciones vaginales, que son liberadas por ovejas y cabras infectadas durante el aborto o varios meses después. Aborto o parto. El aislamiento de *Brucella* también ocurre comúnmente en las secreciones de la ubre y el semen, y *Brucella* se puede aislar de una variedad de tejidos como los ganglios linfáticos de la cabeza, el bazo y los órganos reproductivos (útero, epidídimo y testículos), así como de lesiones artríticas (OIE, 2022).

La información brindada por Martínez et al. (2022), nos dice que la *Brucella melitensis* es la principal causa de brucelosis en cabras. Esta especie es endémica de la región mediterránea y según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). De esta manera el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (2011), menciona que la brucelosis ovina y caprina causada por la bacteria *Brucella melitensis*, provoca abortos en los pequeños rumiantes, con pérdidas económicas considerables. Esta infección causa pérdidas significativas debido a la disminución de la productividad y las pérdidas comerciales en muchos países en desarrollo. La principal causa de la brucelosis caprina y ovina es *B. melitensis* (biovariedades 1, 2 y 3). La enfermedad se caracteriza por aborto, retención placentaria, orquitis, epididimitis y, en ocasiones muy infrecuentes, artritis, con excreción de los microorganismos en las secreciones uterinas y en la leche. *B. melitensis* es muy patógena para el hombre y causa la fiebre de Malta, una de las zoonosis más graves del mundo.

Muñoz Barre (2015, p. 24-31); en su investigación menciona que en la provincia de Manabí se muestrearon 300 animales adultos de hatos que pertenecen a los tres cantones, Puerto López, Sucre y Bolívar. Se halló que la mayor prevalencia se la encontró en el Cantón Puerto López. La técnica para el diagnóstico utilizada para determinar la prevalencia de brucelosis caprina fue la prueba cualitativa de 27 aglutinación de Rosa de Bengala, la cual presenta la ventaja de ser una prueba simple y es realizada donde se desconoce el estado de la infección.

La capricultura es una actividad que por lo general se realiza en comunidades rurales con pocos recursos económicos. En la provincia de Manabí los casos de brucelosis animal y humana siempre han estado presentes en la zona de influencia de esas demarcaciones, es necesario determinar la prevalencia, los signos de riesgo debido a su presencia, y como se distribuye en las diferentes comunidades y unidades de producción (Muñoz Barre, 2015, p. 3).

La brucelosis bovina se diagnostica a través de pruebas serológicas como la Rosa de Bengala y el Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a Enzimas (ELISA). En la parroquia Membrillar existen pocas investigaciones referentes a la prevalencia de brucelosis caprina. Por esta razón se busca realizar un estudio más profundo sobre este tema en la parroquia Membrillar del cantón Jipijapa.

## **Materiales y metodos**

La parroquia Membrillar está situada en el Cantón Jipijapa, Provincia de Manabí, Ecuador, en las coordenadas geográficas son 1° 15' 0" Sur, 80° 37' 0"

Oeste. De acuerdo con la División Política de la provincia de Manabí. La parroquia de Membrillal limita al: Norte con el cantón Montecristi, al Sur con el cantón Jipijapa y Parroquia Puerto Cayo, al Este con el cantón Jipijapa y al Oeste con la parroquia Puerto Cayo. (Secretaría Nacional de Planificación, 2019).

### **Figura 18.**

*Ubicación geográfica de la parroquia de Membrillal.*



### **Tipo de investigación**

Se aplicó una investigación de tipo descriptiva y de laboratorio, clasificada dentro de la metodología no experimental, de tinte mixto, en el que se analizan variables de tipo cualitativo y cuantitativas, el estudio implica una relación entre variables en marcos naturales, sin que se manipule dichas variables, este tipo de investigación informa en qué medida un cambio en una variable es debido a la modificación experimentada en otra u otras variables

### **Métodos científicos**

Se aplicaron los métodos teóricos "Inductivo- deductivo" y "Análisis-síntesis", y entre los métodos empíricos, se utilizó la observación, la medición, además de la encuesta; la técnica que se utilizó el Cuestionario, como una herramienta estandarizada que utilizamos para recopilar datos en algunos trabajos de campo de investigación cualitativa y cuantitativa, que permite a los científicos sociales realizar esas encuestas.

## **Métodos estadísticos**

Para el análisis de las variables cuantitativas se aplicó el análisis de varianza “ANOVA”, y para el análisis de las variables cualitativas se utilizó Chi-cuadrado, ambos métodos plantean la determinación de diferencias estadísticas entre las comunidades estudiadas.

## **Variables evaluadas**

Caprinos positivos: Los resultados de la lectura del diagnóstico que son positivos presentan grumos de aglutinación que pueden ser grandes o pequeños.

- Caprinos negativos: Los resultados de la lectura del diagnóstico que son negativos presencian ausencia de grumos de aglutinación.

Para la evaluación de las edades más afectadas con brucelosis caprina se clasificaron en grupos según las diferentes edades.

- 8 – 16 meses
- 17– 24 meses
- 25 – 36 meses
- 36 meses en adelante

Para determinar los principales signos reproductivos en hembras caprinas de la parroquia Membrillar, Jipijapa se realizó mediante encuesta si se realizaron las siguientes preguntas:

- Signos
- Edad
- Raza
- Destino de los animales

## **Resultados y discusión**

Para el análisis de los datos cuantitativos se efectuó el respectivo análisis de distribución de datos y de la varianza, resultandos normales y de varianza homogénea, y de esta manera se justificó la aplicación del método estadístico planteado en la metodología.

Objetivo 1. – Identificar la tasa de incidencia de brucelosis en ganado caprino mediante test de Rosa de Bengala (RBT).

**Tabla 23.**

*Resultados y porcentajes en el estudio epidemiológico de la brucelosis caprina (brucella melitensis) en la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa.*

Productores	Caprinos muestreados	Casos positivos	Casos negativos	% de Prevalencia	p-valor
1	12	0	12	0	<0.0001
2	25	1	24	1	
3	7	1	6	1	
4	9	0	9	0	
5	7	0	7	0	
6	8	0	8	0	
7	23	2	21	2	
8	4	0	4	0	
9	6	0	6	0	
Total	101	4(4%)	97(96%)	4	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En la Tabla 23 se muestra el nivel de incidencia que existe de Brucelosis caprina en la que 4 animales resultaron positivos en la parroquia Membrillal de 101 muestras que se tomaron y se puede sugerir que la posible subestimación de la prevalencia dado el tipo de prueba empleada, como los anticuerpos inducidos por Rev.1 no pueden distinguirse de los inducidos por la cepa salvaje, las pruebas serológicas de la brucelosis deben interpretarse en función del estado de vacunación del rebaño.

Se realizó un análisis de 101 animales muestreados, todas hembras que pertenecen a nueve productores de la zona. Se encontró que la mayor incidencia de brucelosis en el productor número 7, la prueba para el diagnóstico que se empleó fue el test cualitativo de aglutinamiento de Rosa de Bengala.

**Tabla 24.**

*Análisis de frecuencia de brucelosis en las comunidades de Membrillal.*

Comunidad de Membrillal Ganado caprino									
Comunidades	Variables	N	Total	%	FA	FR	Chi- C	P-valor	
Membrillal	Positivo	12	0	0%	12	0.11	33.29	<0.0001*	
	Negativo		12	100%					
Pueblo Nuevo	Positivo	79	4	4%	83	0.79	147.95		
	Negativo		75	96%					
San Vicente	Positivo	10	0	0%	10	0.10	155.44		
	Negativo		10	100%					
Total			101						

En la Tabla 24, podemos observar que, en las tres comunidades estudiadas, el 4 % de casos positivos se encuentra en la comunidad Pueblo nuevo, dentro de esta comunidad tuvimos una muestra de 79 animales correspondientes a 6 productores, en donde el 4% fueron positivos a brucelosis y el 96% fue negativo; mientras que en las comunidades de San Vicente y Membrillal el 100% de las muestras tomadas dio negativo a *Brucella Melitensis*.

Objetivo 2. – Evaluar la población caprina de acuerdo a la edad reproductiva mayormente afectada por brucelosis caprina.

**Tabla 25.**

*Resultados y porcentajes en el estudio epidemiológico de la brucelosis caprina (Brucella melitensis) de acuerdo a la edad reproductiva de caprinos en la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa.*

Edad reproductiva (meses)	Total, positivos	% de incidencia	p- valor
0-18	1	25%	<0.0001
19-24	2	50%	
25-36	1	25%	
Total	4	100%	

En la Tabla 25, podemos observar que la mayor incidencia de (*Brucella melitensis*) se encuentra en cabras con edades de 18 a 36 meses, siendo las de 24 meses de edad la mayormente contagiadas con un 50%, mientras que las de 36 y 18 meses de edad les corresponde un 25% respectivamente.

Objetivo 3.- Determinar los principales signos reproductivos en hembras caprinas de la parroquia Membrillal, Jipijapa.

### Análisis Estadístico

Para los análisis estadísticos, se utilizó una muestra de 101 cabras en donde se analizaron los siguientes aspectos:

**Tabla 26.**

*Nivel de vacunación en el ganado Caprino de Membrillal.*

Comunidad de Membrillal Ganado caprino					
Preguntas	Variables	N	Total	%	P-valor
¿Ha vacunado a su ganado?	Si	9	0	0%	>0.9999 **
	No	9	101	100%	

Nota: \* significativo, \*\* altamente significativo

Como podemos ver en la Tabla 26, del total de la muestra tomada, el 100% no ha recibido la vacunación correspondiente de acuerdo a la edad que tiene cada animal, afectando de esta forma en su salud ya que son propensos a contagio de enfermedades con mayor facilidad.

**Tabla 27.**

*Edad del ganado Caprino de Membrillal.*

Comunidad de Membrillal Ganado caprino					
Pregunta	Variables	N	Total	%	P-valor

¿Qué edad tiene el animal?	8 meses	9	4	4%	0.1311
Rango en (meses)	12 meses	9	2	2%	
	18 meses	9	9	9%	
	24 meses	9	32	32%	
	30 meses	9	1	1%	
	36 meses	9	35	34%	
	48 meses	9	10	10%	
	60 meses	9	5	5%	
	72 meses	9	2	2%	
	96 meses	9	1	1%	
Total			101	100%	

Con relación a la edad de los caprinos tenemos que el mayor porcentaje lo tienen las cabras de 36 meses de edad con un 34%, seguido de cabras de 24 meses con un 32%, cabras de 48 meses tiene el 10%, cabras de 18 meses corresponde al 9%, de 60 meses el 5%, de 8 meses el 4%, de 12 y 72 meses el 2% y por último de 30 y 96 meses el 1%

**Tabla 28.**

*Raza más común en hatos Caprinos de Membrillal.*

Comunidad de Membrillal Ganado caprino						
Preguntas	Variables	N	Total	%	P-valor	
¿Qué tipo de raza maneja en su hato?	Criolla	9	69	68%	>0.9999**	
	Mestiza	9	32	32%		
Total			101	100%		

Con relación al tipo de raza tenemos que el 68% de las cabras analizadas es de raza criolla, mientras que el 32% restante son cabras mestizas especialmente con raza anglo-nubia.

Con relación a la encuesta realizada con enfoque en síntomas tenemos el siguiente análisis estadístico:

**Tabla 29.**

*Preguntas a productores de sintomatología en el ganado Caprino de Membrillar.*

Comunidad de Membrillar Ganado caprino					
Preguntas	VARIABLES	N	Total	%	P-valor
Ha presentado algunos de estos signos:	Abortos	9	7	47%	0.034 *
	Retención de placenta		5	33%	
	Infertilidad		2	13%	
	Ninguno		1	7%	
¿En qué periodo aborto?	Una vez al año	9	7	78%	0.000 **
	Dos veces al año		0	0%	
	No se presentó		2	22%	
¿En qué periodo tuvo retención placentaria?	Una vez al año	9	6	67%	0.025 *
	Dos veces al año		0	0%	
	No se presentó		3	13%	
¿En qué periodo tuvo infertilidad?	Una vez al año	9	2	22%	0.036 *
	Dos veces al año		0	0%	
	No se presentó		7	78%	
¿A qué edad se presentó los signos?	12-36 meses	9	7	70%	0.000 **
	37-48 meses		0	0%	
	49-60 meses		2	20%	
	60 meses en adelante		0	0%	
	Ninguno		1	10%	
¿En qué raza presentó estos signos?	Criolla	9	8	89%	0.041 *
	Mestizas		1	11%	
	Otras		0	0%	
¿Cuál es el destino que le da a estos animales?	Venta para sacrificio	9	4	40%	0.000 **
	Venta para reproducción		5	50%	
	Permanece en la finca		1	10%	

En la primera pregunta realizada ¿Ha presentado algunos de estos signos? Podemos darnos cuenta que el 47% de los encuestados manifiestan que

sus cabras han sufrido aborto; mientras que el 33% dice que han sufrido retención de placenta, el 13% infertilidad y el 7% restante no ha sufrido ninguno de los signos evaluados.

En la segunda pregunta ¿En qué periodo aborto? Tenemos que el 87% de encuestados mencionaron que sus animales presentaron abortados por lo menos una vez al año, el 13% restante no tubo abortos y el 0% corresponde a dos veces al año.

Tenemos la tercera pregunta ¿En qué periodo tuvo retención de placenta? El 86% de los encuestados nos supieron manifestar que sus animales presentaron retención de placenta una vez al año, el 14% menciona que sus animales no presentaron este síntoma.

En la cuarta pregunta tenemos ¿En qué periodo tuvo infertilidad?, el 67% de los encuestados respondieron que sus animales tuvieron infertilidad una vez al año, mientras que el 33% mencionan que sus animales no han sufrido de infertilidad.

En la quinta pregunta tenemos ¿A qué edad se presentó los signos?, el 70% de los encuestados manifestaron que sus animales presentaron signos de entre 12 a 36 meses de edad, el 20% mencionó que entre 49 a 60 meses de edad el 10% mencionó que en ningún momento han presentado síntomas.

En la sexta pregunta tenemos ¿En qué raza presentó estos signos?, 100% de los encuestados respondió que estos signos se les ha presentado en la raza criolla.

En la séptima pregunta realizada ¿Cuál es el destino que le da a estos animales?, el 50% de los encuestados mencionó que sus animales son destinados a la venta para reproducción, el 40% manifestó que estos son vendidos para ser sacrificados y vender su carne, el 10% mencionó que los animales permanecen en la finca.

## **Discusión**

Los resultados de la investigación realizada muestra en su primer objetivo que el nivel de incidencia que existe de Brucelosis caprina en la que 4 animales resultaron positivos en la parroquia Membrillal que corresponde al 4% y 97 dieron negativo al análisis que corresponde al 96% de 101 muestras que se tomaron, podemos observar que, en las tres comunidades estudiadas, el 4 % de casos positivos se encuentra en la comunidad Pueblo nuevo, en donde tuvimos una muestra de 79 animales correspondientes a 6 productores, en donde el 5% fueron positivos a brucelosis que corresponden a 4 animales y

el 95% fue negativo en 75 animales de esta comunidad; mientras que en las comunidades de San Vicente y Membrillar el 100% de las muestras tomadas dio negativo a *Brucella melitensis*.

En caso similar tenemos lo expuesto por Muñoz Barre (2015), en su investigación se muestrearon 300 animales adultos de hatos que pertenecen a los tres cantones de la provincia de Manabí. Se halló que la mayor prevalencia se la encontró en el Cantón Puerto López. La técnica diagnóstica utilizada para determinar la prevalencia de brucelosis caprina fue la prueba cualitativa de aglutinación de Rosa de Bengala, la cual presenta la ventaja de ser una prueba simple y es realizada donde se desconoce el estado de la infección. Del total de 300 unidades caprinas muestreados; solo fueron hembras. Para este caso las hembras 281 fueron negativas y 19 resultaron positivas a brucelosis caprinas a lo que equivale al 6.33 %.

En nuestros análisis podemos observar que la mayor incidencia de (*Brucella melitensis*) se encuentra en cabras con edades de 18 a 36 meses, siendo las de 24 meses de edad la mayormente contagiadas con un 50%, mientras que las de 36 y 18 meses de edad les corresponde un 25% respectivamente.

Podemos ver que en la investigación realizada por González (2021), menciona que dentro del estudio epidemiológico se realizó el muestreo de 762 hembras que corresponden al 89.33% de animales muestreados, dentro de las cuales el 51.97% (396/762) se encontraron a una edad superior a los 36 meses, seguido del 17.59% (134/762) entre 19 a 36 meses de edad, en tanto que el 7.87% (60/762) se encuentra entro los 10 a 18 meses de edad y el 9.84% (75/762) entre los 0 a 9 meses de edad; Es importante indicar del 12.73% de hembras no fue posible obtener la información fiable correspondiente a la edad. Por otro lado, el 10.24%, equivalente a 78 hembras, presentaron resultados positivos a por lo menos una de las pruebas diagnósticas.

En las dos primeras preguntas que se realizaron en la encuesta en donde se cuestionó lo siguiente ¿Ha presentado algunos de estos signos? Y ¿En qué periodo aborto? Podemos darnos cuenta que el 47% de los encuestados manifiestan que sus cabras han sufrido aborto; mientras que el 33% dice que han sufrido retención de placenta, el 13% infertilidad y el 7% restante no ha sufrido ninguno de los signos evaluados. Luego tenemos que el 87% de encuestados mencionaron que sus animales presentaron abortados por lo menos una vez al año, el 13% restante no tubo abortos y el 0% corresponde a dos veces al año.

En la encuesta aplicada tenemos la tercera pregunta ¿En qué periodo tuvo retención de placenta? El 86% de los encuestados nos supieron manifestar que sus animales presentaron retención de placenta una vez al año, el 14% menciona que sus animales no presentaron este síntoma. En la cuarta pregunta tenemos ¿En qué periodo tuvo infertilidad?, el 67% de los encuestados respondieron que sus animales tuvieron infertilidad una vez al año, mientras que el 33% mencionan que sus animales no han sufrido de infertilidad. En la investigación de Reséndiz et al. (2021), el 42,9 % de los hatos reportan la muerte de un ovino cada año, el mismo porcentaje de hatos no reporta ninguna muerte; el 50 % de los predios reporta un aborto de ovinos en el año, mientras que el 46,4 % no reporta ninguno, solo el 3,6 % de los mismos reporta que presentan dos abortos de ovinos al año.

## Conclusiones

Se determinó que la incidencia de brucelosis por *Brucella mellitensis* en la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa, fue 4% este resultado se obtuvo a través del tes Rosa de Bengala, esto nos indica que es una de las causas de abortos con un periodo de gestación de 150 días, en cabras hembras en edad reproductiva; además estos signos también se dan por otros factores uno de ellos, es la falta de vacunas correspondientes a la edad de crecimiento del animal, vitaminas o un déficit de alimento ya que es un animal que consume grandes cantidades de entre dos a cuatro kilos de forraje al día.

De acuerdo a la investigación que se realizó se pudo ver que la población caprina que mayormente se vio afectada de acuerdo a su edad reproductiva fue en un rango de 19 a 24 meses, en donde el 50% de los casos positivos corresponden a esa edad, mientras que entre 0 a 18 meses obtuvo el 25% al igual que 25% a 36 meses en edad reproductiva.

Se concluyó que los signos que tienen mayor presencia en esta zona son los abortos con un 47%, mientras que los otros signos son menos frecuentes, pero se deben de tomar en consideración, este tipo de signos se presentan normalmente una vez al año, y mayormente se manifiesta en razas criollas, además el 100% de los productores supieron manifestar que sus animales no están vacunados esto puede ser una causa probable del apareamiento de esta enfermedad en sus hatos.

## Referencias Bibliográficas

- González, D. K. (2021). Características Zoométricas de la cabra criolla en la parroquia Simón Bolívar de la provincia de Santa Elena. Santa Elena: UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6411/1/UPSE-TIA-2021-0040.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, A. y. (2011). Prevención de Brucelosis en Rumiantes. CUAJIMALPA.
- Martínez, L. M., Cabrera, V. L., Guevara, V. R., Belduma, M. L., C, O. N., & Valdivieso., D. C. (2022). Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, ISSN 2602-8220, 6(2), 4-17. Recuperado el 2023
- Muñoz Barre, Renee Alberto. (2015). Estudio epidemiológico de la brucelosis caprina (*Brucella melitensis*) en la Provincia de Manabí en los cantones: Puerto López, Bolívar y Sucre. Quevedo. UTEQ. 56 p.
- Oficina Internacional de Epizootias - OIE (2022). Brucelosis (infección por *Brucella abortus*, *B. melitensis* y *B. suis*). En Manual Terrestre de la OIE 2022. Organización Mundial de Sanidad Animal - OMSA. 52 p. [https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Heal\\_standards/tahm/3.01.04\\_BRUCCELL.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Heal_standards/tahm/3.01.04_BRUCCELL.pdf)
- Orbe, Tania. (2016. Agosto 05). Detectan tres especies de brucella en cabras ecuatorianas. *SciDevNet*. Quito [https://www.scidev.net/americas-latina/news/detectan-tres-especies-de-brucella-en-cabras-ecuatorianas/#:~:text=vender%C3%A1n%20a%20terceros.-,%5BQUITO%5D%20Un%20reciente%20estudio%20microbiol%C3%B3gico%20encontr%C3%B3%20la%20bacteria%20brucella%20en,leche%](https://www.scidev.net/americas-latina/news/detectan-tres-especies-de-brucella-en-cabras-ecuatorianas/#:~:text=vender%C3%A1n%20a%20terceros.-,%5BQUITO%5D%20Un%20reciente%20estudio%20microbiol%C3%B3gico%20encontr%C3%B3%20la%20bacteria%20brucella%20en,leche%20)
- Reséndiz, G. P., Romero, F. A., Pérez, C. F., Núñez, L. G., Hernández, J. G., López, E. H., . . . Aparicio, E. D. (2021). Enfermedades infecciosas de relevancia en la producción caprina, historia, retos y perspectivas. Ciudad de México: Revista mexicana de ciencias pecuaria. doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5801>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2019). Planes de Desarrollo de Ordenamiento Territorial- PDOT. Quito. Disponible en <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/Folletos-autoridades-provinciales.pdf>

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**

## Capítulo 8

Mitos de la avicultura: ¿hormonas en  
pollos?

**AUTOR:** Boris Alexander Zambrano Vargas



**SABEREC 5.0**

## Mitos de la avicultura: ¿hormonas en pollos?

*Poultry Myths: Hormones in Chickens?*

### Resumen

El sector avícola es el sector alimenticio de consumo masivo, debido a su ubicación geográfica. De tal manera que la región costa se dedica a la crianza de pollo de carne, la región Sierra se enfoca en la producción de huevo comercial. La industria avícola en el Ecuador ha pasado de una simple recolección en granja a un sistema complejo afectado por factores como innovaciones en nutrición, avances tecnológicos que se evidencian en la implementación de nuevos equipos y procesos sistematizados de producción, manejo de ambientes y de desechos, e innovaciones en genotipos que buscan mejorar la eficiencia y convertibilidad. La creencia, o la sospecha, de que se emplean hormonas en la producción de pollos es absurda a todos los niveles. Si fuera solamente un mito más, de los cuales hay un número enorme en la sociedad moderna, sería una equivocación de importancia mínima. Sin embargo, como los alimentos producidos por avicultores y ofrecidos al público son de un gran valor nutricional, y están accesibles a un precio modesto, la creación de una duda ilógica sobre su sanidad es un daño grande que se le hace a la sociedad. Exactamente el cómo la industria avícola y también los profesionales relacionados deben responder al mito, varía según la situación de cada país. Sin embargo, lo que está claro es que para resolver el problema sería muy valiosa la participación de especialistas en el área de relaciones públicas.

**Palabras claves:** pollos, hormonas, ginecomastia, cáncer.

### Abstract

The poultry sector is the food sector of mass consumption, due to its geographic location. Thus, the coastal region is dedicated to raising broiler chickens, while the Sierra region focuses on commercial egg production. The poultry industry in Ecuador has evolved from a simple on-farm collection to a complex system affected by factors such as innovations in nutrition, technological advances that are evident in the implementation of new equipment and systematized production processes, environment and waste management, and innovations in genotypes that seek to improve efficiency and convertibility. The belief, or suspicion, that hormones are used in chicken production is absurd on every level. If it were just another myth, of which there are a huge number in modern society, it would be a misconception of minimal importance. However, since the food produced by poultry farmers and offered to the public is of great nutritional value, and is available at a modest price, the creation of illo-

gical doubt about its wholesomeness is a great disservice to society. Exactly how the poultry industry and related professionals should respond to the myth varies from country to country. However, what is clear is that in order to solve the problem, the participation of specialists in the area of public relations would be very valuable.

**Keywords:** chickens, hormones, gynecomastia, cancer.

## Introducción

Dentro de las ciencias de la salud existen diferentes creencias que carecen de evidencia científica que las avale. Sin embargo, son consideradas popularmente verdades absolutas que culminan estableciendo “mitos urbanos”. Con frecuencia el profesional de la salud es partícipe activo o pasivo de estas creencias, de ahí la importancia de realizar revisiones sobre este tipo de temáticas.

Esporádicamente se difunde la idea de que, durante su crianza, los pollos reciben hormonas de crecimiento y/o estrógenos para acelerar el desarrollo y así lograr en forma rápida un peso elevado, conveniente para la comercialización.

Además, no se ha encontrado evidencia científica de que el consumo de carne de pollo y/o sus derivados provoque o aumente el riesgo de pubertad precoz en niñas, ginecomastia en hombres y cáncer de mama en mujeres.

### Avicultura en el Ecuador

La industria avícola en el país, comprende las etapas de control genético, producción de aves reproductoras, producción de alimentos balanceados, incubación crianza, y beneficio de aves, y la comercialización de la producción final, pollos de carne y huevos; de manera que es necesario de otras actividades agrícolas para su desarrollo (Palma, 2023).

En el Ecuador existen un aproximado de 1.819 granjas avícolas productivas en todo el territorio siendo el negocio de la avicultura un motor económicamente sustentable generando aproximadamente 32.000 fuentes directas de trabajo, 220.000 fuentes indirectas y alrededor de 2000 millones de dólares al año, es decir, el 16% del PIB agropecuario y el 2% del PIB total (Mero et al., 2022).

Esta actividad se la ha considerado como una cadena agroindustrial que comprende tres partes principales: producción agrícola primaria de maíz y soya, fabricación de alimentos balanceados y la industria de la carne y huevos (Palma, 2023).

La provincia de Manabí reconocida como una de las principales fuentes agropecuarias del país, aporta significativamente al sector avícola, por su localización geográfica y condiciones climáticas, ya que la humedad, temperatura ambiente y sus extensas extensiones de terreno rural, hacen que sea un lugar ideal para la crianza y comercialización de aves de corral, inclusive transportando y comercializando hacia diferentes provincias del Ecuador (Mero et al., 2022).

### **Mitos de la avicultura: ¿hormonas en pollos?**

La industria avícola en Ecuador (e inclusive el mundo) ha lidiado en reiteradas ocasiones con rumores y campañas de desinformación. Probablemente una de las más frecuentes es el supuesto uso de esteroides y hormonas en pollos de cría. Sin embargo, la difusión de estas suposiciones aún puede encontrarse circulando por las redes sociales (Molinos Champions S.A.S, 2021).

Los pollos no reciben hormonas ni anabólicos para su crecimiento. El pollo seleccionado genéticamente es la suma de cruzamientos mediante los cuales se ha logrado un animal que presenta durante todo su corto periodo de crianza una extraordinaria capacidad de crecimiento. Debido a la edad a la que se faenan los pollos (45 días de vida en promedio) es fisiológicamente imposible que tengan respuesta a la aplicación de hormonas (Pollolin, 2020).

En la actualidad, el uso de hormonas en la cría de pollos está prohibido, ya que su aplicación afectaría la salud de los consumidores. Además, la administración de hormonas en la alimentación es inviable, debido a que son sustancias de naturaleza proteica que serían destruidas por las enzimas del sistema digestivo de estos animales (enzimas proteasas), por lo que no producirían el efecto deseado (López, 2014).

### **¿Cómo se originó el mito de las hormonas en la carne de pollo?**

Suponemos que el origen del mito de las hormonas y el pollo está relacionado con un hecho ocurrido en la década de 1950, diez años antes del comienzo de la avicultura industrial. En aquellos años se usó en Europa un estrógeno sintético denominado dietilestilbestrol (DES), cuya finalidad era “cajonizar” (castrar) hormonalmente los pollos machos, para obtener un mayor engorde y una carne más tierna. En aquellas épocas a las hembras se las destinaba a producir huevos (Pollolin, 2020).

Este estrógeno sintético se aplicó en varias especies y en avicultura se utilizó en gallitos de más de cien días de edad, que en aquel tiempo y a esa edad no pesaban más de 1,700 kg. Fue una alternativa a la castración quirúrgica.

gica que se efectuaba ocasionalmente para lograr aves de 3 kg en 6 meses y carne relativamente tierna. Se lo aplicaba como un implante en el cogote y el consumo de los mismos con residuos de esta hormona sintética por parte de las personas dio origen a un caso aislado de ginecomastia que tuvo difusión en textos de medicina (Cormillot, 2016).

### **Mejoramiento genético**

La razón principal de una carne de mayor tamaño se debe a mejores estrategias de cría, selección genética y tecnología en nutrición durante décadas. Todo para alcanzar el máximo desarrollo en menos de 40 días. Un proyecto que ha sido posible gracias además a la cría selectiva de aves con los mejores atributos, y una alimentación específica para cada etapa. Es decir, los pollos están creciendo a un ritmo acelerado gracias a mejores prácticas y alimentos (Molinos Champions S.A.S, 2021).

La gente cree que el pollo que consumía hace 30 o 50 años es igual al de ahora, pero actualmente expresan todo su potencial genético gracias a factores como la nutrición, un programa de medicina preventiva, instalaciones adecuadas y alejadas de zonas habitacionales, fábricas y otro tipo de explotaciones pecuarias, con bioseguridad y un 'vacío sanitario' (estricta limpieza) (Romero, 2019).

### **El pollo libre de toda culpa**

El pollo, como todos los alimentos, tiene sus propias hormonas naturales que sintetiza para su crecimiento y desarrollo normal. Ahora bien, no es posible utilizar hormonas de crecimiento en estos animales, puesto que: 1) Estas no existen en forma comercial, y 2) Ninguna otra hormona puede hacer crecer a estas aves (FENAVI, 2019).

Pero no solo la raza es determinante en el crecimiento y peso del pollo. Para que estas aves puedan expresar todo su potencial genético, se requieren una excelente nutrición y un adecuado manejo, incluidos juiciosos programas de bioseguridad.

### **Consumo con seguridad**

Su consumo es seguro, pues además de estar libre de hormonas, tiene bondades importantes para la dieta: carece de 'marmoleo' o grasa entre las fibras musculares, a diferencia del cerdo y la res; el pollo tiene la habilidad de depositar la grasa en la piel. Es fuente de fósforo, calcio, magnesio, vitamina B3, ácido fólico y hierro, entre otros nutrimentos; es proteína altamente digestible, por eso se recomienda a los enfermos (Romero, 2019).

No hay ninguna razón válida para entrar en pánico. No existe ninguna repercusión en nuestra salud por ingerir carne de un pollo mejor alimentado. Su aporte es muy nutritivo, ya que contiene proteínas puras, minerales, vitaminas, y un contenido puntual de carbohidratos (Molinos Champions S.A.S, 2021).

## Conclusiones

- Actualmente, la industria avícola cuenta con recursos tecnológicos que han permitido crear nuevas líneas genéticas cuyo resultado son pollos más productivos, lo que se expresa en un crecimiento mayor en menor tiempo.
- La prohibición de su consumo estaría contribuyendo a agravar el problema de deficiencia de proteína, limitándoles el acceso a nutrientes que pueden ser más importantes para su salud y bienestar.
- La piel del pollo es rica en grasas insaturadas beneficiosas para la salud cardiovascular.

## Referencias Bibliograficas

- Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI (2019, febrero 26). Pollo un mundo de beneficios. 1-88. Disponible en <https://fenavi.org/documentos/documento-el-pollo-y-la-salud/>
- Romero, L. (2019, julio 25). *Mito, el uso de hormonas para engordar pollos*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM: México <https://www.gaceta.unam.mx/un-mito-uso-de-hormonas-para-el-crecimiento-de-pollos-para-consumo-humano/>
- Mero Chávez, U.F., Baduy Molina, A.L., & Cárdenas Reyes, E.E. (2022). Producción avícola y su incidencia en el desarrollo económico del cantón Olmedo, provincia de Mmanabí. *Journal Business Science*, 1-19. DOI:10.56124/jbs.v3i2.0005
- Cormillot, A. (2016, agosto 26). ¿El pollo tiene hormonas?. InfoGourmet. Buenos Aires. Disponible en <https://www.infogourmet.com.ar/single-post/2016/11/07/el-pollo-tiene-hormonas>.
- López, R. (2014). Pollos alimentados con hormonas: ¿mito o realidad?. *VI Jornadas de Investigación 2014 - Universidad Juan Agustín Maza*, 145-146 <https://repositorio.umaza.edu.ar/bitstream/handle/00261/2301/L%-%>

C3%B3pez\_Pollos%20alimentados%20con%20hormonas\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Palma, A. M. (2023). Producción y consumo avícola en Manabí. Digital Publisher, 777-793.

Pollolin. (2020, marzo 20). *El mito de las hormonas en la carne de pollo*. <https://pollolin.com/el-mito-de-las-hormonas-en-la-carne-de-pollo/>

Molinos Champions S.A.S (2021, noviembre 14). *Mitos de la avicultura: ¿hormonas en pollos?* <https://www.molinoschampion.com/mito-de-las-hormonas-en-pollos/>

## Conclusión General

Este compendio de investigaciones del Postgrado en Gestión Ambiental de la UNESUM representa un testimonio del compromiso de la institución con la generación de conocimiento relevante y aplicable a los desafíos ambientales contemporáneos. A través de una diversidad de enfoques y metodologías, los capítulos de este libro exploran temas cruciales para la sostenibilidad de nuestra región y el país.

Desde la planificación territorial y la conservación de bosques, hasta la aplicación de biotecnología y el análisis de mitos en la producción avícola, cada investigación aporta perspectivas valiosas y soluciones innovadoras. Los estudios presentados destacan la importancia de la investigación científica para la toma de decisiones informadas y la implementación de prácticas sostenibles.

La vinculación con la sociedad, un pilar fundamental de la UNESUM, se refleja en las investigaciones que abordan problemáticas locales y proponen soluciones prácticas. La evaluación de la viabilidad de semillas nativas, el análisis de incendios forestales y el estudio de la incidencia de brucelosis en cabras, son ejemplos de cómo la investigación puede contribuir al bienestar de las comunidades y la conservación de los ecosistemas.

La aplicación de marcadores moleculares en la mejora de cultivos y la desmitificación de creencias populares en la avicultura, demuestran la relevancia de la biotecnología y la comunicación científica para la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola sostenible.

En conjunto, este compendio refleja la diversidad y calidad de la investigación realizada en el Postgrado en Gestión Ambiental de la UNESUM. Los

resultados presentados son un llamado a la acción para investigadores, profesionales y tomadores de decisiones, con el fin de promover la gestión ambiental sostenible y construir un futuro más próspero para todos.

# DESARROLLANDO COMPETENCIAS PARA EL SIGLO XXI:

Ventana Ambiental.

Investigaciones de Postgrado  
en la **UNESUM**



Publicado en Ecuador  
Enero 2025

Edición realizada desde el mes de octubre del 2024 hasta  
enero del año 2025, en los talleres Editoriales de MAWIL  
publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 30, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO  
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.  
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.