

ISSN-e: 2960-8139



REVISTA
AGROSILVICULTURA Y MEDIOAMBIENTE
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ



Revista Científica Agrosilvicultura y Medioambiente Vol 1 N° 2 (2023)

Equipo editorial

Volumen 1 · N° 2 · Julio - Diciembre del 2023

Editorial-Jefe

Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto - UNESUM. Ecuador

Consejo Editorial

Alfredo Jiménez González Dr.C.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Alfredo Valverde Lucio MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Arturo Hernández Escobar Dr.C.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Blanca Indacochea Ganchozo Dr.C.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Carlos Castro Piguave MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Ginger Pionce Andrade MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Jessica Jessenia Morán Morán MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

José Alcívar Cobeña MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Miguel Angel Osejos Merino.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Yamel de las Mercedes Álvarez Gutiérrez MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Diagramación, diseño y arte

Pedro Valdez Tamayo PhD. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

Desarrollo y operaciones de tecnología

Pedro Valdez Tamayo PhD.

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

Área financiera

Alfredo Valverde Lucio MSc.

Facultad Ciencias Naturales y de la Agricultura,

Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Impresión / Publisher

Universidad Estatal del Sur de Manabí

DIRECCIÓN: KM 1½ VÍA JIPIJAPA-NOBOA - CAMPUS LOS ÁNGELES

TELÉFONO: 05-2600229/05-2601657/05-2600223

Jipijapa - Manabí - Ecuador

website: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/index>

Diseño: Ediciones MAWIL

Corrección de estilo: Ediciones MAWIL

© Autores de cada artículo (2023)

ISSN: 2960-81339

Contenido

Volumen 1 · N° 2 · Julio - Diciembre del 2023

Artículos de Investigación

- Desarrollo de una estrategia química y orgánica para el control del mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en melón** 4-13
Julio Ortega Gabriel, Jhony Briones Mendoza, Jessica Morán Morán, Washington Narváez Campana, Máximo Vera Tumbaco, Gema Burgos López, Heidi Flores Ramírez
- Caracterización y diagnóstico ambiental de la microcuenca hidrográfica Río de Oro** 14-26
Juan Manuel Guerrero Calero, Daniel Alejandro Cárdenas Baque, Jessica Jesenia Moran Mora, Yasiel Barban Forte, Katherin Clarita Hidalgo Zambrano
- La agricultura familiar y campesina, en zonas cafetaleras de Jipijapa-Ecuador** 27-36
Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Joffre Daniel Pincay Menéndez, Washington Vicente Narváez Campana, Williams Ausberto Merchán García, Líder Israel Figueroa Guaranda
- Comportamiento de cuatro procedencias de *Swietenia macrophylla* King (1886) en etapa de vivero en Jipijapa, Ecuador** 37-49
César Alberto Cabrera Verdesoto, Elvis Alexander Macías Macías, Mónica Virginia Tapia Zúñiga, Bryan Alejandro Cruz Macías, Susana Esther Mejía Vera
- Evaluación del crecimiento inicial de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. con la aplicación de tres dosis de biofertilizantes** 50-61
César Alberto Cabrera Verdesoto, Stalin Jhoan Cedeño Mera, Sofía Ivonny Castro Ponce, Alfredo Jiménez Gonzalez, Valeria Lissette Cali Ligua
- Identificación de las propiedades físico químicas del suelo agrícola en la parroquia Puerto Cayo, localidad puerto La Boca** 62-73
Raquel Vera Velázquez, Jessica Jesenia Moran Moran, Washington Narváez Campana, Pedro Roberto Valdés Tamayo

Artículos de Revisión

- Análisis de la aplicación de genómica en la restauración ecológica** 74-82
Cristhian Leoncio Catagua Durán, Jessica Jesenia Moran Moran, Molina Valdiviezo Olga Jelena



Desarrollo de una estrategia química y orgánica para el control del mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en melón

Development of an chemical and organic strategy for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) in melon

doi <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.4-13>

Recibido: 23-08-2023

Aceptado: 10-10-2023

Publicado: 20-12-2023

Julio Gabriel Ortega¹

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

Máximo Vera Tumbaco⁵

 <https://orcid.org/0000-0003-2320-712X>

Jhony Briones Mendoza²

 <https://orcid.org/0009-0009-3850-9842>

Gema Burgos López⁶

 <https://orcid.org/0000-0002-0025-3679>

Jessica Morán Morán³

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Heidi Flores Ramírez⁷

 <https://orcid.org/0000-0001-9969-8864>

Washington Narváez Campana⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-6674-2088>

1. Doctor Dentro del Programa de Producción Agraria y Aplicaciones Biotecnológicas; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero Agropecuario; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
3. Magister en Ciencias Mención Microbiología; Ingeniero Agrónomo; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
4. Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Magister en Administración Ambiental; Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria; Ingeniero Agrónomo; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
5. Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
6. Magister en Agropecuaria Mención en Producción Agrícola; Ingeniera Agropecuaria; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
7. Ingeniero Agropecuario; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 4-13

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/16>

***Correspondencia autor:** julio.gabriel@unesum.edu.ec

RESUMEN

Con el objetivo de desarrollar una estrategia química y orgánica para combatir al mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en melón, se implementó una parcela en invernadero en diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron: T1: Fungicida sistémico (*Metalaxil-Mancozeb*) 2,5 g/L + Fungicida de contacto (*Clorotalonil*) 2,5 mL/L (aplicación alternada), T2: Fungicida sistémico (Metalaxil Mancozeb) 2,5 g/L + *Trichoderma* spp. 3 mL/L (aplicación alternada), T3: Fungicida sistémico (*Metalaxil-Mancozeb*) 2,5 g/L + Máximo (*Bacillus subtilis*) 3,0 mL/L (aplicación alternada) y T4: Testigo (agua). Cada unidad experimental estuvo constituida por tres hileras, cada hilera/tratamiento tuvo 41 plantas y la unidad experimental de cada tratamiento fue de 123 plantas. Las variables de respuestas fueron peso de frutos y el porcentaje de severidad con la cual se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad relativa (AUDPCr). Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue el T2 [Fungicida sistémico (*Metalaxil-Mancozeb*) 2,5 g/L + *Trichoderma* spp. 3 mL/L (aplicación alternada)], obteniéndose un peso promedio de fruto de 0,97 kg, respecto del testigo que fue de 0,58 kg. El tratamiento T2 mostró el menor valor de AUDPCr (13,46%) respecto del testigo (46,95%).

Palabras clave: Trasplante, floración, fructificación, estadios, fisiología.

ABSTRACT

With the aim of developing an chemical and organic strategy to combat downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) in melon, a greenhouse plot was implemented in a completely randomized block experimental design with four replicates and four treatments. The treatments were: T1: Systemic fungicide (*Metalaxil-Mancozeb*) 2.5 g/L + Contact fungicide (*Chlorothalonil*) 2.5 mL/L (alternate application), T2: Systemic fungicide (Metalaxil Mancozeb) 2.5 g/L + *Trichoderma* spp. 3 mL/L (alternate application), T3: Systemic fungicide (*Metalaxil-Mancozeb*) 2.5 g/L + Maximum (*Bacillus subtilis*) 3 mL/L (alternate application) and T4: Control (water)]. Each experimental unit consisted of three rows, each row/treatment had 41 plants and the experimental unit of each treatment was 124 plants. The response variables were fruit weight and the percentage of severity with which the area under the relative disease progress curve (AUDPCr) was determined. The results showed that the best treatment was for the T2 treatment [Systemic fungicide (*Metalaxil-Mancozeb*) 2.5 g/L + *Trichoderma* spp. 3 mL/L (alternate application)], obtaining an average fruit weight of 0.97 kg, compared to the control, which was 0.58 kg. The T2 treatment showed the lowest value of AUDPCr (13.46%) compared to the control (46.95%).

Keywords: Transplantation, flowering, fruiting, stages, physiology.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

Las principales enfermedades que afectan al cultivo de cucurbitáceas y especialmente al melón son damping off causados por *Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Fusarium* spp., mildiú veloso causado por el *Oomycete Pseudoperonospora cubensis*, la mancha angular causada por *Pseudomonas syringae* p.v. *lachrymans* y otros (Fernández y Guerrero, 2015). La enfermedad causada por *Ps. cubensis* es una de las más graves de las Cucurbitáceas según Blake (2007), siendo observada por primera vez en Cuba en 1868. Veinte años más tarde aparece en Japón, estando actualmente establecida en numerosas regiones húmedas del mundo (India, China, Rusia, Australia y las Antillas). Igualmente fue señalada en muchos países europeos como Austria, Italia, Alemania, Inglaterra y más recientemente en los Países Bajos. En Francia fue señalada por Rouxel en otoño de 1971, de donde probablemente pasó a España peninsular (Cruz y Centeno 2017). Gabriel *et al.* (2020) encontraron que esta enfermedad causa pérdidas cuantiosas de hasta 60% en el cultivo de cucurbitáceas en el recinto Puerto la Boca en Ecuador.

Afecta a las plantas de todas las edades, aunque la enfermedad sólo infecta follaje, y ocasiona una reducción de la actividad fotosintética temprana afectando el desarrollo de la planta, retrasando el crecimiento y la reducción del rendimiento, causa defoliación prematura, y puede resultar en quemaduras de sol de la fruta debido a la sobreexposición a la luz solar directa. Los síntomas de la infección por el mildiú se muestran diferentes en los variados cultivos de cucurbitáceas. En la sandía y el melón, los síntomas son típicamente lesiones de forma irregular en el follaje que se convierten rápidamente de color marrón, las hojas infectadas pueden experimentar un enrollamiento hacia arriba, los síntomas no son tan distintivo como el pepino y calabaza y son más fáciles de confundirse con otras enfermedades como la antracnosis, alternaria o tizón del tallo gomoso (Colucci y Holmes, 2010).

Los patógenos causantes de los mildiús velosos son parásitos obligados y hemibiotróficos, penetran el follaje del hospedante por vía estomática y se alimentan por medio de haustorios, los esporangios se observan por el envés de la hoja ya que los esporangióforos salen por los estomas, dándole a la lesión la apariencia vellosa característica (Bojórquez-Ramos *et al.* 2012, Cruz y Centeno, 2017, Gabriel, 2021). El patógeno puede permanecer en el suelo o sobre restos de plantas. Las infecciones primarias son originadas por estructuras llamadas esporangios, los cuales son diseminados principalmente por el agua de lluvia, riego y por el viento, pero también por utensilios contaminados, por los trabajadores, los insectos etc. (Cruz y Centeno, 2017).

La epidemiología de *Ps. cubensis* depende en gran medida de las condiciones ambientales, la duración de vida de los esporangios no excede las 48 horas y dentro de este corto período debe localizar un huésped susceptible y germinar. El período de incubación, antes de que los síntomas sean visibles es de 3-12 días, la mayor parte de la esporulación se produce por la noche, mientras que la dispersión máxima de esporas es en la mañana (Lebeda y Cohen 2010). La enfermedad se ve favorecida por temperaturas de 15°C a 25°C y 18 horas de luz; si las temperaturas superan los 30°C la propagación del patógeno sufre una fuerte inhibición, la temperatura óptima está entre 10°C a 20°C (Colucci y Holmes, 2010).

La infección requiere agua libre en la superficie de las hojas para las zoosporas y desarrollar tubos germinales. Las primeras penetraciones son observables en 5 horas después que el esporangio original se depositó en la superficie de la hoja, si las condiciones son favorables y están presentes para llevar a cabo la colonización en el tejido huésped en la capa del mesófilo de la hoja (Colucci y Holmes 2010). Se sabía que sólo tenía reproducción asexual, pero Cohen *et al.* (2012, 2013), determinaron la existencia de dos tipos de apareamiento

sexual del patógeno (A1 y A2), los mismos que forman oosporas, sugiriendo que *Ps. cubensis* es heterotálico.

La aplicación de plaguicidas químicos es el método de control más utilizado, ya sea a través de fungicidas de contacto y sistémico o la combinación de ambos (Khare *et al.* 2015). Se encontró que la aplicación de fungicidas en Puerto la Boca es indiscriminado y causan problemas en la salud y el medio ambiente, e incremento en los costos de producción (Gabriel *et al.*, 2023). Por esta razón las nuevas tendencias están dirigidas hacia un manejo integrado de las enfermedades, así como las disposiciones requeridas en materia de certificaciones internacionales de exportación abren las puertas a productos alternativos como los inductores de resistencia (SIR) para el manejo de enfermedades como es el uso de *Trichoderma atroviride* (Khokhar y Renu, 2014, Szczech *et al.*, 2017) y el conocimiento de mecanismos moleculares y bioquímicos asociados con la resistencia, cuya señalización se asocia principalmente con la resistencia sistémica adquirida (SAR), en la cual los genes producen algunas sustancias como catalasas, quitinasas lipoxigenasas, peroxidases, proteasas y otros (Adhikari *et al.*, 2012, Khokhar y Renu, 2014).

El uso de microorganismos como *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Derxia gummosa* and *Trichoderma harzianum* (Tejera *et al.*, 2011, Elsharkawy *et al.*, 2014), o productos de estos, presenta grandes ventajas sobre los productos comerciales por ser su producción mucho menos dañina al ecosistema y por su biodegradabilidad in situ a compuestos no tóxicos por la microflora ambiental. La búsqueda de nuevos y variados productos de origen natural, no contaminantes del medio ambiente, para el manejo de plagas y enfermedades representa una alternativa importante en una

agricultura sostenible (Khokhar y Renu, 2014).

Es claro que, existe la necesidad de desarrollar estrategias para el control de *Ps. cubensis* ecológicas y amigables con el medio ambiente y la salud de las personas, y que contribuya a reducir los costos de producción por la menor aplicación de plaguicidas. En este propósito, diversos investigadores utilizaron fungicidas químicos y microorganismos con antecedentes de control al *Ps. cubensis* bajo condiciones de invernadero (Melgarejo y Abella, 2011, López *et al.*, 2011, Ramírez, 2011, Gabriel *et al.*, 2020). La estrategia cumple los principios básicos como son la aplicación preventiva (oportunidad), la alternabilidad de los fungicidas, la no aplicación del fungicida sistémico en más de tres oportunidades (Fernández-Northocote *et al.* 2009), y el uso de microorganismos que reemplacen al fungicida de contacto (Navia *et al.*, 2010).

Por lo mencionado, el objetivo de la presente investigación desarrollar una estrategia química y orgánica para combatir al mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en melón.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en un invernadero de 500 m² ubicado en el Recinto Puerto la Boca de la Parroquia Puerto Cayo del Cantón Jipijapa, que está ubicada a 1°18'20"S, 80°45'42" O y altura de 53 msnm, con una temperatura promedio anual de 24.8 °C y precipitación promedio de 298 mm año⁻¹.

La parcela experimental fue implementada en un diseño experimental de bloques completamente aleatorios (DBCA) con cuatro tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones.

Tabla 1.

Tratamientos realizados para el control del mildiu velloso.

Código	Tratamiento
T1:	Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + Fungicida de contacto (Clorotalonil) 2.5 ml/l (aplicación alternada)
T2:	Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + Trichoderma sp. 3 ml/l (aplicación alternada)
T3:	Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L+ Máximo (Bacillus subtilis) 3 ml/l (aplicación alternada)
T4:	Testigo (agua)

La preparación del suelo dentro del invernadero se realizó manualmente, para lo que se removió y desmenuzó las platabandas y se aplicó materia orgánica (biocompost) a razón de 75 kg por hilera de 33 m de largo. Luego se midió del terreno con una cinta métrica y se estaqueó, para la formación de las platabandas de 0,50 m de ancho.

Para la germinación de la semilla, se preparó el sustrato con biocompost, hoja de guaba (*Inga edulis*) y tierra del lugar, en una proporción 2:1:1. Se aplicó 10 kg de humus y 10 g de micorriza para evitar el ataque de patógenos que causan *damping* off. Una vez preparado el sustrato se procedió a llenar los hoyos con este sustrato preparado, teniendo cuidado de humedecerla óptimamente. Luego fueron sembradas las semillas del híbrido Edisto. El riego de las bandejas se realizó dos veces por día para mantener la humedad. Para prevenir ataque de enfermedades se aplicó un fungicida de amplio espectro (carboxin + captan 3g/L).

A los 30 días se realizó el trasplante definitivo en las hileras preparadas, para lo que se cavaron hoyos con una profundidad

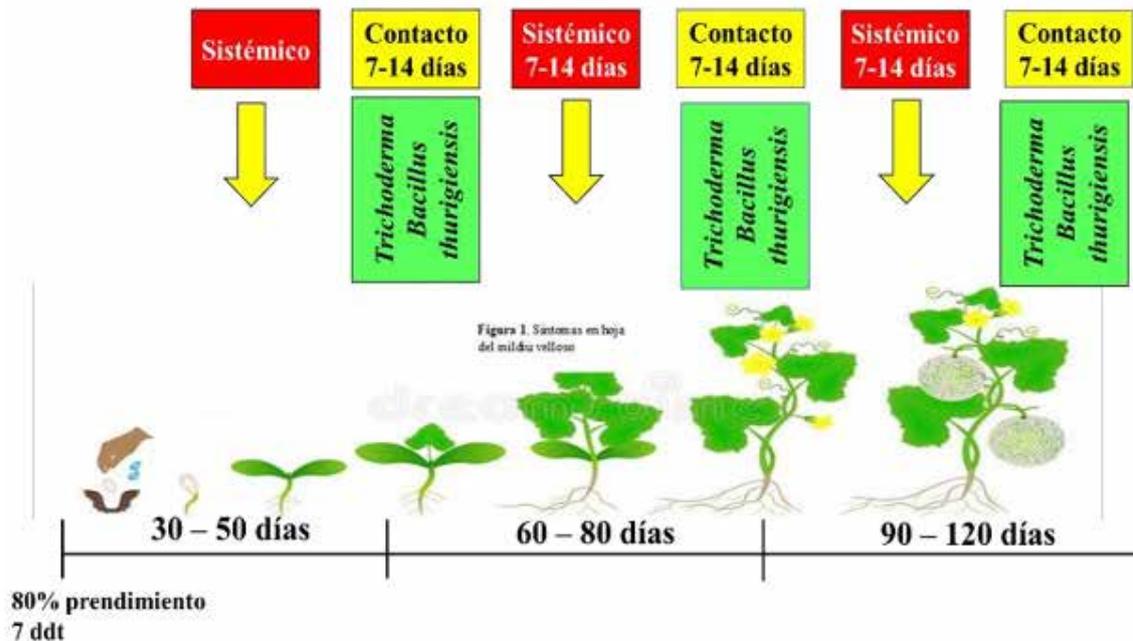
de 0,15 m a una distancia de 0,20 m entre plantas dentro de la hilera y una distancia de 1,60 m entre hileras. Cada hilera tuvo 41 plantas y la unidad experimental para cada tratamiento fue de 123 plantas, con un total de 1980 plantas en todo el experimento, de las cuales se evaluaron 160 plantas.

La poda se realizó en una rama principal, eliminando las ramas restantes. En este caso las hojas viejas y los brotes se eliminaron para evitar la formación de otras ramas secundarias. El tutorado se realizó después de la poda, así mismo después de cada poda se trató con un fungicida de contacto (mancozeb 0,47 g/L) para evitar enfermedades y ayudar a la cicatrización de las heridas causadas. Se efectuó el riego por goteo de las hileras, con una frecuencia dos veces al día durante una hora de riego. La cosecha se realizó a partir de los 100 días después del trasplante definitivo del cultivo de melón.

Los tratamientos fueron aplicados a los 10 días después del trasplante definitivo, alternando los tratamientos cada siete días (Figura 1).

Figura 1.

Estrategia ecológica para el control del mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*).



Nota. Tomado de Gabriel (2021)

Se realizaron siete aplicaciones durante el ciclo del cultivo. Las evaluaciones de severidad fueron realizadas en las 10 plantas seleccionadas al azar, donde al azar se eligieron cinco hojas del tercio medio superior de cada planta, que fueron marcadas con un número utilizando un jimel de uñas de color rojo. Las lecturas de severidad fueron realizadas antes de la aplicación de los tratamientos, utilizando la escala propuesta por Gabriel *et al.* (2017), con estos datos se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad relativa (AUDPCr) (Gabriel *et al.*, 2017); también se evaluó el peso de frutos por planta (Kg).

Análisis estadísticos

Una vez que las variables de respuesta cumplieran los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, sobre la base del modelo definido se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis acerca

de los efectos fijos, así como comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey al $p < 0,05$ de probabilidad. El análisis de varianza también sirvió para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el Proc GLM del SAS University (SAS, 2020).

Resultados

El análisis de varianza (Tabla 2) para el control de enfermedades, principalmente del mildiu vellosa causado por el Oomycete *Pseudoperonospora cubensis*, mostró que los coeficientes de varianza (CV) estuvieron en el rango permitido para este tipo de investigaciones (20 a 37%). Se determinó que hubo diferencias significativas ($p < 0,01$) de probabilidad para tratamientos. Estos resultados estarían indicando que al menos uno de los tratamientos mostró diferencias en el control del mildiu vellosa.

Tabla 2.

Análisis de varianza para mildiu veloso (Ps. cubensis).

FV	gl	AUDPCr (%)	Peso de fruto (kg)
Repetición	3	33,95ns	0,004ns
Tratamiento	3	1079,59*	0,140*
Error	9	39,81	0,010
Total	15		
CV(%)		28,24	13,107

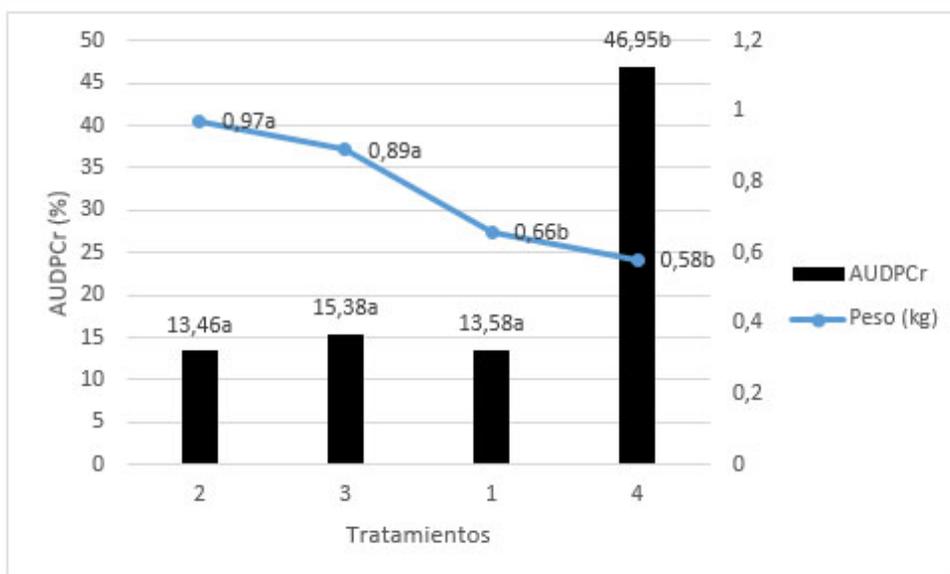
ns: No significativo, *: significativo al p<0,01 de probabilidad.

El análisis de medias del AUDPCr para mildiu veloso (Figura 1), mostró que los tratamientos **T2** (13,46%), **T3** (15,38%) y **T1** (13,58%) no fueron significativos entre si al P<0,05 de probabilidad, pero fueron significativos respecto de tratamiento **T4** (testigo) que tuvo un AUDPCr de 46,95%. Asimismo, se observó que el menor peso de fruto se obtuvo en el tratamiento **T4** con 0,58 kg/fruto, en cambio el tratamiento **T2** tuvo un peso de fruto de 0,97 kg/fruto. Esto indicaría

que la aplicación del tratamiento **T2** [Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + *Trichoderma* sp. 3,0 mL/L (aplicación alternada)] es una buena alternativa para el control del mildiu. Asimismo, fue efectivo la aplicación del tratamiento **T3** [Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + Máximo (*Bacillus subtilis*) 3 mL/L (aplicación alternada)] para el control del mildiu y otras enfermedades foliares, respecto del tratamiento **T4** (testigo, solo agua).

Figura 2.

Comparación de medias de AUDPCr (%) y Peso de fruto (kg) mediante Tukey al P<0,05 de probabilidad.



T1: Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + Fungicida de contacto (Clorotalonil) 2,5 mL/L (aplicación alternada); **T2:** Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + *Trichoderma* sp. 3 mL/L

(aplicación alternada); **T3:** Fungicida sistémico (Metalaxyl-Macozeb) 2,5 g/L + Máximo (*Bacillus subtilis*) 3 mL/L (aplicación alternada), **T4:** Testigo (agua).

Uno de los aspectos fundamentales de esta investigación fue el desarrollo de una estrategia química y orgánica para el control del Oomycete *Pseudoperonospora cubensis*, un patógeno destructivo capaz de causar pérdidas de hasta 60% en las cucurbitáceas particularmente en Ecuador (Lebeda *et al.*, 2011; Gabriel *et al.*, 2020). Esto implica la necesidad de buscar nuevas alternativas de combate químico y biológico, que contribuya a disminuir el uso de plaguicidas, beneficiando a la economía de los agricultores, y contribuyendo a reducir los efectos causados a la salud de los agricultores y el medioambiente (Fernández-Northcote *et al.*, 1999). En este contexto, se aplicó una estrategia de combate químico y biológico, en base al trabajo realizado por Gabriel *et al.* (2020), quienes desarrollaron una estrategia de combate químico y biológico para el control del mildiu vellosa en pepino.

La estrategia desarrollada, validó los principios clave como la alternancia de fungicidas sistémicos y de contacto y la sustitución de los fungicidas de contacto por uno a base de microorganismos. Esta estrategia permitió controlar satisfactoriamente el patógeno y alcanzar una alta producción de frutos. Asimismo, ayudó a reducir los costos de producción debido a la menor aplicación de plaguicidas (hasta 50%). Sin duda, esta estrategia constituye una excelente alternativa para controlar patógenos en melón, y puede ser adoptado en programas del manejo integrado de enfermedades. Una contribución importante y diferente a los trabajos mencionados (Fernández-Northcote *et al.*, 1999; Gabriel *et al.*, 2020), fue que en el presente trabajo se utilizó especies conocidas de hongos benéficos como *Trichoderma viridae* y *T. hartzianum* y la bacteria *Bacillus subtilis*.

La aplicación alternada de los tratamientos entre los fungicidas sistémicos con *Trichoderma* no afectó al hongo. Esto sugiere que aplicar una estrategia ecológica con microorganismos es útil y beneficioso. Los fungicidas de contacto que utilizamos (Clorotalonil), actuaron en las primeras horas posteriores a la

aplicación. Aun así, una vez que el oomycete penetra en la planta, los fungicidas sistémicos (Metalaxyl) deben utilizarse para controlar la infección del patógeno porque estos tienen movilidad acropétala y translaminar, que se movilizan en los tejidos internos y órganos de la planta después de su aplicación (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2008).

Mencionar que el modo de acción puede depender de la producción de moléculas de antibióticos porque es evidente que *Bacillus subtilis* es productor eficiente de antibióticos (Raaijmakers *et al.*, 2020; Stein, 2005) y antifúngicos volátiles (Kai *et al.*, 2009). Asimismo, *T. viridae* y *T. hartzianum*. Funcionaron correctamente cuando se aplicó solo o en aplicaciones alternas con el fungicida sistémico y de contacto. Adnan *et al.* (2019), Menciona al respecto que las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de las enfermedades de las plantas causadas por hongos, debido a su rápido crecimiento en una gran cantidad de sustratos, amplio estrés abiótico tolerancia, capacidad rápida de colonizar, establecimiento fácil después inoculación y capacidad suficiente para competir por el espacio y nutrientes con patógenos. Además, *Trichoderma* puede estimular crecimiento de las plantas debido a su capacidad para producir reguladores del crecimiento de las plantas, vitaminas y reciclar nutrientes como el P (fitato) y el Zn en el suelo (Li *et al.*, 2015). En nuestros experimentos, el fungicida sistémico no dañó a *Trichoderma* probablemente debido a las aplicaciones fueron alternas, dejando pasar al menos una semana entre aplicaciones. Adicionalmente, se sabe que algunas cepas de *Trichoderma* muestran resistencia o tolerancia a los fungicidas (Chaparro *et al.*, 2011), esta propiedad no fue probada en nuestro trabajo.

Conclusiones

Los mejores tratamiento para combatir al Oomycete *Pseudoperonospora cubensis*

fue el tratamiento T2 [Fungicida sistémico (Metalaxil-Mancozeb) 2,5 g/L + *Trichoderma* spp. 3 mL/L (aplicación alternada)] y T3 [Fungicida sistémico (Metalaxil-Mancozeb) 2,5 g/L + Máximo (*Bacillus subtilis*) 3 mL/L (aplicación alternada)].

Los mejores pesos de frutos fueron encontrados en los tratamientos T2 y T3.

Bibliografía

- Adnan, M., Islam, W., Shabbir, A., Khan, K.A., Ghramh, H.A., Huang, Z., Chen, H.Y.H. and Lu, G.D. (2019). Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Microb Pathogenesis* 129:7–18. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.042>
- Adhikari, B.N., Savory, E.A., Vaillancourt, B., Childs, K.L., Hamilton, J.P., Day, B., & Buell, R. (2012). Expression Profiling of *Cucumis sativus* in Response to Infection by *Pseudoperonospora cubensis*. *PLoS ONE* 7(4): e34954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034954>
- Bojórquez-Ramos, C., León-Félix, J., Allende-Molar, R., Muy-Rangel, M.D., Carrillo-Facio, J.A., Valdez-Torres, J.B., López-Soto, F.S.M., & García-Estrada, R.S. (2012). Characterization of powdery mildew in cucumber plants under greenhouse conditions in the Culiacan Valley, Sinaloa, Mexico. *African Journal Agricultural Research* 7:3237-3248. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.2093>.
- Chaparro, A.P., Carvajal, L.H. and Orduz, S. (2011). Fungicide tolerance of *Trichoderma asperelloides* and *T. harzianum* strains. *Agr Sci.* 2:301–307. <https://doi.org/10.4236/as.2011.23040>
- Cohen, Y., & Rubin, A.E. (2012). Mating type and sexual reproduction of *Pseudoperonospora cubensis*, the downy mildew agent of cucurbits. *European Journal of Plant Pathology* 132:577-592.
- Cohen, Y., & Rubin A.E., & Galperin, M. (2013). Host preference of mating type in *Pseudoperonospora cubensis*, the downy mildew causal agent of cucurbits. *Plant Disease* 97:292
- Colucci, S.J., & Holmes, G.J. (2010). Downy Mildew of Cucurbits. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-0825-01.
- Cruz, J., & Centeno, C. (2017). Progreso temporal del mildiú vellosa [*Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & MA Curtis) Rostovzev] en pepino (*Cucumis sativus* L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia. Tesis Ing. Agropecuaria. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 37 p. <http://repositorio.una.edu.ni/3561/1/tnh20c957.pdf> (Agosto 27, 2019).
- Elsarkawy, M., Kamel, S., Nagwa, M., Khateeb, E.L. (2014). Biological Control of Powdery and Downy Mildews of Cucumber Under Greenhouse Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 24 (2) 407-414.
- Fernández, E., & Guerrero J (2015). Controla el mildiú del pepino. 1-3. <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/controla-el-mildiú-del-pepino/>
- Fernández-Northcote, E.N., Navia, O., Gandarillas, A. (1999). Bases de las estrategias de control químico del tizón desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 11: 1-25.
- Gabriel, J. (Ed.) (2021). Libro verde: Agro-UNESUM Informa. Producción de hortalizas de calidad en condiciones de invernadero. Editorial Grupo Compas, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Guayaquil, Ecuador. 212 p. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/638>
- Gabriel, J., Valverde, A., Indacochea, B., Castro, C., Vera, M., Alcívar, J., y Vera, R., (2021). Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Segunda edición, Editorial Grupo Compás. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Guayaquil, Ecuador. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/625>
- Gabriel J, Ortuño N, Vera M, Castro C, Narváez W, Manobanda M (2017) Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 53 p. Recuperado de <https://drive.google.com/drive/folders/1kqhGU7l-6yuXUoxDNeRzGusfZgWGJdsGC>
- Gabriel, J.; Delvalle, J.; Padilla, J.; Pincay, N.; Ayón, F.; Narváez, W.; González, A. (2020). Innovaciones en la matriz productiva hortícola para reducir el efecto del cambio climático en Puerto La Boca, Jipijapa, Ecuador. *J. Selva Andina Res. Soc.* 11(1): 2-17. <http://dx.doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110100002>.
- Gabriel, J., Ávila, J., Ayón, F., Morán, J., Álvarez, A., & Flores, H. (2023). Utilización de plaguicidas por agricultores en Puerto La Boca, Manabí. Una reflexión sobre sus posibles consecuencias. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 11(1), 47-65. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2023.110100044>
- Gabriel, J., Ortuño, N., Vera, M., Castro, C., Narváez, W., & Manobanda, M. (2017). Manual para eva-

- luación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas (en línea). Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 53 p. <https://isbn.cloud/9789942760043/manual-para-evaluacion-de-danos-de-enfermedades-en-cultivos-agricolas/>
- Gabriel, J.; Pereira, E.; Ayón, F.; Castro, C.; Delvalle-García, I.; Castillo JA. (2020). Development of an ecological strategy for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.). *Revista Bionatura* 5(2): 1-15. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2020.05.02.3>
- Kai, M., Haustein, M., Molina, F., Petri, A., Scholz, B., & Piechulla, B. (2009). Bacterial volatiles and their action potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 81(6), 1001-1012. doi:10.1007/s00253-008-1760-3.
- Khare, C.P., Srivastava, J.N., Tiwari, P.K., Kotesthane, A., & Thrimurthi, V.S. (2015). Downy Mildew of Cucurbits and Their Management in Page 46 – 54, Awasthi, L. *Recent Advances in the Diagnosis and Management of Plant Diseases*. Department of Plant Pathology N.D., University of Agriculture and Technology. India.
- Khokhar, M., & Renu, G. (2014) *Integrated Disease Management*. Maharana Pratap University of Agriculture and Technology 1(2), 87-91.
- Lebeda, A., & Cohen, Y. (2010) Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *European Journal of Plant Pathology* 2(129): 160-162.
- Lebeda, A., & Cohen, Y. (2010) Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*), biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *European Journal of Plant Pathology* 129:157–192. DOI 10.1007/s10658-010-9658-1
- López J, Rodríguez J Huez M, Garza S, Jiménez J, Leyva E (2011) Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA (Chile)* 29(2):21-27. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000200003>.
- Li, R.X., Cai, F., Pang, G., Shen, Q.R., Li, R. and Chen, W. (2015). Solubilisation of phosphate and micronutrients by *Trichoderma harzianum* and its relationship with the promotion of tomato plant growth. *PLoS ONE*. 10:e0130081
- Melgarejo, J., & Abella, F. (2011). Mecanismo de acción de los fungicidas. *Revista Ventana Al Campo*: 193–202.
- Navia, O., Gandarillas, A., Ortuño, N., Meneses, E., & Franco, J. (2010). Tizón de la papa (*Phytophthora infestans*) y agricultura sostenible: integración de resistencia sistémica inducida y estrategias de manejo integrado. Fundación Proinpa, Cochabamba, Bolivia. Recuperado de file:///C:/Users/Vinicio%20Vel%C3%A1squez/Downloads/Oscar%20Navia_tizon%20papa%20(3).pdf
- Ramírez, C.N. (2011) Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 25(2): 10-20.
- Raaijmakers, J.M., Vlami, M. and de Souza, J, Raaijmakers, J.M., Vlami, M. and de Souza, J.T. (2002). Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Anton Leeuw*. 81:537– 547. <https://doi.org/10.1023/A:1020501420831> 25.
- Ruiz-Sánchez, E., Tún-Suárez, J.M., Pinzón-López, L., Valerio-Hernández, G., Zavala-León, M.J. (2008). Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & Curt.) Rost. en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(1): 79-84.
- SAS University (2020). *An Introduction to SAS University Edition*. <https://www.oreilly.com/library/view/an-introduction-to/9781629600079/>
- Stein T (2005) *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology* 56:845-857
- Szczzech, M., Nawrocka, J., Felczyński, K., Małolepsza, U., Sobolewski, U., Kowalska, B., Maciorowski, B., Jas, K., & Kancelista, A. (2017). *Trichoderma atroviride* TRS25 isolate reduces downy mildew and induces systemic defence responses in cucumber in field conditions. *Scientia Horticulturae* 224: 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.035>
- Tejera, B., Rojas, M., & Pérez, M. (2011). Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *CENIC Ciencias Biológicas* 3(42), 131-138.

Cómo citar: Ortega Gabriel, J., Briones Mendoza, J., Morán Morán, J., Narváez Campana, W., Vera Tumbaco, M., Burgos López, G., & Flores Ramírez, H. (2023). Desarrollo de una estrategia química y orgánica para el control del mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en melón. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 4–13. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.4-13>



Caracterización y diagnóstico ambiental de la microcuenca hidrográfica Río de Oro

Characterization and environmental diagnosis of the Río de Oro hydrographic micro-basin

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.14-26>

Recibido: 28-05-2023

Aceptado: 24-10-2023

Publicado: 20-12-2023

Juan Manuel Guerrero Calero¹

 <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

Daniel Alejandro Cárdenas Baque²

 <https://orcid.org/0000-0002-0842-6431>

Jessica Jesenia Moran Mora³

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Yasiel Barban Forte⁴

 <https://orcid.org/0009-0007-4130-3904>

Katherin Clarita Hidalgo Zambrano⁵

 <https://orcid.org/0009-0003-1132-190X>

1. Maestría en Gestión Integrada: Medio Ambiente, Calidad y Prevención; Maestría en Dirección Estratégica Especialidad en Gerencia; Ingeniero en Medio Ambiente; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero en Ambiental; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
3. Magíster en Ciencias Mención Microbiología; Ingeniero Agrónomo; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
4. Licenciado en Historia; Instituto Superior Universitario Oriente; Carrera de Tecnología en Turismo; Joya de los Sacha, Ecuador.
5. Instituto Superior Tecnológico República de Alemania; Carrera de Tecnología en Desarrollo Ambiental; Riobamba, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 14-26

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/17>

***Correspondencia autor:** juan.guerrero@unesum.edu.ec



RESUMEN

El tema de investigación aborda los problemas ambientales presentes en la microcuenca Río de Oro, a partir de una caracterización de los componente abióticos, bióticos y socioeconómicos, a través del uso de los sistemas de información geográfica y parámetros morfológicos utilizados, entre otras variables tales como la capacidad de uso de suelo, geológico, cobertura vegetal y el análisis socio-económico, el diagnóstico identificó los aspectos ambientales que causan contaminación en las riberas del río e inciden en deteriorar la microcuenca , los resultados obtenidos muestran que dos de estos aspectos ambientales mantienen un criterio de importancia muy alto, relevantes a las descargas de aguas residuales y desechos sólidos.

Palabras clave: Río de Oro, Componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, aspectos ambientales ArcGIS.

ABSTRACT

The research topic addresses the environmental problems present in the Río de Oro micro-basin, based on a characterization of the abiotic, biotic and socioeconomic components, through the use of geographic information systems and morphological parameters used, among other variables such as the capacity for land use, geological, vegetation cover and socio-economic analysis, the diagnosis identified the environmental aspects that cause pollution on the banks of the river and affect the deterioration of the micro-basin, the results obtained show that two of these environmental aspects maintain a very high importance criterion, relevant to wastewater and solid waste discharges.

Keywords: Río de Oro, Abiotic, biotic and socioeconomic components, environmental aspects ArcGIS.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El crecimiento de la población ha llevado a acelerar el proceso de expansión urbana y rural en cuanto a actividades económicas las cuales ejercen una enorme presión sobre los recursos naturales, especialmente recursos hídricos (Bennett *et al.*, 2016).

Los principales problemas que afectan repetidamente a las cuencas, microcuencas y microcuencas hidrológicas son factores como erosión y sedimentación consecuen- te, las sequías que deterioran los ríos, en su conjunto también encontramos las inundaciones por crecida de canales y causas además que en la actualidad casi todas las fuentes naturales de agua se ven afectadas (CEPAL, 2013).

Moncayo y Zambrano (2018) evaluaron las actividades antropogénicas y su influencia en el río Portoviejo donde se llegó a la conclusión que la contaminación en la principal fuente hídrica de Portoviejo se debe a las actividades agrícolas, descargas de desechos sólidos y vertimiento de aguas servidas. Por otra parte, Mieles y Jaramillo (2020) realizaron un análisis poblacional entre los años y su impacto ambiental en la parroquia Andrés de Vera – Portoviejo, zona urbana de la microcuenca, este estudio tuvo como resultado el conocimiento de impactos ambientales principalmente de agua, aire y suelo, a causa de la expansión demográfica.

En el caso de la microcuenca Río de Oro se evidencia que su principal problema es la expansión demográfica, misma que podría haber la posibilidad de erosionar los suelos, contaminar el río principal y por efectos antropogénicos en las zonas rurales y urbanas. Para la caracterización de estas variables ambientales, se debe emplear el uso de herramientas de sistemas de información geográfica, mismas que permiten visualizar el contexto del área de estudio.

Los poblados cercanos (Guayabal y Río de Oro) tienen en cuenta que en los últimos

años se ha presenciado diversos problemas relacionados con el manejo inadecuado los recursos naturales, que derivan la inestabilidad y vulnerabilidad de la zona. Sin embargo, el ahorro y la gestión adecuada de los recursos hídricos también es una labor importante que ayuda a sustentar y conservar el hábitat de plantas y animales (Mieles y Jaramillo, 2020).

Por tal razón el estudio tiene el objetivo de caracterizan los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos encontrados en la microcuenca Río de Oro y diagnosticar la situación actual ambiental que atraviesa la microcuenca.

Materiales y métodos

Área de estudio

La microcuenca Río de Oro, está ubicada en la región costera del Ecuador, en la provincia de Manabí entre el cantón Portoviejo y Montecristi que limita en el sector en el que se encuentran los poblados llamados Guayabal y Río de Oro, extensión de aproximadamente de 48,73 Ha donde finaliza desembocando a la cuenca del río Portoviejo.

El estudio es de carácter cuantitativo de las características físicas de una cuenca hidrológica, donde se analizará la red de drenaje, pendiente y forma utilizando cálculos numéricos, la morfología es específica de cada cuenca hidrológica, además de ser directamente proporcional a la posibilidad de captación de agua y su respuesta ante eventos climáticos, como la escorrentía superficial fuera del caudal y el transporte de sedimentos (Cardona, 2017).

Los parámetros de medición morfológica de una cuenca hidrológica o de drenaje están limitados por los contornos internos en los que el agua de lluvia cae, se acumula y fluye hacia un punto común llamado salida de la cuenca o punto de drenaje. Las características morfométricas de una cuenca tienen un efecto significativo en la ocurrencia

de deslizamientos de tierra y pueden proporcionar información valiosa relacionada con los movimientos superficiales inducidos por la lluvia.

Figura 3.

Mapa área de estudio.



Metodología

La caracterización y diagnóstico ambiental se fundamenta en: caracterización de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómico, empezando con la extrayendo las variables de geología, geomorfología, suelos, vegetación, uso de suelo de los archivos shape visualizados en el programa ArcGIS, de esta manera se identificó toda su tipología para luego realizar una descripción que contiene sus características respaldado bibliográficamente.

Proceso para el diagnóstico de la microcuenca río de Oro.

El diagnóstico empieza con el uso de las herramientas "Google Earth, Google Maps y ArcGis como guía para el recorrido tomando en cuenta las mejores rutas para tener acceso al cause principal. Se tomó como referencia la carta topográfica del IGM escala 1:50.000 de Montecristi donde se puede visualizar el río principal, luego con ayuda de mapas y moradores que viven en la cercanía de la zona Google se encontró la localización exacta del punto de inicio.

Las coordenadas se tomaron a través de un GPS garmin 64s en diferentes partes del

río principal donde existían aspectos ambientales que inciden a la contaminación del mismo, se procedió a la toma de cada una de las coordenadas de los aspectos ambientales encontrados en las riberas de la microcuenca, esto incluye botaderos de basura, vertido de aguas residuales y áreas de construcción entre otros.

La realización de un mapa con todas las coordenadas tomadas de los aspectos ambientales encontrados en el recorrido a lo largo de la microcuenca, dará una visión más amplia del estado en el que se encuentra el río principal de la microcuenca con la ayuda de evidencia fotográfica y la evaluación respectiva que se realice.

Evaluación de aspectos ambientales

Para realizar esta evaluación se utilizó la matriz de importancia, para Conesa (1993), esta es una modificación de la matriz de Leopold la cual se la aplica para la identificación de los IA (Impactos Ambientales) negativos y su respectiva valoración, donde esta también es utilizada para evaluar aspectos ambientales y pasivos ambientales.

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un aspecto ambiental:

$$IM = \pm 3(I) + 2(AI) + (PZ) + (R) + (S) + (AC) + (RM) + (RE) + (RCE)$$

Dónde:

\pm = Carácter

IM = Matriz de importancia

I = Intensidad

AI = Área de influencia

PZ = Momento R = Reversibilidad S = Sinergia

AC = Acumulación RM = Periodicidad RE = Recuperabilidad

RCE = Relación causa-efecto

Tabla 3.

Tabla de los factores a evaluar para la EIA.

Intensidad (I)	Valor	Área de influencia (AI)	Valor
Baja	2	Local	2
Media	4	Regional	4
Alta	8	Extra regional	8
Momento (PZ)		Sinergia (S)	
Largo plazo	4	Sin sinergismo	1
Medio plazo	2	Sinérgico	2
Inmediato	1	Muy sinérgico	4
Reversibilidad (R)		Recuperabilidad (RE)	
Corto plazo	1	Recuperable	2
Medio plazo	2	Mitigable	4
Irreversible	4	Irrecuperable	8
Acumulación (AC)		Relación causa-efecto (RCE)	
Simple	1	Indirecto	1
Acumulativo	4	Directo	4
Periodicidad (RM)		Carácter \pm	
Descontinuo	1	Beneficioso	+
Periódico	2		
Continuo	4	Perjudicial	-

Fuente: Estudio para la remediación de pasivos ambientales y plan de cierre del aeropuerto Mariscal Sucre.

Tabla 4.

Parámetros y rangos del valor de importancia para la EIA.

Parámetro	Rangos del Valor de Importancia (IM)	
Bajo	No críticos	IM < 25
Moderado		25 ≥ IM < 50
Alto	Críticos	50 ≥ IM < 75
Muy alto		75 ≥ IM

Fuente: Estudio para la remediación de pasivos ambientales y plan de cierre del aeropuerto Mariscal Sucre.

Fórmulas para el cálculo de los parámetros morfométricos

Se aplicaron diferentes fórmulas y uso de la herramienta ArcGIS para determinar el resultado de los parámetros tomados en cuenta para de esta manera tener una idea del estado en el que se encuentra la microcuenca.

Tabla 5.

Parámetros morfométricos y métodos utilizados.

PARÁMETRO MORFOMETRICO	MÉTODO
Área (A)	Cálculo geométrico en ArcGis
Perímetro (P)	Cálculo geométrico en ArcGis
Longitud Axial (La)	Cálculo geométrico en ArcGis
Ancho Promedio (Ap)	$Ap = \frac{A}{La}$
Coefficiente de Compacidad (Kc)	$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Factor Forma (Ff)	$Ff = \frac{A}{L^2}$
La relación de elongación (Re)	$Re = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$
Densidad de Drenaje (Dd)	$Dd = \frac{Lr}{A}$
Índice Asimétrico (Ia)	$Ia = \frac{Lmax}{Amax}$
Coefficiente de Torrencialidad (Ct)	$Ct = Dd \cdot \left(\frac{N^{\circ} \text{ del orden del cause } N1}{A} \right)$
Altura Máxima de la cuenca	Curva de nivel en ArcGis
Altura Mínima de la cuenca	Curva de nivel en ArcGis
Pendiente media (Pm)	$Pm = \left(\frac{Hmax - Hmin}{L} \right) \times 100$
Orden del Cause	Identificación visual
Curva hipsométrica	Calculo en Excel
Patrón de drenaje	Identificación visual

Fuente: Guzmán *et al.*, (2020)

Resultados

Caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos encontrados en la microcuenca Río de Oro.

Figura 4.

Mapa de suelos.

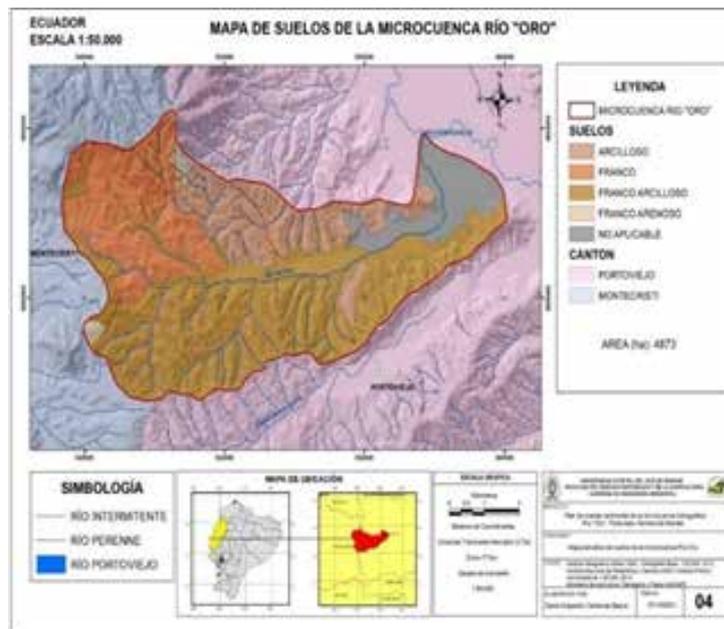


Figura 5.

Mapa de vegetación.

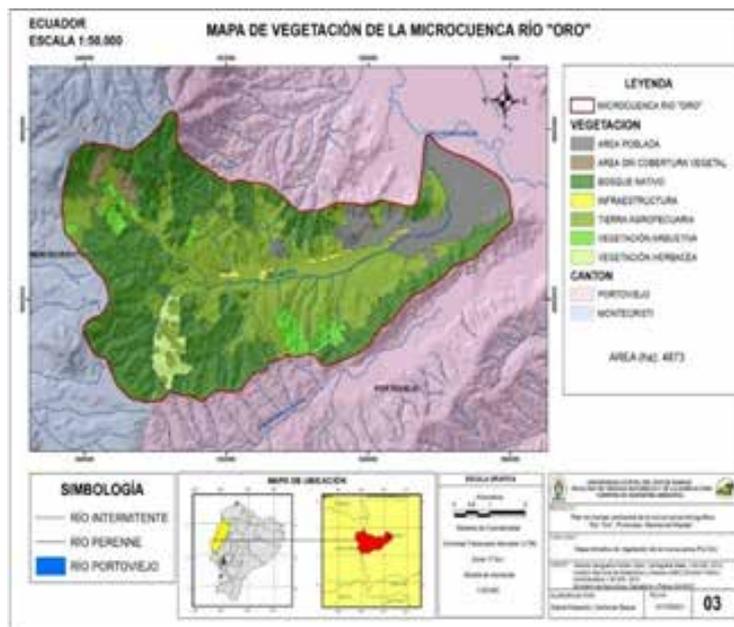


Figura 6.

Mapa de uso de suelo.

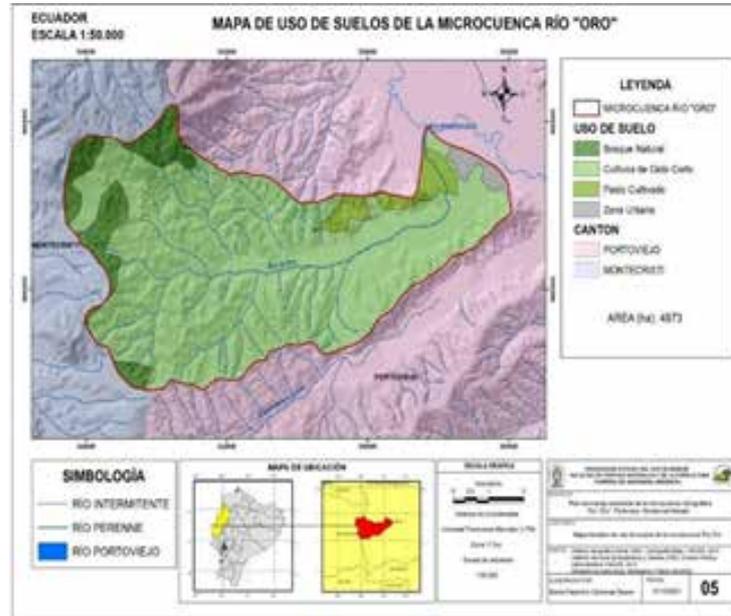


Figura 7.

Mapa de uso de suelo.

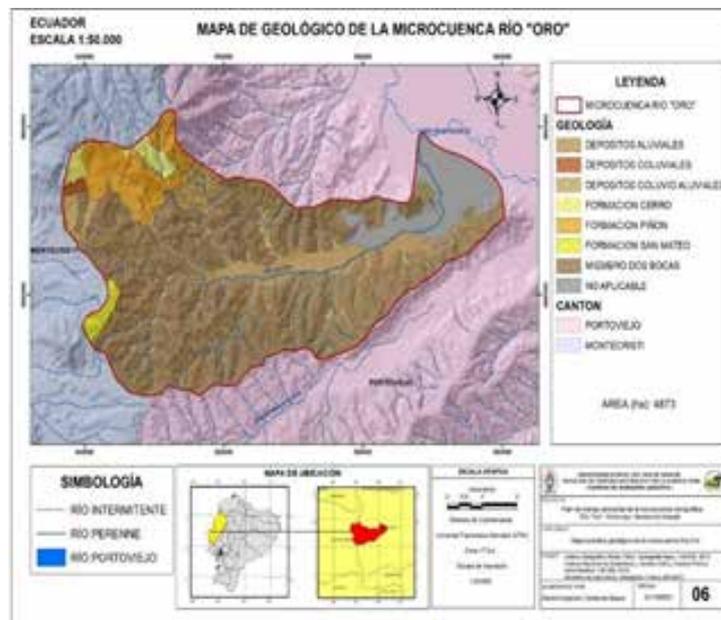


Figura 8.

Mapa geomorfológico.

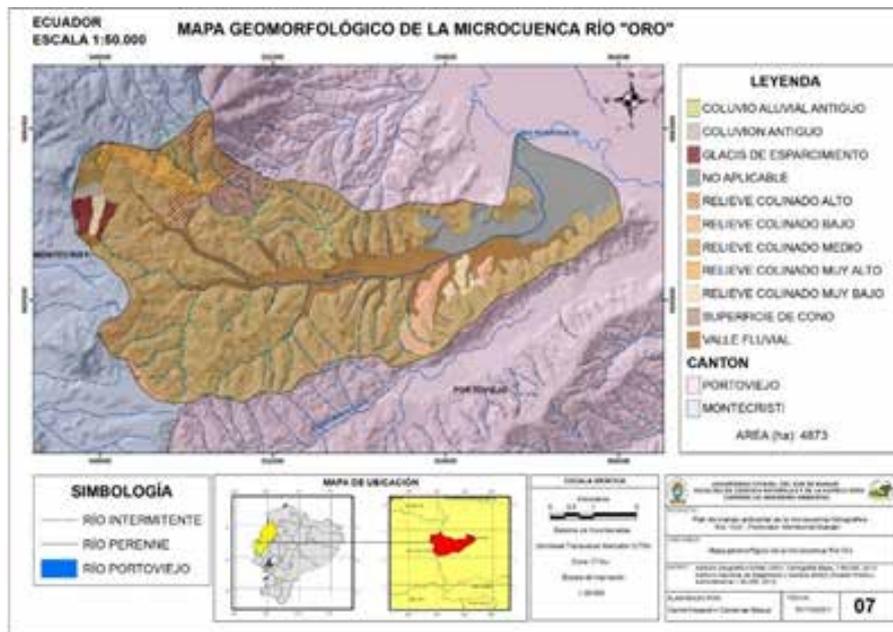


Tabla 6.

Componentes socioeconómicos.

		Educación
Socioeconómico	Socioeconómico	Salud
		Comunicación y transporte

Diagnóstico de la situación actual de la microcuenca Río de Oro

Cálculo de parámetros morfométricos

Tabla 7.

Resultados y conclusiones de parámetros morfométricos.

Parámetro Morfométrico	Resultado	Unidad	Interpretación
Área (A)	48,731	Km	Según el área calculada, pertenece a un área de tamaño medio.
Perímetro (P)	36,496	Km	
Longitud Axial (La)	10,796	Km	La longitud axial del canal principal, según su valor, pertenece al canal largo.
Ancho Promedio (Ap)	4,51km	Km	Una cuenca esbelta con una longitud axial mayor que la anchura media.
Coefficiente de Compacidad (Kc)	1,57	-	Tiene forma oval - oblonga a rectangular – oblonga significarían una forma redondeada que sería susceptible a avenidas rápidas e intensas

Factor Forma (Ff)	0,67	-	Tiende a ser alargada por lo que no está sujeto a presentar crecidas cuando está en época de lluvia.
La relación de elongación (Re)	0,91	-	Para amplia variedad de climas y geología está asociado a fuertes relieves y pendientes fuertes.
Densidad de Drenaje (Dd)	0,92	-	Cuenta con una consistencia de drenaje baja
Índice Asimétrico (Ia)	1.27	-	Cause principal bastante recargado a una de las vertientes
Coefficiente de Torrencialidad (Ct)	0,45	-	Bajo
Altura Máxima de la cuenca	640	m	Gran pendiente, en la parte alta de la Microcuenca.
Altura Mínima de la cuenca	40	m	Presenta un terreno plano con ligeras variaciones
Pendiente media (Pm)	62.19	%	
Orden del Cause	3	-	
Curva hipsométrica	Curva C	-	Es una cuenca sedimentaria en fase de vejez
Patrón de drenaje	Detrítico	-	Se presenta principalmente en estratos horizontales y uniformemente resistentes y sedimentos sueltos, así como en rocas ígneas homogéneas sin control estructural.

Figura 9.

Mapa de puntos de contaminación - Zona Rural.



Figura 10.

Mapa de puntos de contaminación – Zona Urbana.



La visualización de los resultados dados en la figura 7 determinan los diferentes tipos de aspectos ambientales o contaminantes encontrados en la zona rural de la microcuenca del Río de Oro e inciden en el deterioro de la misma, encontrando descargas de agua residuales proveniente de actividades industriales y domiciliarias debido a la escasez de sistemas de alcantarillado,

escombros, desechos sólidos y material orgánico perteneciente a especies porcinas y vacunas.

A diferencia de la zona rural en la zona urbana generalmente se encontraron varios puntos de acumulación de desechos sólidos proveniente de los habitantes ubicados en el sector y descargas de aguas residuales domiciliarias que emiten malos olores.

Tabla 8.

Evaluación de aspectos ambientales.

Aspecto Ambiental	Importancia														Relevancia del Aspecto Ambiental	
	Aire	Agua	Suelo	Números de aspectos	Carácter	Intensidad	Área de influencia	Momento	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Periodicidad	Recuperabilidad	Relación causa-		Importancia
Desechos Sólidos comunes domiciliarios		X	X	20	-	8	8	2	4	4	4	2	1	4	61	
Desechos Sólidos de Granja avícola		X		1	-	2	2	2	4	2	4	2	1	4	29	
Agua residual de mantenimiento de Vehículos		X		1	-	2	2	1	4	4	1	4	1	4	29	
Agua residual Domiciliaria		X		4	-	4	8	1	4	4	4	4	2	4	51	
Desechos Orgánicos (Excremento bovino)	X			2	-	2	2	1	2	4	1	2	1	1	22	

Agua Residual Industrial de planta de asfalto y compañía de construcción	X		1	-	2	4	1	4	4	1	4	2	4	34	
Construcción de puente (Remoción de suelo, deforestación, desechos sólidos, ruido)	X	X	X	1	-	2	4	2	8	4	1	1	4	4	38
Cementerio (Lixiviados)	X		1	-	2	2	2	4	4	1	4	2	4	31	
Escombros		X	8	-	4	4	4	2	2	1	1	1	1	32	
Agua residual Fabrica de bloques	X		1	-	2	2	1	4	4	1	2	2	4	28	
Desechos Sólidos especiales	X		1	-	2	2	2	4	4	4	1	1	4	31	
Cultivos (Dispersión de agroquímicos)	X	X	2	-	2	2	2	4	4	4	4	2	1	31	
Agua residual de lavado y lubricado de vehículos	X		1	-	2	4	1	4	2	1	4	2	4	32	

Los resultados de la matriz demuestran que dos de los trece aspectos ambientales evaluados tienen una importancia negativa de nivel muy alta (50 – 75), con posibilidad a ser crítico, de tal manera se debe buscar la solución para contrarrestar estos aspectos, ya que el nivel de importancia se debe a la cantidad de área afectada dentro de la microcuenca, además de sus focos de contaminación que están en las cercanías de las riberas del río de Oro, de donde provienen los moradores que habitan en las comunidades de los cantones Portoviejo y Montecristi. Por otra parte, la mayor cantidad de aspectos ambientales se encuentran en un rango de (25 – 50) por lo que no representan graves problemas, por lo que se su corrección no es de carácter urgente.

Discusión

En la caracterización de la micro cuenca del Río de Oro se pudo constatar que el componente abióticos es el más predominante, por la diversidad de variables geomorfológicas, geológicas y suelo, seguida del componente biótico por su varianza en el tipo de vegetación, a diferencia de los estudios de Fonseca (2020), donde caracterización de componentes en la microcuenca la Pava en el departamento de Arauca, Colombia es más abundante en el componente biótico

con diversidades de flora y fauna centrándose en estudiar los aspectos ambientales que deterioran o destruyen este componente, manteniendo un clima tropical y con abundancia de agua.

Reyes y Fernández (2022) resaltan que en la micro cuenca Gualagchuco, en la provincia de Cotopaxi, Ecuador mantiene una diversidad abiótica es similar a la micro cuenca Río de Oro con variable geológicas, suelo y geomorfológicas similares, donde su estudio se centra en determinar los contaminantes causantes del deterioro de la calidad de agua, con la ejecución de análisis de laboratorio. En el estudio elaborado concluimos que los trece aspectos evaluados dos tienen una ponderación de importancia muy alta defina por las descargas de aguas residuales domiciliarias y el sinergismo de los desechos sólidos. En consistencia al estudio de Quirós (2017), donde los aspectos ambientales evaluados son de nivel alto y crítico en puntos de descargas de aguas residuales y los desechos sólidos originados por la población asentada en las riberas de la cuenca, al igual que el estudio de Guerrero J., (2019), en el Río Puca, del cantón Olmedo, Manabí, donde de los treinta y seis aspectos evaluados tres son de carácter crítico relacionado con las descargas

de agua residuales domiciliarias por ausencia de alcantarillado, crianza de animales y desechos sólidos.

Conclusiones

Se encontró gran cantidad de componentes abióticos principalmente de su geología donde predomina la formación miembros bocas, la variable geomorfológica es un relieve colinado medio, la zona donde se encuentra el río principal mantiene en su geología depósitos aluviales los cuales generalmente se encuentran en quebradas llegando a juntar con valle fluvial, en los componentes bióticos, el tipo de vegetación que predomina son las tierras agropecuarias que son principalmente cultivos de ciclo corto, estas zonas se encuentran a los alrededores del río y las corrientes de agua que alimentan al río principal (Río de Oro).

La microcuenca Río de Oro es una pequeña red de drenaje de forma alargada, oval - oblonga a rectangular, sedimentaria en fase de vejez según su curva hipsométrica y densidad de drenaje baja, donde se evidencia diferentes tipos de actividades que son dañinas para el medio ambiente, entre estas las más comunes son desechos sólidos comunes domiciliarios y agua residual domiciliar que representan un rango de importancia alto, denominado crítico, los otros aspectos ambientales encontrados son de rango moderado, no considerado crítico, para este análisis los parámetros que se tomaron en cuenta dentro de la matriz de importancia fueron Intensidad, Área de influencia, Momento, Reversibilidad, Sinergia, Acumulación, Periodicidad, Recuperabilidad y Relación causa- efecto.

Bibliografía

- Bennett, S., Kemp, S., & Hudson, M. (2016). Stakeholder perceptions of Environmental Management Plans as an environmental protection tool for major developments in the UK. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 60–71.
- CEPAL. (2013). Guía, análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial.

- Cardona, B. (2017). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas
- Conesa, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (Segunda edición). MUNDI-PRENSA.
- Fonseca, A. (2020). Caracterización ambiental en el ecosistema parte media microcuenca La Pava municipio de Saravena, Arauca 2020. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34789/amfonsecam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, J. (2019). 5883Determinación de pasivos ambientales en las riberas del río Puca del Cantón Olmedo13Fecha. *Revista de Ciencias Agropecuarias "ALLPA"*, 13-19.
- Guzmán, A., Antueno, L., & Gásperi, F. Análisis de la variabilidad geoespacial de la fragilidad morfométrica en la cuenca alta del Río Sauce Chico, Argentina. Análisis de la variabilidad geoespacial de la fragilidad morfométrica en la cuenca alta del Río Sauce Chico, Argentina 2020. *Revista Facultad de Agronomía*.
- Mieles, J. W., & Jaramillo, J. J. (2020). Vista de Crecimiento demográfico e impacto ambiental de la Parroquia Andrés de Vera del Cantón Portoviejo.
- Moncayo, M. A., & Zambrano, J. P. (2018). Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del río Portoviejo (cadmio y plomo, zona metropolitana).
- Quirós, K. (2017). Caracterización y diagnóstico de la zona alta de la microcuenca del río Tiribí, Costa Rica. Obtenido de Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11492>
- Reyes, R., & Zambrano, E. (2022). Caracterización y Diagnóstico de Amenazas Ambientales de la Microcuenca de la Quebrada Gualaghuco, en el Periodo 2021- 2022". Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8576/1/PC-002194.pdf>

Cómo citar: Guerrero Calero, J. M., Cárdenas Baque, D. A., Moran Mora, J. J., Barban Forte, Y., & Hidalgo Zambrano, K. C. (2023). Caracterización y diagnóstico ambiental de la microcuenca hidrográfica Río de Oro. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 14–26. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.14-26>



La agricultura familiar y campesina, en zonas cafetaleras de Jipijapa-Ecuador

Family and peasant agriculture, in coffee-growing areas of Jipijapa-Ecuador

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.27-36>

Recibido: 27-08-2023

Aceptado: 12-11-2023

Publicado: 20-12-2023

Bolívar Fabián Mendoza Marcillo¹

 <https://orcid.org/0000-0003-0812-2232>

Joffre Daniel Pincay Menéndez²

 <https://orcid.org/0000-0002-4664-8983>

Washington Vicente Narváez Campana³

 <https://orcid.org/0000-0002-6674-2088>

Williams Ausberto Merchán García⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-6910-5885>

Líder Israel Figueroa Guaranda⁵

 <https://orcid.org/0009-0000-2551-1921>

1. Magíster en Agronomía mención en Producción Agrícola Sostenible; Ingeniero Agropecuario; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles; Jipijapa, Ecuador.
2. Magíster en Agronomía Mención en Producción Agrícola Sostenible; Ingeniero Agropecuario; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles; Jipijapa, Ecuador.
3. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Magíster en Administración Ambiental; Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria; Ingeniero Agrónomo; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles; Jipijapa, Ecuador.
4. Magíster en Finanzas y Comercio Internacional; Ingeniero Civil; Ingeniero Industrial; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles; Jipijapa, Ecuador.
5. Ingeniero Agropecuario; Maestría en Agropecuaria; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 27-36

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/18>

***Correspondencia autor:** bolivar.mendoza@unesum.edu.ec



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar a las organizaciones de productores familiares de las zonas cafetaleras en el cantón Jipijapa-Ecuador, para la intervención coordinada con las instituciones estatales de fomento a la Agricultura Familiar y Campesina (AFC). Se utilizó la metodología descriptiva y exploratoria, realizando una revisión de la AFC en bases de datos de información bibliográfica depositada en revistas y libros científicos, así como visitas y entrevistas a informantes claves como líderes de organizaciones campesinas de las zonas cafetaleras. Se logró identificar a 15 organizaciones productivas de caficultores familiares, que se encuentran actualmente en estado de activas y legalmente constituidas, son representativas, democráticas y con liderazgo en el territorio. A partir de las diversas políticas públicas de atención a la AFC, se evidencia la falta de una acción clara entre todos los niveles de gobierno y estado para la ejecución de estas políticas en el territorio. Se debe realizar una articulación interinstitucional para que las zonas cafetaleras del cantón Jipijapa surjan hacia el desarrollo productivo.

Palabras clave: Agricultura familiar, caficultores, estrategias, organizaciones campesinas.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify the organizations of family producers in the coffee-growing areas in the Jipijapa-Ecuador canton, for the coordinated intervention with the state institutions for the promotion of Family and Peasant Agriculture (AFC). The descriptive and exploratory methodology was used, carrying out a review of the AFC in databases of bibliographic information deposited in scientific journals and books, as well as visits and interviews with key informants such as leaders of peasant organizations in the coffee-growing areas. It was possible to identify 15 productive organizations of family coffee growers, which are currently in a state of active and legally constituted, are representative, democratic and with leadership in the territory. From the various public policies for attention to the AFC, the lack of clear action between all levels of government and state for the execution of these policies in the territory is evident. An inter-institutional articulation must be carried out so that the coffee-growing areas of the Jipijapa canton emerge towards productive development.

Keywords: Family farming, coffee growers, strategies, peasant organizations.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El cultivo de café, en el Ecuador, tiene relevante importancia en los órdenes económicos, social y ambiental. El ingreso de divisas, por concepto de las exportaciones de café en grano e industrializado, en los últimos años, ha tenido variaciones significativas, pero sigue repercutiendo en la cadena agro-productiva y económica nacional (Mendoza *et al.*, 2023).

En zona Sur de Manabí principalmente en el cantón Jipijapa los cafetales se cultivan bajo sombra, en sistemas agroforestales asociados con leguminosas arbóreas como guabos *Inga spp.* o en policultivos con frutales y forestales (Duicela *et al.*, 2016)

Las fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa son muy diversificadas, la producción de café es la actividad más importante, pero no es la única actividad; sino que se complementa con producción agropecuaria para el autoconsumo. Los bajos rendimientos muestran que hay necesidad de una mejora importante en el manejo técnico del cultivo de café (Santistevan *et al.*, 2016).

La Agricultura Familiar y Campesina (AFC) es un modo de vida y de organización de la producción en el que el grupo familiar es el actor central que trabaja la finca y gestiona las actividades productivas. La mano de obra, predominantemente familiar, genera productos, bienes y servicios agrícolas, sobre todo alimentarios (MAG, 2020).

El destino de la producción sirve para el autoconsumo, la comercialización u otras formas de intercambio. La familia reside en la finca o en una localidad cercana y tiene una fuerte vinculación territorial y cultural a la zona de producción. Complementan sus ingresos con labores de actividades no agrícolas en y fuera de la unidad familiar (FAO, 2022).

Según el MAG (2020), la Agricultura Familiar y Campesina (AFC) en el Ecuador genera más del 70% de empleos rurales, y las uni-

dades de menos de 20 hectáreas producen aproximadamente el 60% de los alimentos consumidos en el país.

El objetivo que busco la presente investigación fue identificar a las organizaciones de productores familiares de las zonas cafetaleras del cantón Jipijapa-Ecuador, para la intervención coordinada con las instituciones estatales de fomento a la AFC.

El enfoque de la agroecología dentro de la AFC

Diversos autores han presentado la agroecología como una ciencia que se funda en principios, no obstante, no existe un consenso alrededor de cuáles pueden ser dichos principios que permita avanzar en la consolidación de la Agricultura Familiar (Gómez *et al.*, 2017) y en qué medida puede resultar una herramienta exitosa para el mundo rural y su salida de la pobreza (Maletta, 2011). De ahí que, Nicholls y Altieri (2019), consideran que la agroecología define los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sustentables y postulan los siguientes principios para un manejo agroecológico: i) diversificación vegetal y animal a nivel de especies en tiempo y en espacio; ii) reciclaje de nutrientes y materia orgánica; iii) provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos, manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo; iv) minimización de pérdidas de suelo y agua, manteniendo cobertura del suelo, control de erosión y manejando el microclima y v) minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas y alelopatía.

La reactivación de la caficultura contribuye a la protección y conservación de la biodiversidad y del bosque cafetalero, protección de las fuentes de agua y conservación del suelo, dando respuesta a los intereses socio-organizativos, económicos y ambientales de los caficultores, priorizando el rescate de sus costumbres, tradiciones y

saberes ancestrales, en un sistema de relaciones de equilibrio con la naturaleza (Ponce *et al.*, 2016).

Circuitos Cortos de Comercialización

Los circuitos cortos de comercialización agroecológica surgen como redes alternativas de comercialización en mercados locales y configuran un modelo de circulación sostenible desde el punto de vista ecológico y social. (Altieri y Nicholls, 2000).

Históricamente, los agricultores familiares campesinos han tratado de evitar la intermediación mediante la venta directa de su producción a sus vecinos, al filo de las carreteras, en las afueras de los mercados municipales, en sus ferias libres, o en las calles de las ciudades, con el afán de mejorar el precio de sus productos. Estos han sido mecanismos limitados que no han logrado mejorar la situación de los pequeños productores, por lo que han terminado en manos de los intermediarios, quienes, desde antes de la cosecha, son dueños de la producción (MAGAP, 2016).

Ante ese escenario poco favorable para el pequeño productor, en los últimos años el MAGAP, a través de la Coordinación de Redes Comerciales, y con el Instituto de Provisión de Alimentos, han desarrollado importantes esfuerzos para mejorar esta situación. Se evidencia un proceso de organización de algunos productores y consumidores -a veces en alianza con el Estado o las colectividades locales- para mejorar las condiciones de venta directa en los mercados locales o internacionales, mediante diversos mecanismos. Algunos de ellos son: ferias campesinas, tiendas campesinas o de productos campesinos, canastas de consumidores, compras públicas por parte del Estado, mercados internacionales de comercio justo. Estas son las modalidades de Comercialización Alternativa en Circuito Corto, totalmente articuladas con la pequeña agricultura campesina (MAGAP, 2016).

A partir del 2016, la Coordinación General de Redes Comerciales (CGRC), ejecuta estrategias enfocadas a la implementación y fortalecimiento de nuevos Circuitos Alternativos de Comercialización, CIALCOs como: venta en finca, agroturismo; ferias; canastas; tiendas campesinas; puntos de venta; abastecimiento a hoteles, restaurantes y cafeterías (HORECA) y abastecimiento directo. (MAGAP, 2016).

Registro y sello de la AFC para productores

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), conociendo la importancia de la AFC, promueve dos estrategias para la creación de políticas públicas específicas y para hacer visible la AFC en los mercados y entre los consumidores de alimentos en el país (MAG e IICA, 2021).

1. El registro es un instrumento para la generación de información de la AFC y la toma de decisiones para la generación de políticas públicas diferenciadas.

2. El Sello AFC es un distintivo que garantiza el origen social de los productos agroalimentarios, provenientes de la Agricultura Familiar Campesina para el acceso a mercados. Su logotipo plasma la diversidad del trabajo, las dinámicas económicas, sociales y ambientes y la vinculación territorial.

Según el (MAG e IICA, 2021) los beneficios para los productores al obtener el sello de la AFC son:

- Ayuda a promocionar los productos y servicios agropecuarios que ofrecen los productores que han obtenido el sello de la AFC.
- Vincula a los productores con espacios de comercialización asociativa o familiar, especialmente con los Circuitos Alternativos de Comercialización CIALCOs.
- Facilita la creación de políticas públicas diferenciadas para familias de productores y consumidores.

Estrategia de la super mujer rural

Las mujeres rurales constituyen una de las fuerzas motrices de la economía de los territorios y son corresponsables del desarrollo, la estabilidad y la supervivencia de sus familias. Como productoras de alimentos asociadas a la agricultura familiar y dado el rol que desempeñan en la toma de decisiones sobre el uso y la distribución de los ingresos familiares (MAGAP, 2016).

Según el (MAG, 2020) la estrategia de la Súper Mujer Rural es un eje fundamental de la Política Pública Agropecuaria que se encuentra en marcha y que ha logrado resultados concretos, entre ellos la comercialización directa y el crédito especializado de acuerdo a las necesidades de los emprendimientos de la mujer campesina.

Con el propósito de apoyar el desarrollo de las actividades agropecuarias en las zonas rurales y que son cumplidas por las mujeres que trabajan en el campo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en coordinación con BanEcuador, creó la línea de «Crédito Productivo Súper Mujer Rural», que se ajusta al ciclo biológico del produc-

to y a las necesidades diferenciadas de las mujeres que se dedican a la actividad agropecuaria en huertos familiares o granjas. Se trata de un préstamo flexible de hasta 3.000 dólares y sin garante (MAG, 2020).

Metodología

El presente trabajo investigativo se realizó en 2022, en las zonas de influencia cafetalera del cantón Jipijapa, Sur de la provincia de Manabí, país Ecuador, ubicada geográficamente a: 01°20'00" de latitud sur y 80°35'00" de longitud oeste, a 350 msnm. El clima en el cantón Jipijapa oscila de subtropical seco a tropical húmedo. La temperatura anual promedio es de 21°C y una precipitación anual promedio de 1000mm (Santistevan *et al.*, 2016).

Figura 1.

Área de estudio del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador.



La metodología utilizada fue la descriptiva y exploratoria, desarrollándose de la siguiente manera:

- Se inicia su realización con una revisión de la Agricultura Familiar y Campesina (AFC) en bases de datos de información bibliográfica depositada en revistas y libros científicos.
- Se consultó sobre algunas políticas públicas ya existentes en el país a favor de los productores de la AFC.
- Se realizaron visitas y entrevistas a informantes claves como líderes de organizaciones de caficultores y demás actores de la AFC. Para el análisis de las entrevistas se procedió a transcribir y ordenar la información.

A continuación, se presenta lista de actores institucionales de competencias en AFC:

Tabla 1.

Lista de instituciones vinculadas a la AFC en el cantón Jipijapa.

Instituciones	Componente de Apoyo
MAG GOBIERNO PROVINCIAL MANABÁ	Sello AFC, CIALCOs, Semillas, Capacitación Fomento Productivo, diferenciación de productos AFC
BANECUADOR	Créditos mujeres y jóvenes rurales Ordenanza AFC y líderes comité interinstitucional
GAP PARROQUIALES	Identificación de productores
UNESUM	Viabilizar proyectos de vinculación sociedad AFC
ONGs EMPRESA PRIVADA	Financiar proyectos AFC Articulación comercial

Resultados

De acuerdo a las visitas y entrevistas realizadas a actores de la Agricultura Familiar y Campesina AFC, se presentan a continuación los siguientes resultados en zonas de influencia cafetalera del cantón Jipijapa:

Tabla 2.

Resultados de las visitas y entrevistas a líderes de organizaciones campesinas identificadas.

Nombre Organización	Parroquia	Institución Reguladora	No. Familias Involucradas	Representante legal	No. Teléfono	Rubros Agrícolas	Rubros Forestales	Rubros Pecuarios	Productos con Valor Agregado
Asociación Agropecuaria Palestina	La América	MAG	30	Luis Pionce	0998622394	Café, maíz, naranjas	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Maiz Seco
Asociación Agropecuaria 19 de Marzo	La América	MAG	36	Carlos Merchán	0994025223	Café, naranjas	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Cerdos, pollos	Café tostado y molido, café oro
Asociación Agropecuaria 27 de Junio	La América	SEPs	83	Alfredo Lucas	0981713668	Maíz, café, maní	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Balanceados, masa de maíz, café molido.
Asociación de Agricultores 11 de Octubre	El Anegado	SEPs	41	Miguel Marcillo	0990792583	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Balanceados, maíz molido, café molido
Asociación Agropecuaria Agrovida	El Anegado	MAG	30	Luis Chele	0995148557	Café, Hortalizas, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Carne faenada de res y cerdo, maíz seco
Asociación Agropecuaria 14 de Junio de Agua Pato	El Anegado	MAG	30	Mario Chilan	0989655740	Maíz, café	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Maiz seco
Comuna Sucre	El Anegado	MAG	30	Máximo Plua	0958781850	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Cerdos, pollos	N.A.
Asociación de Ayuda Social 15 de Agosto	El Anegado	MIES	30	Evaristo Marcillo	0958781850	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Cerdos, pollos	N.A.
Asociación Agrícola La Curia	Pedro Pablo Gómez	MAG	40	Arturo Bailón	0994979514	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, Pollos	Maiz seco, balanceados
Asociación Agropecuaria 24 de Octubre	Pedro Pablo Gómez	MAG	40	Ignacio Tóala	0981095779	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Maiz seco
Asociación Agropecuaria San Jacinto	Pedro Pablo Gómez	MAG	25	Domingo Franco	0988992874	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Maiz seco
Asociación de Campesinos Juntos Lucharemos	La Unión	SEPs	40	Josselyn Parrales	0991114819	Café, naranjas, plátano	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Chiffles, café oro.
Asociación Agropecuaria Bajo de La Unión	La Unión	MAG	25	Holger Holguín	0967894726	Café, naranjas	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Cerdos, pollos	Café oro
Asociación Agropecuaria por un Nuevo Porvenir	Jipijapa	MAG	27	Adriana Lino	0997433078	Café, maíz	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, pollos	Café molido, tortilla de maíz, leche
Upocam*	Jipijapa	MAG	100	Dilmo Parraga	0990047995	Café, maíz criollo, huertos horticolas, frutas, citricos	Balsa, cedrela, pachaco, amarillo.	Bovinos, cerdos, cabras, pollos y patos	Canastas agroecológicas, café molido, miel de abeja, pulpa de frutas, masa de maíz y de yuca, derivados de caña de azúcar

Legenda: SEPs Super Intendencia de Economía Popular y Solidaria, MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería, MIES Ministerio de Inclusión Económica y Social Upocam* Unión Provincial de Organizaciones Campesinas de Manabí. N.A. No Aplica.

En la tabla 2, se observa a 15 organizaciones identificadas de caficultores familiares en el cantón Jipijapa, De las cuales 11 son reguladas por el MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería, 3 por la SEPs Super Intendencia de Economía Popular y Solidaria y 1 por el MIES Ministerio de Inclusión Económica y Social.

En las 15 organizaciones identificadas se observa un total de 607 familias involucradas en la AFC, que son familias de los beneficiarios directos e indirectos de las organizaciones.

El café es el principal rubro agrícola en las 15 organizaciones identificadas, otros rubros que destacan son: maíz, naranjas, maní, plátano, arroz (en seco), frutas y hortalizas. Los principales rubros forestales son: Balsa, cedrela, pachaco, amarillo. Como principales rubros pecuarios se presentan: bovinos, cabras, cerdos, pollos y apícola.

Los principales productos con valor agregado en las 15 organizaciones identificadas en las zonas cafetaleras del cantón Jipijapa son: café tostado y molido, café oro, maíz seco y derivados, carne faenada, leche en litro, chifles, miel de abejas y derivados, canastas agroecológicas, pulpa de frutas, masa de yuca y derivados de la caña de azúcar.

Discusión

Las 15 organizaciones identificadas se encuentran actualmente en estado de activas y legalmente constituidas, son representativas, democráticas y con liderazgo en el territorio.

En este contexto Nayan, (2021), señala que las organizaciones campesinas, también llamadas organizaciones locales, comunitarias, rurales o populares son agrupaciones de base, formales o informales, voluntarias, democráticas, cuyo fin primario es promover los objetivos económicos o sociales de sus miembros.

Un total de 607 familias involucradas en la AFC fueron identificadas, que son familias de los beneficiarios directos e indirectos de las organizaciones familiares de los caficultores que buscan mejorar su condición productiva a través de la asociatividad.

La organización de la Agricultura Familiar tiene diversas facetas y distintas manifestaciones según regiones, grupos humanos, objetivos y acciones. Su base, sustentada en la familia, es el pilar de la cohesión social y la gobernanza de los territorios, así como un elemento clave de la articulación de la oferta de bienes y servicios con su demanda (Nayan, 2021).

Los productos agropecuarios identificados en las zonas cafetaleras de Jipijapa sirven al productor y sus familias para el autoconsumo y la comercialización de sus excedentes. Es importante resaltar que las organizaciones en busca de mejorar sus ingresos cuentan con productos con valor agregado.

En este sentido Alcazar- & Gómez (2022), indica que la agricultura familiar es considerada como una estrategia casi única para cubrir las necesidades de alimentación. Los ingresos familiares obtenidos por actividades agrícolas comerciales, como café o miel, son complementarios de las estrategias de autosubsistencia, particularmente para obtener productos que no se encuentran en la propia cosecha, o en casos de que la cosecha sea insuficiente para cubrir todas las necesidades alimentarias, incluyendo granos básicos.

Pese a que existen estrategias de políticas públicas agrarias a favor de la Agricultura Familiar y Campesina AFC por parte del gobierno central, se evidencia que estas políticas ya aterrizadas en el territorio demuestran un reducido impacto de intervención en cuanto a mejorar las condiciones productivas de las familias cafetaleras del cantón Jipijapa.

Según la FAO (2022), señala que la AFC posibilita el dimensionamiento del sector, au-

menta su visibilidad, facilita la focalización de políticas y programas diferenciales y, por lo tanto, permite un mejoramiento del accionar público y de sus impactos.

En tal virtud Chamba et. al, (2019), sostiene que la agricultura familiar de subsistencia tiene mayor dependencia de capacitación, asistencia técnica por parte del Estado e instituciones privadas, especialmente en la agrotecnia de los cultivos.

Conclusiones

A partir de las diversas políticas públicas de atención a la Agricultura Familiar y Campesina AFC como son, los Circuitos Alternativos de Comercialización CIALCOs, el registro y sello de la AFC y el crédito de la super mujer rural, se evidencia la falta de una acción clara entre todos los niveles de gobierno y estado para la ejecución de estas políticas en las zonas cafetaleras. Por ello se debe realizar una articulación interinstitucional para que el sector surja hacia el desarrollo productivo.

Este estudio hace un valioso aporte de información que servirá como una herramienta para el fortalecimiento de la AFC en las zonas cafetaleras del cantón Jipijapa, y así, se incorporen tecnologías innovadoras en: acompañamiento técnico, extensionismo rural, semillas, créditos, mejoramiento post cosecha, fortalecimiento de la asociatividad e impulso de espacios alternativos de comercialización directa.

Bibliografía

- Alcazar-Sánchez, J. G., & Gómez-Martínez, E. (2022). Diversidad agroalimentaria: estrategias de reproducción campesina en economías de auto-subsistencia en Los Altos de Chiapas, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32(59).
- Altieri, M. y Nicholls, C.I. 2000. *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México. 250 p.
- Chamba-Morales, M. D., Lapo-Paredes, L. E., & Vásquez, E. R. (2019). La agricultura familiar campesina en el cantón Catamayo, provincia de Loja. *Cedamaz*, 9(2), 66-74.
- Duicela, L. A. G., Talledo, D. S. F., & Ávila, E. L. G. (2016). Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 244, 15-34.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2022. *Agricultura familiar: de los conceptos a la práctica*. 38 p. <https://www.fao.org/home/es>
- Gómez, E., Ríos, O. y Eschenhagen, D. 2017. Propuesta de unos principios generales para la ciencia de la agroecología: una reflexión. *Revista Lallista de Investigación*, 14(2), 212-219.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2020. Ecuador presenta la estrategia Súper Mujer Rural a las Primeras Damas de América Latina y el Caribe – Ministerio de Agricultura y Ganadería Consulta 02 de febrero de 2023.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2020. *Publicación de la Estrategia Nacional Agropecuaria para Mujeres Rurales ENAMR*. FAO, ONU Mujeres y el Programa Mundial de Alimentos (WFP). Quito Ecuador. 122 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 2021. *Manual de aplicación de las buenas prácticas agropecuarias dirigido a la agricultura familiar campesina*. http://www.iicaecuador.org/ftp/iica/2021/documentos/papa_2022/MANUAL_DE_APLICACION_compressed.pdf Quito Ecuador.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca) 2016. <https://www.agricultura.gob.ec/biblioteca/> La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025 I parte. ISBN: 978-9942-22-019-6 Consulta 02 de febrero de 2023.
- Maletta, H. 2011. *Tendencias y perspectivas de la Agricultura Familiar en América Latina*. Documento de Trabajo N° 1. Proyecto Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile
- Mendoza, B. F. M., Menéndez, J. D. P., & Zamora, R. C. B. (2023). Influencia de la cosecha de café maduro y verde sobre la calidad física y organoléptica del café (*Coffea arabica* L.). *Agrosilvicultura y Medioambiente*, 1(1), 14-25. ISSN: 2960-8139.

- Nayan, P. 2021. Organizaciones de la Sociedad Civil, Instancias Normativas y de Participación de la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe., p. 15. Nayan_2021.pdf (fao.org)
- Nicholls, C. & Altieri, M. 2019. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Research Journal*, 11(1), doi.org/10.22458/urj.v11i1.2322
- Ponce Vaca, Luciano Abelardo, Acuña Velázquez, Isidro Rolando, Proaño Ponce, William Patricio, & Orellana Suárez, Kléber Dionicio. (2018). The coffee agroforestry system. Its importance for the agro-alimentary and nutritional security in Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*,6(1), 116-129.
- Santistevan Méndez, M., Julca Otiniano, A., Borjas Ventura, R., & Tuesta Hidalgo, O. 2016. Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada*, 13(2), 187-192.

Cómo citar: Mendoza Marcillo, B. F., Pincay Menéndez, J. D., Narváez Campana, W. V., Merchán García, W. A., & Figueroa Guaranda, L. I. (2023). La agricultura familiar y campesina, en zonas cafetaleras de Jipijapa-Ecuador. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 27-36. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.27-36>



Comportamiento de cuatro procedencias de *Swietenia macrophylla* King (1886) en etapa de vivero en Jipijapa, Ecuador

Behavior of four provenances of *Swietenia macrophylla* King (1886) in the nursery stage in Jipijapa, Ecuador

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.37-49>

Recibido: 30-10-2022

Aceptado: 15-11-2023

Publicado: 20-12-2023

César Alberto Cabrera Verdesoto¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>

Elvis Alexander Macías Macías²

 <https://orcid.org/0009-0009-5574-0130>

Mónica Virginia Tapia Zúñiga³

 <https://orcid.org/0000-0002-5591-3603>

Bryan Alejandro Cruz Macías⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-3462-6928>

Susana Esther Mejía Vera⁵

 <https://orcid.org/0000-0001-9878-5421>

1. Magíster en Desarrollo Rural; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero Forestal; Investigador Independiente; Manabí, Ecuador.
3. Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
4. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Carrera de Ingeniería Ambiental, Jipijapa, Ecuador.
5. Magíster Administración Pública, Profesional autónomo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. por la siguiente: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Unidad de Admisión y Nivelación - UNESUM. Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 37-49

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/19>

***Correspondencia autor:** cesar.cabrera@unesum.edu.ec

RESUMEN

Las procedencias de la semilla *Switenia macrophylla* King son de los mejores individuos seleccionados en las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena, Los Ríos y Santo Domingo. La investigación tiene por objeto determinar la semilla de *Switenia macrophylla* King que mejor se adapten para evaluar porcentaje de germinación, supervivencia, características de crecimiento y plagas que afectan a la especie en condiciones de vivero. La metodología consistió en la evaluación continua y recolección de material genético inicial para seleccionar los árboles de mejor calidad, esto se convierte en un factor esencial dentro de las estrategias de conservación y manejo de los recursos forestales, con la procedencia de las cinco individuos de diferentes sitios poblacionales, la investigación se enfoca al comportamiento de la semilla de *Switenia macrophylla* King en fase de vivero, se tomó cinco procedencias de *Switenia macrophylla* King considerando la procedencia de Manabí (Andil) como testigo, para determinar el comportamiento se utilizaron las procedencias de las provincias de Guayas (Balao); Santa Elena (Las Núñez); Los Ríos (Mocache); Santo Domingo (Peripa). Siguiendo el proceso adecuado en su fase inicial se pudo determinar cuál procedencia de *Switenia macrophylla* King mejor se adaptó a las condiciones de vivero en Jipijapa. Se evidenció que el porcentaje de germinación y supervivencia el testigo fue mejor, en crecimiento de diámetro, altura y número de hojas las otras procedencias tuvieron mejores resultados, el ataque de plagas fue para todas las procedencias concluyendo que la procedencia de Manabí, Santa Elena y Santo Domingo fueron las que mejores resultados presentaron en el proceso comportamiento en etapa de vivero.

Palabras clave: Germinación, plagas, porcentaje semilla.

ABSTRACT

The origins of the *Switenia macrophylla* King seed are from the best individuals selected in the provinces of Manabí, Guayas, Santa Elena, Los Ríos and Santo Domingo. The objective of the research is to determine the *Switenia macrophylla* King seed that is best adapted to evaluate germination percentage, survival, growth characteristics and pests that affect the species under nursery conditions. The methodology consisted of the continuous evaluation and collection of initial genetic material to select the best quality trees, this becomes an essential factor within the conservation and management strategies of forest resources, with the origin of the five individuals from different population sites, the research focuses on the behavior of the *Switenia macrophylla* King seed in the nursery phase, five provenances of *Switenia macrophylla* King were taken, considering the provenance of Manabí (Andil) as a control, to determine the behavior the provenances of the provinces of Guayas (Balao); Santa Elena (Las Núñez); Los Ríos (Mocache); Santo Domingo (Peripa). Following the appropriate process in its initial phase, it was possible to determine which origin of *Switenia macrophylla* King best adapted to the nursery conditions in Jipijapa. It was evident that the percentage of germination and survival of the control was better, in growth of diameter, height and number of leaves the other provenances had better results, the pest attack was for all the provenances, concluding that the provenance of Manabí, Santa Elena and Santo Domingo were the ones that presented the best results in the behavioral process in the nursery stage.

Keywords: Germination, pests, seed percentage.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

Los estudios de procedencias designan la población de árboles de una especie que crece en su lugar de origen, es decir, la semilla cosechada de ellos y su descendencia o generación que crece en plantaciones (Sotolongo *et al.*, 2014, p.15) sin embargo, estas especies pueden sufrir adaptaciones siendo trasladadas de su origen geográfico a otras regiones con características ambientales similares.

Para la selección de procedencias dentro de una especie con vistas a su representación en una prueba de derivaciones se debe muestrear una amplia cantidad de plantas de diferentes sitios para representar parte o toda la distribución natural, de la diversidad de la especie, de la facilidad de acceso y del tiempo, financiamiento, recursos humanos y otros recursos disponibles para realizar las expediciones de colecta.

En Ecuador, el sector forestal tiene el potencial para ser una fuente de abundante riqueza para el país, debido a sus ventajas comparativas, es así, que se lo considera privilegiado por su ubicación biodiversidad, clima y bondades del suelo. Por lo tanto, se busca adaptar semillas de diferentes lugares para recuperar esta especie que ha sido víctima de explotación en los últimos años.

En el estudio científico realizado por Patiño *et al.* (2015), menciona que “los bosques que contienen poblaciones de Caoba cubren una superficie de 235 millones de hectáreas, señalándose que durante la última década se tuvo una pérdida de bosques equivalente al 0.38% anual de la superficie total” (p.4). Además los efectos de la fragmentación y el aprovechamiento selectivo, influyen también en las poblaciones de la especie.

Según el MAE (2017) señala que, se establece 10 años de la especie *Swietenia macrophylla*, entrará en un período de veda y no podrá ser comercializada en el Ecuador, será el segundo país, después de Costa

Rica, en declarar la prohibición de aprovecharlo, debido a que es una especie maderables con mayor índice de tala, más del 80%, sus poblaciones muestran indicios de declives y fragmentación en la mayor parte del área de distribución, provocando su disminución acelerada, incluyéndola en la lista de especies en peligro de extinción por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (MAE, 2017).

En el sector de Jipijapa, sitio parte de la problemática mencionada se implementó un ensayo para evaluar el comportamiento de cinco diferentes procedencias de la especie *Swietenia macrophylla* desde la fase vivero.

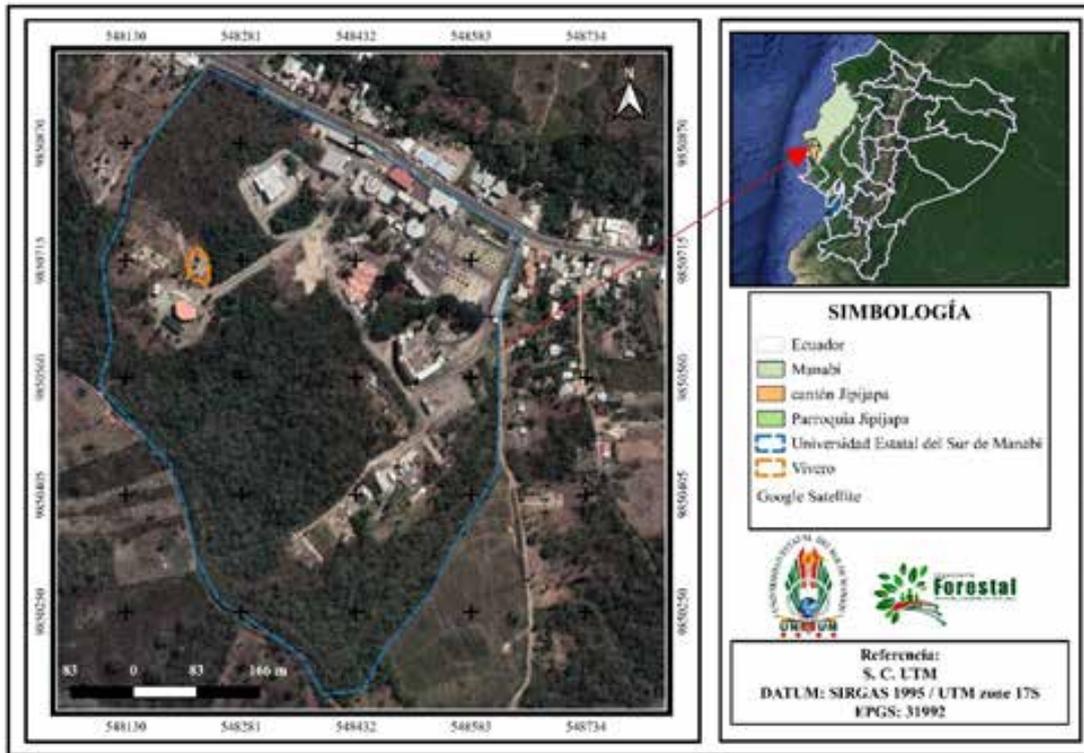
La determinación del comportamiento de cualquier índole de la especie a implementar permitirá que su implementación sea observada, tratada en todo el proceso de adaptación de las semillas en los viveros que luego serán introducidas en la zona, logrando una forestación en el lugar objeto de estudio, es así, que las expectativas de aceptación y resultados positivos se eleva con la confirmación del nacimiento de las semillas y el tratamiento para las semillas, para lograr productos de calidad, y una forestación sostenible en las zonas objeto de estudio (Shoji, 2002).

Metodología

El vivero se estableció en el campus Los Ángeles Universidad Estatal del Sur de Manabí ubicado en el cantón Jipijapa provincia de Manabí, en las coordenadas X 548281 Y 9850715 (Figura N° 1), perteneciente al bosque seco tropical siguiendo la clasificación de Holdridge (1967). Por otro lado, CONIF (2002) afirma que, el vivero debe localizarse en un sitio que sea lo más representativo posible de las condiciones edafoclimáticas (precipitación, temperatura, suelos, otros) y de suelo de la zona a reforestar. Es determinante la disponibilidad de suficiente agua y permanente, de manera que el material vegetal a producir disponga de ese elemento.

Figura 1.

Mapa área de estudio.



Para la recolección de datos numéricos, tabulación, análisis y conclusiones se realizó el siguiente proceso:

Para la evaluación el porcentaje de germinación se tomaron datos del repique, en cada una de las procedencias, se tabuló dicha información en una hoja electrónica.

La supervivencia de las plantas de cada procedencia se compararon de acuerdo a los valores de germinación inicial versus el número de plantas vivas durante el repique, luego de un mes del mismo; los datos se procesaron en una hoja electrónica.

El crecimiento diametral de cada plántula fue tomado antes del repique y luego de un mes, se procedió a medir con un calibrador de Vernier tomado como referencia la altura media de la planta y luego se procedió al análisis de los datos utilizando el programa Infostat.

Obtención de semillas de las diferentes procedencias

La recolección de la semilla se la ejecutó por caída natural, como menciona (Willan, 1991), esta especie es una de los géneros que poseen las semillas dentro de sus frutos, por esta razón es habitual hacer la recolección de forma natural, es decir, hacer la recolección del fruto lo antes posible una vez que haya caído para evitar los daños o pérdidas debidas a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura.

La procedencia de Manabí (Testigo): Se recolectó en el cantón Jipijapa comunidad (Andil) el árbol no presentaba signos de plagas o enfermedades.

Procedencia del Guayas (Tratamiento I): la semilla de *Swietenia macrophylla* fue recolectada en el sitio Balao de una plantación de Caoba el árbol no presentaba signos de plagas o enfermedades.

Procedencia de Santa Elena (Tratamiento II): la semilla de *Swietenia macrophylla* fue del sitio Las Núñez, el árbol no presentaba signos de plagas o enfermedades.

Procedencia de Los Ríos (Tratamiento III): la semilla de *Swietenia macrophylla* fue de la provincia del sitio Mocache, el árbol no presentaba signos de plagas o enfermedades.

Procedencia de Santo Domingo (Tratamiento IV): la semilla de *Swietenia macrophylla* fue del sitio Peripa el árbol no presentaba signos de plagas o enfermedades.

Una vez realizada la recolección se procedió a sacar la semilla de los frutos y seleccionar las mejores semillas recolectadas en cada sitio.

Proceso

Las semillas una vez obtenidas fueron desinfectadas con Vitavax (3 gr) para la protección de la germinación de las plántulas, el cual garantiza una gestación uniforme libre de hongos, este producto es de acción específica para hongos del suelo en los primeros estados.

En cada cama germinadora se colocó la siguiente cantidad de semillas.

- Tt 280 semillas.
- T1 280 semillas.
- T2 280 semillas.
- T3 280 semillas.
- T4 280 semillas.

Las platabandas tuvieron una distancia entre camas de germinación de 1,75 m, 11 m de largo y 1 m de ancho, un espacio de 1,12 m por 1 m para la mezcla de sustrato formado por el 40% de tierra normal, 30% de humus y 30% de arena río, donde se dividieron en cinco espacios con 280 fundas llenas de sustrato para cada tratamiento, para la realización de 4 repeticiones se subdividieron en 56 fundas, es decir 4 repeticiones por

tratamiento de cada procedencia dentro de la platabanda.

En las camas de germinación se utilizó 40% (4 carretas) de tierra normal, 30% (3 carretas) de humus y 30% (3 carretas) de arena, una vez mezclado el sustrato se procedió a cernir eliminando todos los desechos indeseables.

Siembra

La siembra puede hacerse en camas de germinación para su repique y trasplante directamente en recipientes individuales, debidamente identificados. No se recomienda la siembra al voleo, debido al riesgo de que ocurran mezclas de semilla entre lotes adyacentes. A lo largo de la fase de vivero se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar la mezcla de materiales o confusiones entre lotes, lo cual sería fatal para el desarrollo del experimento. Tanto en la siembra como durante el trasplante, se debe trabajar con un lote a la vez, y estos deben quedar debidamente identificados y separados en los recipientes (Mésen, 1994).

La siembra de cada una de las procedencias (Manabí, Guayas, Los Ríos, Santa Elena y Santo Domingo) se realizó el 17 de enero de 2018, en las respectivas camas germinadoras, cada procedencia sembró dependiendo la cantidad de semilla que adquirió, ubicándolas de tal manera que la humedad que se provoca debido al riego del sustrato no tenga efectos negativos como: inundaciones, presencias de hongos, renovación del sustrato, entre otros. Y así poder garantizar una parte del proceso de germinación.

Repique

El repique se hizo el 23 de febrero de 2018 lo cual consistió en sacar las plantas de la cama del almácigo y colocarlas en fundas o en platabandas, el tamaño de extracción de las plantas fue de un promedio de 14 a 15 cm, antes de la extracción se regó el almácigo una o dos horas antes y luego se sacó las plantas con cuidado para evitar dañar las raíces.

Al momento de realizar este trabajo se realizó una selección de plantas eliminando aquellas que presentaron mal formaciones como el tallo torcido, raíz mal formada, o plantas con hongos.

Para esta actividad se destinó un área completa para colocar las fundas llenas con el sustrato de igual proporción que el de las camas de germinación para no crear un ambiente irregular con el suelo, con esto por cada procedencia se llenaron un total de 280 fundas en la medida entre 8*5 ("), aplicando fungicidas e insecticidas evitando el daño de plagas y enfermedades.

Seguidamente se hizo un control biológico, es decir, se aplicaron insecticidas foliares y fungicida radicular:

- Fungicida biológico
- Insecticida biológico

En las fundas se aplicó 500 ml (250 ml de la solución y 250 ml de agua) al atardecer directamente en el suelo (fungicida) un día antes del proceso del repique, mezclando ambas dosis con ayuda de un pulverizador, el mismo procedimiento se realizó el día siguiente con los insecticidas, pero, a diferencia del otro este, se le roció de forma foliar, cuando las plántulas ya se encontraban repicadas, teniendo en cuenta que estas queden totalmente húmedas y por último, se efectuó el riego, el cual está dirigido a mantener el sustrato de la funda siempre húmedo.

Controles fitosanitarios

Se realizaron 3 aplicaciones de fungicidas biológicos a base de (40 % cebolla, 20 % leche y 40 % romero) la primera vez el 20 de febrero de 2018 en la cama de germinación, la segunda aplicación del fungicida fue el 28 de febrero de 2018 cuando las plantas se encontraban en las fundas, la tercera y cuarta aplicación del insecticida se hizo el 26 de febrero de 2018.

Seguimiento y toma de datos

La recolección o toma de información de este ensayo fue de carácter cuantitativo. Para esto se realizaron siete tomas de datos, las tres primeras tomas se realizaron el 02, 09 y 16 de febrero de 2018, cuando se encontraban en las platabandas y las cuatro tomas siguientes el 23 de febrero (durante repique), 02, 09 y 13 de marzo de 2018, después del repique, esto según la metodología de Santos, *et al.*, (2005).

En la primera toma de datos se contabilizó a cada una de las plántulas para así determinar un promedio total y la variante de crecimiento entre la cantidad de foliolos y la talla máxima y mínima así también el número de folios presentados en la fecha de la toma de datos.

La toma de datos del diámetro se realizó con la ayuda de un calibrador Vernier, tomando como referencia la altura media de cada plántula.

Las características fenológicas tomadas en cuenta fueron las siguientes:

1. Antes del repique.

Altura de cada plántula.

Número de foliolos de cada plántula.

Diámetro de cada plántula.

2. Durante el repique:

Altura de cada plántula.

Número de foliolos de cada plántula.

Diámetro de cada plántula.

Tamaño de la raíz.

3. Después del repique:

Altura de cada plántula.

El número de foliolo de cada plántula.

Diámetro de cada plántula.

Análisis de Varianza (ANOVA)

La evaluación del porcentaje de germinación de las cinco procedencias de *Swietenia macrophylla* King (1886) en vivero, se obtuvo de las semillas antes del repique, realizando un estudio estadístico de los 5 tratamientos.

Resultados

Evaluación del porcentaje de germinación de las cinco procedencias de *Swietenia macrophylla* King (1886), en vivero

De acuerdo a la tabla 1, de análisis de varianza la germinación alcanzó un coeficiente de variación de 2.36 % siendo altamente representativo, el valor p en este ensayo fue inferior al 0,05 demostrándose que los tratamientos fueron altamente significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, el mejor tratamiento fue el tratamiento testigo (procedencia Manabí) con una media de 69,25 % y la menor germinación fue el tratamiento 5 (procedencia Santo Domingo).

Tabla 1.

Análisis de la Varianza de la Germinación (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	6761,70	4	1690,43	1878,25	<0,0001
TRATAMIENTOS	6761,70	4	1690,43	1878,25	<0,0001
Error	13,50	15	0,90		
Total	6775,20	19			

CV: 2.36% Altamente representativo

Tabla 2.

Prueba: Tukey de germinación al 0.05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	69,25	4	0,47	A
T2	49,50	4	0,47	B
T3	37,00	4	0,47	C
T4	30,75	4	0,47	D
T5	14,50	4	0,47	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Definición la supervivencia y mortalidad en semillero de la especie en estudio por procedencia

Del del análisis de varianza la mortalidad alcanzó un coeficiente de variación de 3.63% siendo altamente representativo, el valor p en este ensayo fue inferior al 0,05 demostrándose que los tratamientos fueron altamente significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, la mayor tasa de mortali-

dad fue el tratamiento 5 (procedencia Santo Domingo) con una media de 86,00% y la menor tasa de mortalidad fue el tratamiento testigo (procedencia Manabí).

Tabla 3.

Análisis de la Varianza de la Germinación (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	6606,70	4	1651,68	351,42	<0,0001
TRATAMIENTOS	6606,70	4	1651,68	351,42	<0,0001
Error	70,50	15	4,70		
Total	6775,20	19			

CV: 3,63% Altamente significativos

Tabla 4.

Prueba: Tukey de mortalidad al 0.05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	86.00	4	1,08	A
T2	67,75	4	1,08	B
T3	62,00	4	1,08	C
T4	53,50	4	1,08	D
T5	30,75	4	1,08	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Evaluación de las características de crecimiento diametral y longitudinal, número de hojas de las plántulas de *Swietenia macrophylla* King (1886)

Se puede decir que antes de repique el análisis de varianza el diámetro alcanzó un coeficiente de variación de 7,69% siendo

no significativo, el valor p en este ensayo fue mayor al 0,05 demostrándose que los tratamientos fueron no significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, los de mayor diámetro fue el tratamiento 5 y 2 (procedencia Santo Domingo y Guayas) con una media de 0,95% y el menor diámetro fue el tratamiento 4 (procedencia Los Ríos).

Tabla 5.

Análisis de la Varianza del Diámetro antes del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	4	4,3E-03	0,85	0,5155
TRATAMIENTOS	0,02	4	4,3E-03	0,85	0,5155
Error	0,08	15	0,01		
Total	0,09	19			

CV: 7.69 % no significativo

Tabla 16.

Prueba: Tukey de diámetro al 0, 05 %.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	0,95	4	0,04	A
T2	0,95	4	0,04	A
T3	0,93	4	0,04	A
T4	0,90	4	0,04	A
T5	0,88	4	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la tabla 5, se puede observar que después del repique el análisis de varianza el diámetro alcanzó un coeficiente de variación de 20,18% siendo no significativo, el valor p en este ensayo fue mayor al 0,05 demostrándose que los tratamientos fueron no

significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, los de mayor diámetro fue el tratamiento 3 (procedencia Santa Elena) con una media de 3,25% y el menor diámetro fue el tratamiento 4 (procedencia Los Ríos).

Tabla 7.

Análisis de la Varianza Diámetro después del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,50	4	0,13	0,34	0,8461
TRATAMIENTOS	0,50	4	0,13	0,34	0,8461
Error	5,50	15	0,37		
Total	6,00	119			

CV: 20, 18 % no significativo

Tabla 8.

Prueba: Tukey de diámetro al 0,05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	2,75	4	0,30	A
T2	3,00	4	0,30	A
T3	3,00	4	0,30	A
T4	3,00	4	0,30	A
T5	3,00	4	0,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Antes de repique el análisis de varianza de altura alcanzó un coeficiente de variación de 13,69 % siendo significativo, el valor p en este ensayo fue menor al 0,05 demostrándose que los tratamientos fueron alta-

mente significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, los de mayor altura fue el tratamiento 5 (procedencia Santo Domingo) con una media de 7,00% y la menor altura fue el tratamiento 4 (procedencia Los Ríos).

Tabla 9.

Análisis de la Varianza altura antes del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	45,50	4	11,38	37,92	<0,0001
TRATAMIENTOS	45,50	4	11,38	37,92	<0,0001
Error	4,50	15	0,30		
Total	50,00	19			

CV: 13.69% significativo

Prueba: Tukey de Altura 0, 05 %

Tabla 10.

Prueba: Tukey de Altura 0,05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	7,00	4	0,27	A
T2	3,50	4	0,27	B
T3	3,25	4	0,27	B
T4	3,25	4	0,27	B
T5	3,00	4	0,27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Después del repique el análisis de varianza la altura alcanzó un coeficiente de variación de 9,93% esto tienen diferencia significativa, el valor p en este ensayo fue mayor al 0,05 demostrándose que los tratamientos tienen diferencia significativa lo que lo co-

rrabora la prueba de Tukey, los de mayor altura fue el tratamiento 3 (procedencia Santa Elena) con una media de 13,50% y el menor diámetro fue el tratamiento 4 (procedencia Los Ríos).

Tabla 11.

Análisis de la Varianza de Altura después del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	17,20	4	4,30	2,93	0,0564
TRATAMIENTOS	17,20	4	4,30	2,93	0,0564
Error	22,00	15	1,47		
Total	39,20	19			

CV: 9,93 % tienen diferencia significativa

Tabla 12.

Prueba: Tukey altura 0,05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	13,50	4	0,61	A
T2	12,75	4	12,75	B
T3	12,75	4	12,75	B
T4	11,75	4	12,75	B
T5	10,75	4	12,75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Antes del repique el análisis de varianza la hojas alcanzaron un coeficiente de variación de 28,08% siendo no significativo, el valor p en este ensayo fue menor al 0,05 demostrándose que los tratamientos son no significativo lo que lo corrobora la prueba

de Tukey, los que obtuvieron mayor número de hojas en la cama de germinación fue el tratamiento 5 (procedencia Santo Domingo) con una media de 3,75% y las de menor número fueron los tratamientos 2, 3 y 4 (procedencia Guayas, Santa Elena y Los Ríos).

Tabla 13.

Análisis de la Varianza crecimiento de hojas antes del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	6,80	4	1,70	3,19	0,0441
TRATAMIENTOS	6,80	4	1,70	3,19	0,0441
Error	8,00	15	0,53		
Total	14,80	19			

CV: 28, 09% no significativo

Tabla 14.

Prueba: Tukey hoja 0,05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	3,75	4	0,37	A
T2	2,50	4	0,37	A
T3	2,25	4	0,37	A
T4	2,25	4	0,37	A
T5	2,25	4	0,37	A

En la tabla 12, se puede observar que después del repique el análisis de varianza las hojas alcanzaron un coeficiente de variación de 18,09% siendo no significativo, el valor p en este ensayo fue menor al 0,05 demostrándose que los tratamientos son no

significativos lo que lo corrobora la prueba de Tukey, los que obtuvieron mayor número de hojas fue el tratamiento 5 (procedencia Santo Domingo) con una media de 5,25% y las de menor número fueron los tratamientos 2 (procedencia Guayas).

Tabla 15.

Análisis de la Varianza del crecimiento de hoja después del repique (SC tipo III).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	5,30	4	1,33	2,09	0,1326
TRATAMIENTOS	5,30	4	1,33	2,09	0,1326
Error	9,50	15	0,63		
Total	14,80	19			

CV: 18,09% no significativa

Tabla 16.

Prueba: Tukey hojas 0,05%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E	
T1	5,25	4	0,40	A
T2	4,50	4	0,40	A
T3	4,50	4	0,40	A
T4	4,00	4	0,40	A
T5	3,75	4	0,40	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Identificación de las plagas que afectan a la especie bajo condiciones de vivero

Durante el ensayo se pudo identificar la presencia de plagas en los tratamientos, siendo uno de los más incidentes el taladrador *Hypsipyla grandella* (Zeller). Esto originó la muerte de plántulas en el semillero, este el ataque se evidenció en la primera etapa de germinación ya que las larvas al emerger, barrenan la yema apical y se alimentan del tejido de los brotes esto provoca la muerte de la yema apical, esta incidencia fue del 100% en el vivero.

Las plántulas también sufrieron la enfermedad conocida *damping off* (mal de almáciguera). Uno de los principales problemas que se sufrió en el vivero fue la presencia de determinados hongos que afectaron a las semillas y plántulas recién germinadas.

El mayor porcentaje de germinación de semillas se presentó en la procedencia Manabí lo que se contrapone con los resultados obtenidos en el estudio realizado por (Nolasco-Guzmán *et al.*, 2016) en el que una procedencia foránea presentó mayor germinación con relación a la testigo (local), el porcentaje promedio de germinación encontrada en el estudio realizado por Saldaña (2015), fue de 64%, con máximos y mínimos que variaron entre 78% y 34,7%. La germinación de las semillas fue mayor según la procedencia y el método de cosecha utilizado, ($F=5,88$; $p<0,0001$), estos parámetros coinciden con la presente investigación en la que el porcentaje promedio de germinación de la semilla local fue del 70%.

A través del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), duran-

te la década de los años '90 se realizó un estudio acerca de la variabilidad genética de la caoba (Adolfo, 2007). Dicho estudio consistió en el establecimiento de tres ensayos de progenies de *Swietenia macrophylla* (dos con progenies de Costa Rica y uno con progenies provenientes de otros países de Mesoamérica). Los resultados de los dos primeros ensayos mostraron que en Costa Rica la especie posee altos niveles de variación genética para los valores de rendimiento en altura y diámetro, lo que corrobora los resultados obtenidos en el presente trabajo en relación a las diferencias interespecíficas en relación al diámetro y altura. La composición de poblaciones y su distribución en el trópico han colocado a *Swietenia macrophylla* como una especie con disgenia, por lo tanto, el estudio de (Niembro *et al.*, 2006), en los que reportan diferencias significativas en altura y diámetro en plantas de esta especie, son básicos para revertir en lo posible al estado disgénico en el que se encuentran las poblaciones y con marque el tiempo y no su desaparición por su aprovechamiento sin visión relativa a la diversidad y vulnerabilidad genética de la misma.

Durante el presente trabajo se pudo verificar el ataque de *Hypsipyla grandella* en las plántulas, esto se lo compara con lo descrito por Navarro (2015), quienes determinan que las plagas principales que atacan a las meliáceas son dos especies del género *Hypsipyla*, *Hypsipyla grandella* e *Hypsipyla robusta* Moore (1886) El *Hypsipyla grandella* se distribuye en Norte y Sur América y parte del Caribe, mientras que *Hypsipyla robusta* se encuentra en África, India, sureste de Asia, Indonesia y Australia.

Conclusiones

La procedencia de Manabí (testigo), tuvo un mayor porcentaje de germinación seguido por Santa Elena y el de menor valor fue Santo Domingo.

La procedencia de mayor supervivencia fue la de provincia del Guayas con 256 plántu-

las y la de menor fue la Santo Domingo con 83 plántulas siendo la que menor grado de germinación lo que significa que esta procedencia no se adaptó al medio.

En la evaluación del crecimiento de diámetro y longitud el mayor porcentaje de la variable altura fue la proveniente de la provincia de Santo Domingo con 43% (9 cm de altura) y la variable diámetro se obtuvo un valor promedio máximo de 2 mm, la semilla de la provincia del Guayas; Los Ríos, Manabí y Santa Elena presentaron en altura un 14% (3 cm de altura) pero, diferenciándose en diámetro, Santa Elena con 3 mm, mientras la procedencia I y III presentaron de 0,9 mm, el número de hojas de los tratamientos I, II, III, y el testigo tienen un promedio de 2 folíolos, sin embargo Santo Domingo alcanzó 4 hojas, es decir la procedencia dominante.

Las plagas observadas en el ensayo fue principalmente la presencia de la *Hypsipyla grandella* originando afectación en todos los tratamientos, también sufrió la enfermedad de damping off.

Bibliografía

- Adolfo Basil, J. G. 2007. Diversidad genética en poblaciones de *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae) en Costa Rica y Bolivia [Tesis de Postgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Turrialba – Costa Rica. 108 p. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4814>
- CONIF. 2002. Guía para Plantaciones Forestales Comerciales MAGDALENA. Serie de documentación no. 35. Convenio CONIF – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- Programa de Fortalecimiento a la Investigación y Protección Forestal. Bogotá, Colombia. 40 p.
- El Ministerio del Ambiente [MAE]. (02 de noviembre de 2017). MAE establece veda de 10 años para caoba silvestre. El Telégrafo. <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/mae-establece-veda-de-10-anos-para-caoba-silvestre>
- Holdridge L. R. 1967. Ecología de la zona de vida. San José, Costa Rica: Centro de Ciencias Tropicales. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19670604180>

- Mesen, F. 1994. Ensayos de procedencias en especies forestales: establecimiento, manejo, evaluación y análisis. En proyecto de mejoramiento genético forestal. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10718>
- Navarro, M. 2015. Diagnóstico del estado actual de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en los bosques manejados de Quintana Roo, México: perspectivas para su manejo. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Niembro Rocas, A., Márquez Ramírez, J. y Ramírez García, E. O. 2006. Emergencia y crecimiento inicial de plántulas de 20 familias de caoba [*Swietenia macrophylla* King-Meliaceae] procedentes de una plantación en el Estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 8(2), 33-39.
- Nolasco-Guzmán, V., Calyecac-Cortero, H. G., Muñoz-Orozco, A., Miranda-Rangel, A. y Cuevas-Sánchez, J. A. 2016. Evaluación experimental de germinación y emergencia en semillas de piñón mexicano del Totonacapan. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8), 1959-1971.
- Patiño Valera, F., Sigaud, P. y Marín Chávez, J. 2015. Perspectivas de la caoba en los neotrópicos. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia. 58 p.
- Rueda, A. Benavides, J. Prieto, J. Trinidad, J. Orozco, G. Molina, A. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de jalisco. *Rev. Mex. Cien. For.* Vol. 3 Núm. 14.
- Saldaña Rojas, J. S. 2015. Estimación del potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8524>
- Santos Jiménez, V., Mas Kantún, P., López, C., Snook, L. K. y Escobar Ruiz, C. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México. *Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas. Recursos Naturales y Ambiente*, 44, 27-36.
- Shoji Sánchez, D. 2002. Estudio físico de suelos de dos sitios para determinar la factibilidad del establecimiento de Caoba (*Swietenia humilis* Zucc.) y Teca (*Tectona grandis* L f) [Tesis de Doctorado, Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2287>
- Sotolongo Sospedra, R., Geada López, G. y Cobas López, M. 2014. Mejoramiento Genético Forestal; Texto para estudiantes de Ingeniería Forestal. UPR, Cuba. 52 p.
- Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Roma, Italia: FAO. <https://koha.unl.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-ISBDdetail.pl?biblionumber=9850>

Cómo citar: Cabrera Verdesoto, C. A., Macías Macías, E. A., Tapia Zúñiga, M. V., Cruz Macías, B. A., & Mejía Vera, S. E. (2023). Comportamiento de cuatro procedencias de *Swietenia macrophylla* King (1886) en etapa de vivero en Jipijapa, Ecuador. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 37-49. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.37-49>



Evaluación del crecimiento inicial de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. con la aplicación de tres dosis de biofertilizantes

Evaluation of the initial growth of the species *Swietenia macrophylla* King and *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. with the application of three doses of biofertilizers

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.50-61>

Recibido: 30-11-2023

Aceptado: 12-11-2023

Publicado: 20-12-2023

César Alberto Cabrera Verdesoto¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>

Stalin Jhoan Cedeño Mera²

 <https://orcid.org/0009-0009-8490-3269>

Sofía Ivonny Castro Ponce³

 <https://orcid.org/0000-0002-6288-5073>

Alfredo Jiménez Gonzalez⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-1768-5566>

Valeria Lissette Cali Ligua⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>

1. Magíster en Desarrollo Rural; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero Forestal; Investigador Independiente; Portoviejo, Ecuador.
3. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
4. Doctor en Ciencias Forestales; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
5. Ingeniero Forestal; Investigador Independiente; Guayas, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 50-61

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/20>

***Correspondencia autor:** cesar.cabrera@unesum.edu.ec



RESUMEN

En el suelo, existe un equilibrio entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo. La investigación de semillas identifica dos sistemas de producción, uno formal que provee semillas de variedades uniformes y otro de multiplicación controlada por especialistas. En esta investigación se plantea evaluar el efecto de un biofertilizante en el crecimiento inicial de la especie *Swietenia macrophylla* y *Triplaris cumingiana* a través del uso de dosis de biofertilizantes de 200, 300 y 400 ml en 5l de agua obtenida de la captación sanitaria del cantón Manta utilizando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 4, con tres repeticiones y un total de 24 unidades experimentales. Se obtuvo como resultado que la *Swietenia macrophylla* mostró el mayor porcentaje de germinación con 90,95% en la etapa de vivero, lo que puede deberse a las características agronómicas definidas de esta especie maderable. Para la variable altura de planta de 30, 60 y 90 días, la misma especie reportó el valor alto, con 8,19 cm; 18,73 cm y 28,73 cm sin aplicación de biofertilizante. Al aplicar las dosis de biofertilizantes se pudo establecer que, a los 60 días, con las dosis de 200 ml y 300 ml en 5l de agua, se obtuvieron mayores alturas de planta, con 13,89 cm y 13,59 cm, respectivamente. Así mismo, al interactuarse los valores en la variable altura de planta, el tratamiento *S. macrophylla* con 200 ml en 5 l de agua presentó el mayor valor, con 8,41 cm a los 30 días y 19,37 cm a los 60 días. Mientras que la variable diámetro de tallo reportó a los 60 días 0,40 cm y a los 90 días 0,70 cm para la especie *S. macrophylla*. La *S. macrophylla* presentó una respuesta favorable a la aplicación de sustrato enriquecido con microorganismos (biofertilizante). La dosis que mayor crecimiento inicial reportó fue de 300 ml en 5l de agua. A los 60 días, con la dosis de 200 ml en 5 l de agua, se registró el mejor crecimiento en altura de la planta.

Palabras clave: Arreglo factorial, germinación, variable, vivero.

ABSTRACT

In soil, there is a balance between nutrients adsorbed on soil particles and nutrients released into the soil solution. Seed research identifies two production systems, one formal that provides seeds of uniform varieties and another of multiplication controlled by specialists. This research aims to evaluate the effect of a biofertilizer on the initial growth of the species *Swietenia macrophylla* and *Triplaris cumingiana* through of the use of doses of biofertilizers of 200, 300 and 400 ml in 5l of water obtained from the sanitary collection of the Manta canton using an experimental design of randomized blocks with a 2 x 4 factorial arrangement, with three repetitions and a total of 24 experimental units. The result was that *Swietenia macrophylla* showed the highest percentage of germination with 90.95% in the nursery stage, which may be due to the defined agronomic characteristics of this timber species. For the plant height variable of 30, 60 and 90 days, the same species reported the high value, with 8.19 cm; 18.73 cm and 28.73 cm without application of biofertilizer. When applying the doses of biofertilizers, it was established that, after 60 days, with the doses of 200 ml and 300 ml in 5l of water, greater plant heights were obtained, with 13.89 cm and 13.59 cm, respectively. Likewise, when the values were interacted in the plant height variable, the *S. macrophylla* treatment with 200 ml in 5 l of water presented the highest value, with 8.41 cm at 30 days and 19.37 cm at 60 days. While the variable stem diameter reported 0.40 cm at 60 days and 0.70 cm at 90 days for the spice *S. macrophylla*. *S. macrophylla* presented a favorable response to the application of substrate enriched with microorganisms (biofertilizer). The dose that reported the greatest initial growth was 300 ml in 5l of water. After 60 days, with the dose of 200 ml in 5 l of water, the best growth in plant height was recorded.

Keywords: Factorial arrangement, germination, variable, nursery.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

La importancia que tienen los microorganismos en la naturaleza y en sus relaciones con el hombre es cada día más evidente, los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un papel sustancial. El desarrollo y uso de los biofertilizantes se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales. Los beneficios que presenta el uso de microorganismos pueden concretarse de la siguiente manera: a) Fitoestimulantes, estimulan la germinación de las semillas y el enraizamiento por la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias; b) Biofertilizantes, incrementan el suministro de los nutrimentos por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de N₂, la solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos; c) Mejoradores, mejoran la estructura del suelo por su contribución a la formación de agregados estables (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012). Adicionalmente, se ha demostrado que estos microorganismos son útiles en el aumento de la productividad de plantas de interés comercial y, por lo tanto, podrían suplir las deficiencias de nutrientes de forma eficiente de cultivos estratégicos que deben crecer en suelos salinos (Galindo *et al.*, 2016).

En el suelo, entonces, existe un equilibrio (balance) entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo. Si este equilibrio es alterado, por ejemplo, por la absorción de los nutrientes a través de las raíces de las plantas, los nutrientes son liberados del complejo de adsorción para establecer un nuevo equilibrio. El abono orgánico, el compost y los fertilizantes, son aplicados en un suelo cuyo contenido natural propio no puede suplir los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento de la planta, los fertilizantes agregados se descomponen y disuelven, y sus cationes y aniones se comportan como se ha descrito anteriormente (IFA, 2002).

Los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se coloca a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico (Restrepo, 2007). Por otro lado, funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas, que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Restrepo, 2001).

Sin embargo, García-Rodríguez *et al.*, (2018), manifiesta que la investigación en el tema de semillas identifica dos sistemas de producción, el sistema formal que provee semillas de variedades uniformes que han sido evaluadas para su adaptación a ciertos sistemas y bajo ciertas condiciones de cultivo; la estructura de este sistema se guía por las metodologías científicas de fitomejoramiento y multiplicación controlada por especialistas (Domínguez-García *et al.*, 2018).

Metodología

El presente estudio se realizó en el cantón Portoviejo en la vía a Crucita, en el paso lateral a la altura del registro civil, entre las coordenadas de latitud sur a 01°03'16" y a 80°27'16" de longitud oeste, y a 15 m.s.n.m. (PDOT Portoviejo, 2016).

Se empleó un diseño experimental de Bloques al Azar con arreglo factorial 2 x 4, con tres repeticiones y un total de 24 unidades experimentales. Los datos fueron sometidos a la prueba de significación de Tukey en el nivel del 5% de probabilidad, para comprobar las diferencias entre los tratamientos.

La investigación se apoyó en un diseño experimental, para determinar cuál de los sustratos enriquecidos con microorganismos obtuvo una mejor respuesta con respecto a las variables analizadas, empleando también métodos estadísticos, inducción, deducción, entre otros.

Factores en estudio

Estuvo basado en criterios silviculturales, tales como los emitidos por Aguirre-Medina *et al.* (2014), quién enfatiza la importancia de realizar estudios sobre estas especies forestales para su empleo en reforestación, ya que muchas especies forestales se están extinguiendo, y especialmente importante son las especies de gran valor comercial, como las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey que se consideraron en este estudio. A continuación, se detallan las especies, las dosis de biofertilizante, los tratamientos y el análisis de varianza, empleados en la presente investigación.

Análisis de Varianza

Tabla 1.

Análisis de varianza.

ADEVA FUENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD
Total	23
Repeticiones	2
Especies forestales	1
Dosis de biofertilizantes	3
Interacción (especies y dosis)	3
Error	14

Concentraciones de biofertilizantes

Las concentraciones utilizadas en la investigación para acelerar la germinación de las semilla y planta fueron: 200 ml, 300 ml, 400 ml biofertilizantes en 5 litros de agua de un fertilizante residual proveniente de las lagunas sépticas de Manta, las cuales fueron sometidas a tratamiento con microorganismos

Especies forestales

- A1- *Swietenia macrophylla*.
- A2- *Triplaris cumingiana*.

Dosis de biofertilizante

- B1- 0 ml
- B2- 200 ml en 5 l de agua
- B3- 300 ml en 5 l de agua
- B4- 400 ml en 5 l de agua

Tratamientos

- A1B1- *Swietenia macrophylla* + 0 ml
- A1B2- *Swietenia macrophylla* + 200 ml en 5 l de agua
- A1B3- *Swietenia macrophylla* + 300 ml en 5 l de agua
- A1B4- *Swietenia macrophylla* + 400 ml en 5 l de agua
- A2B1- *Triplaris cumingiana* + 0 ml
- A2B2- *Triplaris cumingiana* + 200 ml en 5 l de agua
- A2B3- *Triplaris cumingiana* + 300 ml en 5 l de agua
- A2B4- *Triplaris cumingiana* + 400 ml en 5 l de agua.

eficientes y están siendo aplicadas en cultivos hortícolas de experimentación en los Bajos de Montecristi, y en las dos especies utilizadas y en los diferentes tratamientos.

Biofertilización

Dentro de la investigación se procedió a utilizar biofertilizantes como un estimulante

para acelerar la germinación de la semilla *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, esta se la realizaba cada semana y el riego cada dos días.

Preparación de sustrato

El sustrato que se utilizó para la germinación de las semillas fue: arena de río, cascarilla de arroz y tierra de sembrío, con el cual se procedió al llenado de tebetes, donde se colocaron las semillas que germinaron en las bandejas germinadoras.

Siembra de semillas

Las semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey fueron seleccionadas de árboles de óptimo estado fitosanitario y calidad. Se colocó una semilla en cada tebete de las bandejas germinadoras y sometidas a riego en la mañana cada dos días y se realizaba la biofertilización cada semana con el fin de que tengan un buen proceso de germinación y de desarrollo.

Porcentaje de germinación (%)

Para determinar el tiempo de germinación en el estudio no referenciamos en la publicación de (Del Amo Rodríguez *et al.*, 2008), se procedió a utilizar bandejas germinadoras, utilizando un sustrato realizado a base de productos naturales (arena de río, cascarilla de arroz y tierra de sembrío) el mismo que sirvió en el proceso de germinación de la semilla y así poder evaluar qué tiempo demora en germinar la planta con la ayuda del biofertilizantes, las semillas después de haber sido sembradas iniciaron a germinar a partir de los 15 días la *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey y a los 21 días *Swietenia macrophylla* King.

Altura de planta a los 30, 60, 90 días (cm)

Se utilizó un flexómetro para determinar la altura en 10 plantas seleccionadas al azar a los 30, 60 y 90 días después de haberse producido la germinación de las semillas.

Diámetro del tallo 30, 60, 90 días (cm)

Se procedió a medir cada mes la parte media ecuatorial del tallo de las plántulas con un calibrador de precisión, los valores se registraron a los 30, 60, y 90 días posteriores a la germinación de las semillas.

Resultados

Porcentaje de germinación (%)

Swietenia macrophylla King registró el mayor porcentaje de germinación en la etapa de semillero, con el 90,95%, que estadísticamente fue superior al obtenido por la especie *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey que reportó el menor valor, con el 60,29% de germinación (Tabla 2).

Tabla 2.

Porcentaje de germinación, altura de planta y diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días.

Factores	% de Germinación	Altura de planta (cm)			Diámetro del tallo (cm)		
		30 días	60 días	90 días	30 días	60 días	90 días
Especies forestales	**	**	**	**	**	NS	**
<i>S. macrophylla</i>	90,95 a	8,19 a	18,73 a	28,73 a	0,40 _a	0,68	0,70 a
<i>T. cumingiana</i>	60,29 b	5,48 b	8,19 b	20,31 b	0,10 _b	0,46	0,50 b
Dosis de biofertilizante	NS	NS	**	**	NS	NS	NS
0 ml (Testigo)	66,97	6,86	12,98 b	23,20 b	0,23	0,51	0,58
200 ml en 5 l de agua	78,09	6,87	13,89 a	24,49 b	0,28	0,59	0,61
300 ml en 5 l de agua	77,66	6,86	13,59 a	25,24 a	0,24	0,58	0,62
400 ml en 5 l de agua	79,77	6,75	13,40 ab	25,16 _{ab}	0,26	0,59	0,61
Tratamientos	NS	*	**	NS	NS	NS	NS
A1B 1 <i>S. macrophylla</i> + 0 ml	79,40	7,96 b	18,00 a	28,12	0,36	0,63	0,69
A1B 2 <i>S. macrophylla</i> + 200 ml en 5 lt de agua	94,11	8,41 a	19,37 a	29,08	0,44	0,73	0,72
A1B 3 <i>S. macrophylla</i> + 300 ml en 5 lt de agua	95,07	8,18 _{ab}	19,01 a	28,88	0,38	0,67	0,69
A1B 4 <i>S. macrophylla</i> + 400 ml en 5 lt de agua	95,25	8,23 a	18,57 a	28,86	0,43	0,68	0,70
A2B 1 <i>T. cumingiana</i> + 0 ml en 5 lt de agua	54,54	5,77 b	7,96 b	18,28	0,10	0,39	0,48
A2B 2 <i>T. cumingiana</i> + 200 ml en 5 lt de agua	62,08	5,34 b	8,41 b	19,91	0,12	0,45	0,50
A2B 3 <i>T. cumingiana</i> + 300 ml en 5 lt de agua	60,26	5,55 b	8,18 b	21,61	0,10	0,49	0,52
A2B 4 <i>T. cumingiana</i> + 400 ml en 5 lt de agua	64,29	5,28 b	8,23 b	21,46	0,09	0,51	0,53
Promedio	75,63	6,84	13,47	24,52	0,25	0,57	0,68
C.V. (%)	33,56	14,09	13,82	9,53	33,38	30,3 ₈	26,71
Tukey 5% (Especies forestales)	13,67	2,34	7,89	5,89	0,43		0,61
Tukey 5% (Dosis de biofertilizante)			0,44	1,11			
Tukey 5% (Interacciones)		2,11	7,89				

Tabla 3. Porcentaje de germinación (%) para las repeticiones de los tratamientos estudiados.

Tratamientos		Rep. I	Rep. II	Rep. III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	77,45	83,21	77,56	238,22	79,40
A1B2	<i>S. macrophylla</i> 200 ml en 5 l de agua	92,45	98,32	91,56	282,33	94,11
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	91,23	99,42	94,56	285,21	95,07
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	97,34	92,89	95,52	285,75	95,25
		358,47	373,84	359,2	1091,51	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	66,34	56,35	41,23	163,92	54,54
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	62,67	62,34	61,23	186,24	62,08
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	52,37	56,78	71,63	180,78	60,26
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	62,34	69,32	61,23	192,89	64,29
		243,72	244,79	235,32	723,83	
		602,19	618,63	594,52	1815,34	

Tabla 4. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	6978,00				
Repeticiones	2	40,91	20,45	0,07 NS	3,74	6,51
Especies	1	2345,67	2345,67	8,65 **	2,76	4,28
Dosis	3	331,11	110,37	0,40 NS	3,74	6,51
Interacción	3	467,89	155,96	0,57 NS	3,74	6,51
Error	14	3792,42	270,88			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Altura de planta a los 30, 60, 90 días (cm).

Los testigos de las especies forestales en estudio presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto a la altura de planta. *Swietenia macrophylla* King reportó 8,19 cm; 18,73 cm y 28,73 cm, que fueron superiores estadísticamente a registrados en *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey con 5,48 cm; 8,19 cm y 20,31 cm, a los 30, 60 y 90 días, respectivamente (Tablas 2, 5, 7 y 9).

Después de la aplicación de las dosis del sustrato con biofertilizantes, se pudo establecer diferencias estadísticas. A los 60 y 90 días, con las dosis de 200 ml y 300 ml en 5 l de agua, se obtuvieron mayores alturas de planta, con 13,89 y 25,24 cm, respectivamente (Tabla 2).

Al analizar las interacciones, el tratamiento conformado por *Swietenia macrophylla* King + 200 ml en 5 l de agua (A1B2) presentó el mayor valor, con alturas de 8,41 cm a los 30 días y 19,67 cm a los 60 días (Tablas 2, 11, 13 y 15).

Tabla 5. Altura de planta a los 30 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	8,90	7,50	7,50	23,90	7,96
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	8,95	8,20	8,10	25,25	8,41
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	8,83	7,80	7,91	24,54	8,18
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	8,84	7,90	7,96	24,70	8,23
		35,52	31,40	31,47	98,39	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	6,32	5,78	5,23	17,33	5,77
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	5,34	5,34	5,34	16,02	5,34
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	6,11	4,76	5,78	16,65	5,55
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	5,32	5,23	5,31	15,86	5,28
		23,09	21,11	21,66	65,86	
		58,61	52,51	53,13	164,25	

Tabla 6. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	49,37				
Repeticiones	2	2,82	1,41	1,51 NS	3,74	6,51
Especies	1	16,43	16,43	17,66 **	2,76	4,28
Dosis	3	8,43	2,81	3,02 NS	3,74	6,51
Interacción	3	8,56	2,85	3,76 *	3,74	6,51
Error	14	13,13	0,93			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 7. Altura de planta a los 60 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	17,90	18,20	17,90	54,00	18,00
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	19,20	18,93	20,00	58,13	19,37
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	19,09	18,70	19,26	57,05	19,01
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	19,05	18,45	18,23	55,73	18,57
		75,24	74,28	75,39	224,91	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	8,90	7,50	7,50	23,90	7,96
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	8,95	8,20	8,10	25,25	8,41
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	8,83	7,80	7,91	24,54	8,18
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	8,84	7,90	7,96	24,70	8,23
		35,52	31,40	31,47	98,39	
		110,76	105,68	106,86	323,3	

Tabla 8. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	665,58				
Repeticiones	2	1,76	0,88	0,25 NS	3,74	6,51
Especies	1	234,67	234,67	67,62 **	2,76	4,28
Dosis	3	112,67	37,55	10,88 **	3,74	6,51
Interacción	3	167,89	55,96	16,12 **	3,74	6,51
Error	14	48,59	3,47			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 9. Altura de planta a los 90 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	27,92	28,45	28,01	84,38	28,12
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	29,23	29,01	29,01	87,25	29,08
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	29,10	28,56	28,98	86,64	28,88
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	29,01	28,67	28,91	86,59	28,86
		115,26	114,69	114,91	344,86	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	15,56	19,45	19,67	54,68	18,28
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	17,82	20,13	21,78	59,73	19,91
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	19,45	21,61	23,78	64,84	21,61
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	21,67	19,15	23,56	64,38	21,46
		74,50	80,34	88,79	243,63	
		189,76	195,23	203,7	588,49	

Tabla 10. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	489,31				
Repeticiones	2	22,14	11,07	2,02 NS	3,74	6,51
Especies	1	222,23	222,23	216,76 **	2,76	4,28
Dosis	3	117,11	39,03	7,13 **	3,74	6,51
Interacción	3	51,23	17,07	3,12 NS	3,74	6,51
Error	14	76,66	5,47			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Diámetro del tallo a los 30, 60, 90 días (cm).

Se presentaron diferencias estadísticas significativas a los 30 y 60 días. A los 60 días se registró un diámetro de 0,40 cm y a los 90 días 0,70 cm para *Swietenia macrophylla*

King, valores estadísticamente superiores a los valores obtenidos en *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, que reportó un diámetro de 0,10 cm a los 30 días y de 0,50 cm a los 90 días, comportamiento que estuvo supeditado a las características agronómicas de cada especie, pero influenciada por las dosis del biofertilizante aplicadas.

Tabla 11. Diámetro de tallo a los 30 días (cm).

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1 <i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,22	0,40	0,47	1,09	0,36
A1B2 <i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,28	0,47	0,57	1,33	0,44
A1B3 <i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,25	0,45	0,46	1,16	0,38
A1B4 <i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,35	0,39	0,55	1,30	0,38
	1,11	1,72	2,05	4,89	
A2B1 <i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,12	0,08	0,10	0,30	0,10
A2B2 <i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,13	0,13	0,11	0,37	0,12
A2B3 <i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,11	0,11	0,08	0,30	0,10
A2B4 <i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,10	0,10	0,08	0,29	0,09
	0,47	0,43	0,37	1,28	
	1,58	2,15	2,43	6,17	

Tabla 12. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,73				
Repeticiones	2	0,19	0,09	1,80 NS	3,74	6,51
Especies	1	1,03	1,03	20,60 **	2,76	4,28
Dosis	3	0,56	0,18	3,60 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,23	0,07	1,40 NS	3,74	6,51
Error	14	0,72	0,05			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 13. Diámetro de tallo a los 60 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,49	0,69	0,72	1,91	0,63
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,57	0,84	0,72	2,20	0,73
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,50	0,75	0,78	2,03	0,67
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,50	0,79	0,74	2,04	0,68
		2,07	3,07	3,04	8,18	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,32	0,43	0,41	1,17	0,39
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,39	0,48	0,50	1,37	0,45
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,51	0,46	0,52	1,49	0,49
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,49	0,51	0,55	1,55	0,51
		1,71	1,88	1,99	5,59	
		3,78	4,96	5,35	13,78	

Tabla 14. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,04				
Repeticiones	2	0,03	0,01	0,08 NS	3,74	6,51
Especies	1	0,14	0,14	1,16 NS	2,76	4,28
Dosis	3	0,08	0,02	0,16 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,04	0,01	0,08 NS	3,74	6,51
Error	14	1,75	0,12			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 15. Diámetro de tallo a los 90 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,65	0,72	0,71	2,08	0,69
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,70	0,73	0,74	2,17	0,72
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,72	0,65	0,61	2,08	0,69
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,72	0,69	0,68	2,09	0,70
		2,79	2,78	2,74	8,42	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,49	0,46	0,49	1,44	0,48
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,43	0,51	0,56	1,51	0,50
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,46	0,55	0,54	1,56	0,52
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,51	0,52	0,57	1,60	0,53
		1,89	2,05	2,16	6,11	
		4,90	4,83	4,90	14,53	

Tabla 16. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,10				
Repeticiones	2	0,24	0,12	1,71 NS	3,74	6,51
Especies	1	0,78	1,78	25,42 **	2,76	4,28
Dosis	3	0,25	0,08	1,14 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,14	0,04	0,57 NS	3,74	6,51
Error	14	1,06	0,07			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación, la concentración de biofertilizante con mayor compatibilidad para las especies forestales en estudio es B4 (400 ml en 5 L de agua), sin embargo, dicha dosificación de sustrato orgánico tratado con microorganismos de captación sanitaria tiene una interacción óptima con la especie *Swietenia macrophylla* King, registrando un mayor índice de germinación en la etapa de semillero a diferencia de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. Cabe mencionar, que el coeficiente de variación tuvo un valor de 33,56 % que indica la poca representatividad de los datos, existiendo diferencias significativas en los tratamientos.

Este resultado difiere de Cuasquer (2016) quién obtuvo valores no significativos en los tratamientos correspondientes al análisis del comportamiento inicial de *Acacia melanoxylon* R.Br. Asimismo, Vásquez (2023) reportó en su investigación relacionada al comportamiento del crecimiento inicial de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) un mayor crecimiento inicial en las plántulas de *C. cateniformis* con aplicación de sustrato agrícola en el T2 (1 g de P205, además, afirmó que “el análisis estadístico, al 95 % de confianza, determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo”.

En relación a las características dasométricas, la especie *Swietenia macrophylla* King registró valores altimétricos de 8,19 cm, 18,73 cm y 28,73 cm a los 30, 60 y 90 días respectivamente, mientras que, los valores diamétricos mostraron valores de 0,40 cm y 0,70 cm a los 60 y 90 días respectivamente; dicha información resulta estadísticamente mayor en relación a los datos pertinentes a la especie *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, 5, 48 cm, 8,19 cm y 20,31 cm en cuanto a altura, y 0, 10 cm a los 30 días y 0,50 cm a los 90 días en relación a diámetro. Estas diferencias son la consecuencia de la interacción entre ambiente/dosificación/especie, pues, cada variable actúa de

una forma distinta en función a la respuesta de adaptabilidad de las especies a las condiciones ambientales y dosificaciones de biofertilizantes, según Orrillo (2021) “las condiciones climáticas de un determinado sector y el tipo de sustrato o fertilizante utilizado influyen significativamente en el crecimiento altimétrico y diamétrico de las especies forestales”.

Conclusiones

El tratamiento *Swietenia macrophylla* King + 400 ml en 5 L de agua (A1B4) se consideró como la mejor interacción debido al incremento de las variables altimétricas (entre 8, 19 cm a 28,73 cm) y diamétricas (entre 0,40 cm a 0,70 cm) a los 30, 60 y 90 días para esta especie.

El coeficiente de variación de 33,56 % indicó que los datos pertinentes a la investigación presentan diferencias significativas, teniendo poca representatividad entre sí.

La especie *Swietenia macrophylla* King presentó una mayor respuesta de adaptabilidad al biofertilizante a diferencia de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, generalmente, esto se debe a la diferencia de la constitución genética de ambas especies.

Bibliografía

- Aguirre-Medina, J., Mina-Briones, F., Cadena-Iñiguez, J., Dardón-Zunun, J. y Hernández-Sedas, D. 2014. Crecimiento de *Cedrela odorata* L. biofertilizada con *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense* en vivero. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(3), 177-183. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.01.001>.
- Asociación internacional de la industria de los fertilizantes [IFA]. 2002. Los fertilizantes y su uso. Programa de Fertilizantes de la FAO. 83 p.
- H, Orrillo; M. Jorge; C. Rodríguez, F. De Almeida. 2021. Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y Bosque Revisiones Bibliográficas*. Vol. 27 Núm. 3 (2021): Otoño 2021. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>
- Cuasquer, M. 2016. Determinación del comportamiento inicial de *Acacia melanoxylon* R.Br., en asocio con tres tipos de pasto, en la parroquia

- el Carmelo, provincia del Carchi. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5819>
- Del Amo Rodríguez, S. Vergara Tenorio, M. Ramos Prado, J. y Sainz Campillo, C. 2008. Germinación y Manejo de Especies Forestales Tropicales. proyecto "Restauración campesina en cinco ejidos de la zona Totonaca mediante actividades de agroforestería" CONAFOR- CONACYT.
- Domínguez-García, I., Reyes Altamirano-Cárdenas, J., Barrientos-Priego, A. F. y Ayala-Garay, A. 2019. Análisis del sistema de producción y certificación de semillas en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 42(4), 347-356..
- Galindo, T., Polanía, J., Sánchez, J., Moreno, N., Javier, V., y Holguín, G. 2006. Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrullus vulgaris*. San Andrés Isla, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 83-97.
- García-Rodríguez, J., Ávila-Perches, M., Gámez-Vázquez, F., de la O-Olán, M. y Gámez-Vázquez, A.. 2018. Calidad física y fisiológica de la semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de las progenies. *Revista fitotecnia Mexicana*, 41 (1), 31-37. DOI.org/10.35196/rfm.2018.1.31-37.
- Grageda-Cabrera, O., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. y Vera-Nuñez, J. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274.
- PDOT Portoviejo, M. 2016. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo. 1-42. <https://www.portoviejo.gob.ec/md-transparencia/2017/julio-2017/Plan%20de%20Ordenamiento.pdf>.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. 144 p.
- Restrepo, J. 2007. Manual Práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Primera edición, Ilustraciones Feriva. 108 pág. Impreso en los talleres gráficos de Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia. ISBN 978-958-44-1280-5
- Vásquez, Y. 2023. Comportamiento del crecimiento inicial de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, utilizando diferentes dosis de superfosfato triple, en Condorcanqui, Amazonas – Perú. 72 pág.

Cómo citar: Cabrera Verdesoto, C. A., Cedeño Mera, S. J., Castro Ponce, S. I., Jiménez Gonzalez, A., & Cali Ligua, V. L. (2023). Evaluación del crecimiento inicial de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. con la aplicación de tres dosis de biofertilizantes. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 50-61. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.50-61>



Identificación de las propiedades físico químicas del suelo agrícola en la parroquia Puerto Cayo, localidad puerto La Boca

Identification of the physical-chemical properties of agricultural soil in Puerto Cayo parish, puerto La Boca town

doi <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.62-73>

Recibido: 20-08-2023

Aceptado: 16-11-2023

Publicado: 20-12-2023

Raquel Vera Velázquez¹

 <https://orcid.org/0000-0002-5071-7523>

Jessica Jessenia Moran Moran²

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Washington Narvárez Campana³

 <https://orcid.org/0000-0002-6674-2088>

Pedro Roberto Valdés Tamayo⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-7264-0440>

1. Máster en Ciencias de la Educación Mención Educación de Adultos; Licenciado en Educación Especialidad Matemática; Docente Investigador; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
2. Magíster en Ciencias Mención Microbiología; Ingeniero Agrónomo; Docente Investigador; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
3. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Magíster en Administración Ambiental; Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria; Ingeniero Agrónomo; Docente Investigador; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
4. Doctor en Ciencias Pedagógicas; Docente Investigador; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 62-73

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/21>

***Correspondencia autor:** vera-raquel@unesum.edu.ec

RESUMEN

La investigación se refiere a la identificación de las propiedades Físicas y Químicas del suelo agrícola de la parroquia Puerto Cayo, localidad Puerto la Boca, el trabajo se realizó por estudiantes de tercer semestre de la carrera agropecuaria con el fin de integrar las ciencias básicas y las agropecuarias que busca preparar a los estudiantes en el perfil agropecuario. El objetivo del trabajo fue identificar las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la parroquia. Una vez realizado el estudio, se determinó que los contenidos de N en forma de NH_4 fue bajo, mientras el contenido de P y K fue medio. Las especies que se han adaptado y desarrollado en la zona son el ganado vacuno, seguido el ganado porcino, caprino, caballo, asnal y mular. En lo referente al uso del suelo se divide en cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, tierras en descanso, pastos cultivados, pastos naturales, bosques, entre otros. De acuerdo al análisis químico del suelo, éste presenta: pH medio ácido; en tanto que el contenido de nutrientes como el P, K y Mg es medio, mientras el contenido de Ca es alto. En cuanto a elementos menores los contenidos fueron diversos y fueron desde bajo para Mn, B, medio para Zn, S, y alto para elementos como Fe y Cu. El suelo del vivero de pimiento es no salino y su clase textural es franco-limoso.

Palabras clave: Nutrientes, agricultura, pesca, vivero y pimiento.

ABSTRACT

The research refers to the identification of the Physical and Chemical properties of the agricultural soil of the Puerto Cayo parish, Puerto la Boca locality, the work was carried out by third semester students of the agricultural career in order to integrate basic sciences and agricultural that seeks to prepare students in the agricultural profile. The objective of the work was to identify the physical and chemical properties of the agricultural soils of the parish. Once the study was carried out, it was determined that the amounts of K, Ca and Mg were high. It was determined that the content of N in the form of NH_4 was low, while the content of P and K was medium. The species that have adapted and developed in the area are cattle, followed by pigs, goats, horses, donkeys and mules. Regarding land use, it is divided into permanent crops, transitional and fallow crops, fallow lands, cultivated pastures, natural pastures, forests, among others. According to the chemical analysis of the soil, it presents: medium acidic pH; while the content of nutrients such as P, K and Mg is medium, while the Ca content is high. As for minor elements, the contents were diverse and ranged from low for Mn, B, medium for Zn, S, and high for elements such as Fe and Cu. The soil in the pepper nursery is non-saline and its textural class is silty loam.

Keywords: Nutrients, agriculture, fishing, nursery and pepper.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

La presente investigación se desarrolló en el cantón Jipijapa, parroquia Puerto Cayo, localidad Puerto La Boca. Por su ubicación geográfica y la presencia de la cordillera Jipijapa posee una riqueza ecológica envidiable, tiene un puerto pesquero artesanal turístico que es Puerto Cayo, en la actualidad posee infraestructura básica turística, la belleza de las playas, la pureza de su agua, sus pescadores, y el paisaje, hacen del lugar un punto de atracción para los turistas.

El clima es tropical seco, la temperatura media de 24°C con un promedio de lluvia anual de 1280 milímetros cúbicos, es una zona que posee diversas pendientes físicas de los suelos que van desde suelo con textura fina, gruesa, media, moderadamente gruesa; predominan los suelos con textura fina. (Carrillo & Rodríguez, 1996)

La materia prima generada en Jipijapa se concentra mayoritariamente en productos como maíz, café, naranja, yuca, y en segundo orden arroz, banano, plátano, maní. Así mismo, se lleva a cabo la producción de hortalizas, la cual mayoritariamente proviene de pequeños viveros como sucede en Puerto La Boca. Otros productos como la ganadería, en menor escala y pesca siendo un fuerte de la economía.

El suelo como soporte de vida animal y vegetal constituye un recurso natural básico en el ecosistema, desde la perspectiva de desarrollo humano, a más de actividades productivas alimentarias de manera general las características físicas de los suelos de la zona son de textura variable, distribución irrigada de materia orgánica. Jipijapa es una zona que posee diversas pendientes físicas de los suelos que van desde suelo con textura fina hasta suelos con textura moderadamente gruesa; donde predominan los suelos con textura fina con una superficie de 105.645,00 has que corresponden al 72% del total del territorio donde los suelos son arcillosos y se denominan suelo

pesado o fuerte, presentan baja permisibilidad al agua y elevada retención de agua (se encharca). Esto hace que esté mal aireado y el drenaje sea pobre, incluso cuando el suelo se seca, la textura fina de sus partículas hace que se unan y formen terrones, condiciones que hacen que sea necesaria la adición de grandes cantidades de materia orgánica para mejorar su textura.

El poco conocimiento de las propiedades del suelo hace que no sean aprovechadas en su totalidad y sean explotadas de forma correcta, este desconocimiento hace que el productor utilice de forma excesiva productos fertilizantes que pueden generar algún daño ambiental o en sus efectos que suministre los fertilizantes en cantidades inferiores a las requeridas por el cultivo y como consecuencia obtenga bajos rendimientos afectando la economía familiar.

La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos, visto de este modo, entonces podemos decir que un suelo fértil es aquel que tiene los nutrientes necesarios, es decir, las sustancias indispensables para que las plantas se desarrollen bien.

Las plantas consiguen del aire y del agua algunos elementos que necesitan, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Otros nutrientes esenciales están en el suelo: aquellos que los vegetales requieren en grandes cantidades se llaman nutrientes principales. Son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio. Proceden de las rocas que dieron origen al suelo y de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos. Los nutrientes deben estar siempre presentes en las cantidades y proporciones adecuadas.

Los nutrientes se clasifican en macro y micronutrientes, los macronutrientes a su vez se subdividen en primarios y secundarios, cada uno cumple un rol específico dentro de la planta.

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de documentar información de los suelos del cantón Jipijapa, parroquia Puerto Cayo, localidad Puerto La Boca. Así, por medio de análisis de suelo el presente trabajo permitirá determinar la composición química del suelo de los viveros de pimienta, y profundizar los conocimientos teóricos, además de ofrecer una mirada integral sobre el daño ambiental producido por mal uso de fertilizantes, así como las prácticas de manejo del suelo, ayudando a la concientización de la población local. Por lo expuesto el objetivo del trabajo fue determinar las propiedades físico-químicas del suelo agrícola de Puerto La Boca.

Materiales y métodos

El cantón Jipijapa se localiza en el extremo sur occidental de la provincia de Manabí a 403 kilómetros de Quito, capital del Ecuador, está limitado al norte con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur con la provincia de Santa Elena y Puerto López, al este por los cantones Paján y 24 de Mayo; y al oeste por el océano Pacífico, está subdividida en parroquias urbanas y rurales. Entre las parroquias urbanas tenemos San Lorenzo de Jipijapa, Doctor Miguel Morán, Lucy Manuel Parrales Iguales; mientras entre las parroquias rurales tenemos América, El Anegado, La Unión, Membrillal, Pedro Pablo Gómez y Puerto Cayo.

El cantón cuenta, con una superficie de 1.540 kilómetros cuadrados, tradicionalmente se conoce como Jipijapa la Sultana del Café por haber sido el primer cantón productor de café en el Ecuador, en su topografía existe un macizo montañoso aislado e irregular que se desarrolla entre Jipijapa y Manta rodeando al norte y oeste por el océano Pacífico, al sur por el valle de Jipijapa y al oeste por el río Portoviejo en este termina la cordillera del colonche y las montañas costaneras que siguen hacia Bahía de Caráquez.

Los métodos utilizados fueron revisión bibliográfica sobre el tema objeto de estudio y estadísticos para tabular las encuestas realizadas. La población del cantón Jipijapa según el censo del 2010, es de 71.083 habitantes; donde el 50.47% corresponde a hombres y el 49.26% a mujeres. Teniendo una tasa de crecimiento anual de 0,86%.

Puerto Cayo es un balneario mezclado con una vegetación exuberante, de acuerdo al último censo de población y vivienda realizado por el INEC en el año 2010, la parroquia Puerto Cayo tiene una población de 3.398 habitantes de los cuales 1.807 habitantes son hombres y 1.591 habitantes son mujeres, de los cuales 718 habitantes se dedican a la pesca artesanal. El mayor número de pescadores y embarcaciones se encuentran en la cabecera parroquial de Cayo y en menor cantidad en Puerto la Boca.

Para obtener información referente a los pobladores de la comunidad, se procedió a realizar una encuesta la cual estuvo dirigida a 10 habitantes del lugar, las preguntas estuvieron enfocadas en determinar el manejo de suelo que realizan los habitantes de esta localidad en cuanto a la producción de cultivos. Los datos obtenidos en las encuestas fueron sistematizados mediante la utilización del programa Excel.

Para determinar las características físico-químicas del suelo se realizó un análisis de suelo que permitió conocer el contenido nutricional del suelo en cuanto al contenido de micro y macronutrientes, y algunas características como pH, conductividad eléctrica y textura, Para la obtención de la muestra de suelo, se procedió a muestrear el área de estudio, para ello las muestras fueron obtenidas en forma de zig-zag, a una profundidad de 0 a 20 cm, se tomaron tres muestras las cuales estuvieron a su vez conformadas por 10 submuestras, una vez obtenidas las submuestras estas fueron homogenizadas en un recipiente y separadas en bolsas plásticas a razón de 1 Kg de sue-

lo por muestra, posteriormente se enviaron al laboratorio del INIAP Pichilingue para su respectivo análisis.

Resultados

Los mayores volúmenes de pesca demersal son expendidos en el mercado de San Roque, en la ciudad de Quito, cierta parte al mercado Caraguay, en la ciudad de Guayaquil y este es el mayor receptor de la pesca pelágica de la localidad, derivando en que una pequeña parte de la producción pesquera sea dirigida hacia los mercados regionales, como Jipijapa, Manta y Portoviejo, esto influenciando una menor demanda, entre las variedades de pesca que se encuentran en Puerto Cayo son: sierra, picudo, carita, rallada, pámpano, corvina, albacora, guayape, jurel y crustáceos como: langostino, langosta, pulpo, entre otros

Puerto La Boca, tiene una extensa playa con una arena muy fina, la vegetación del sector por la presencia de corriente subterránea hace de él un buen espacio para disfrutar de las vacaciones en verano, y en invierno un lugar único para vivir que ha sido fuente de inversión para los jubilados extranjeros que vienen desde Reino Unido y Norteamérica que han optado por este sector para recibir sus últimos años de descanso, extendiéndose en organizaciones hasta los límites del cantón Montecristi.

Los bosques secos pre montano y tropicales en sitios como el barro, homo, cerro rodadero, cascarilla, la botija, clima, el chorrillo, hacen que el clima de Jipijapa sea agradable, y tenga variaciones que van desde 12°C hasta 28°C en algunas ocasiones, en la ciudad podemos visitar el museo de Historia ubicado en el Centro Cultural Municipal

El suelo como soporte de vida animal y vegetal constituye un recurso natural básico en el ecosistema, desde la perspectiva de desarrollo humano, a más de actividades productivas alimentarias de manera general las características físicas de los suelos de la zona son de textura variable, distribu-

ción irrigada de materia orgánica. Jipijapa es una zona que posee diversas pendientes físicas de los suelos que van desde suelo con textura fina hasta suelos con textura moderadamente gruesa; donde predominan los suelos con textura fina con una superficie de 105.645,00 has que corresponden al 72% del total del territorio donde los suelos son arcillosos y se denominan suelo pesado o fuerte, presentan baja permisibilidad al agua y elevada retención de agua (se encharca). Esto hace que esté mal aireado y el drenaje sea pobre, incluso cuando el suelo se seca, la textura fina de sus partículas hace que se unan y formen terrones, condiciones que hacen que sea necesaria la adición de grandes cantidades de materia orgánica para mejorar su textura.

Estos suelos presentan texturas: arcillosas, arcillo-arenosas, arcilla pesada, francas, franco arcillo-arenosas, franco arcillosas, franco arenosas, franco arcillo limosas y franco limosas; son suelos que varían de profundos a poco profundos, con fertilidad alta a muy baja; sin o con poca pedregosidad, drenaje natural de bueno a moderado. Incluyen a suelos muy salinos, salinos, ligeramente salinos y no salinos; sin embargo, en esta clase no existen problemas de sales; en zonas aledañas a Jipijapa es frecuente toxicidad ligera a media por la presencia de carbonatos.

Clasificación de los suelos

1. Complejo sedimentario y/o metamórfico: arcillas, rocas volcánicas, tobas, rocas detríticas (dentisoles).
2. Suelos con características "vertic" más de 35% arcilla, tipo motmorita, estructura masiva en húmedo, grietas de más de 1 cm de ancho en verano (vertisoles)
3. Depósitos coluviales de materiales detríticos antiguo de origen volcánico.
4. Sedimentario reciente y/o antiguo: areniscas con capas de arena: conglomerados.

5. Sedimentario reciente: depósitos aluviales (limos y arcilla) (Pellusterts).
 6. Sedimentario marino antiguo, arena y areniscas conchíferas (Alfisoles).
 7. Sedimentario reciente: depósitos fluviales y/o fluvio marinos (arenas, arcillas, limos, conglomerados). Relieves planos a casi planos de valles fluviales y llanuras aluviales costeras (inceptisoles, ustropepts).
 8. Sedimentario reciente y/o antiguo (aridisoles)
 9. Depósitos marinos y fluvio marinos: arcillas, arenas, areniscas conchíferas (paleargids)
 10. Unidad compleja con características de vertisoles y entisoles.
- d. Colinas sedimentarias pendiente > 25%, poco profundos, grietas abiertas más de 90 días, cerradas más de 60 días, suelos con más de 35% de arcillo, tipo motmorillonita con C03Ca en el perfil, pH > 7 y cerca de 7, bases intercambiables altas, régimen de humedad ústico.
 - e. Valle fluviales indiferenciados (ústico); suelos de color pardo oscuro, textura arcillosa o arenosa; profundidad variable, motmorilloníticos, vérticos, pesados y duros. Tropept ricos en bases, de regiones secas y cálidas, pH neutro a ligeramente alcalino, régimen de humedad ústico.
 - f. Colinas sedimentarias y volcánicas, pendiente < 40%, suelos profundos, grietas abiertas más de 90 días, cerradas más de 60 días, más del 35% de arcilla tipo motmorillonita, sin o muy poco C03Ca en el perfil, pH cerca de 7, bases intercambiables altas, régimen de humedad ústico.

Características físicas y químicas de los suelos:

- a. Colinas sedimentarias pendiente < 25%, suelos profundos con grietas cerradas menos de 60 días, pH > 7, bases intercambiables altas, presentan contenidos variables de C03Ca, más de 35% de arcilla tipo motmorillonita, régimen de humedad arídico.
- b. Zonas planas sobre Tablazo Argids de colores claros, texturas arcillo arenosas o arcillosas, con presencia de motmorillonita, que determina la aparición de grietas, de profundidad variable pH > 7 presencia de C03Ca, régimen de humedad arídico.
- c. Colinas sedimentarias pendiente entre 25 y 70% más colinas volcano sedimentarias y sedimentarias, pendiente > 70% , poco profundos, grietas abiertas más de 90 días, cerradas más de 60 días, suelos con más de 35% de arcilla tipo motmorillonita, sin o muy poco C03Ca en el perfil, pH a 26 veces menor de 7, bases intercambiables altas, régimen de humedad ústico.
- g. Colinas volcano sedimentarias y sedimentarias, pendiente > 70%, suelos poco profundos, poco desarrollados, con entisoles primarios, formados sobre superficies de erosión reciente, ésta puede ser de origen geológicos o producto de cultivo intenso u otros factores que han removido completamente los horizontes del suelo, dejando expuestos en la superficie material mineral primario grueso (arenas, gravas, piedras, etc.), régimen de humedad arídico.
- h. Colinas con pendiente de 40 a 70%, suelos poco profundos (- 50 cm), grietas abiertas menos de 300 días, más de 60 días al año, sin o con poca cantidad de C03Ca, pH < 7 en la superficie, pH > 7 en la profundidad, bases intercambiables de 35-50 me/100 g, régimen de humedad ústico.
- i. Áreas planas sobre Tablazo (arídico) Argids de colores planos, texturas arcillo arenosos o arcillosos, con presencia de

motmorillonita, que determina la aparición de grietas, de profundidad variable, pH >7, presencia de CO_3Ca , régimen de humedad arídico.

- j. Zonas planas o ligeramente onduladas, pendiente < 12%, ustals de zonas secas a muy secas y cálidas, presentan cobres rojos a pardos, claros, texturas arcillosas, arcillo arenosas, macizos, muy duros y seco; pH cerca de 7 a ligeramente inferior, sin CO_3Ca , ustals con alta saturación en bases, régimen de humedad ústico.

El suelo agrícola está compuesto de minerales que sirven de alimento, tierra que retiene la humedad y microorganismos, que ayudan a que conserve sus buenas propiedades, el factor físico tiene especial relevancia en los suelos cultivados de forma intensiva, disponer de un suelo oxigenado, con buena estructura y equilibrado en sus nutrientes es lo óptimo para el agricultor, y de esta forma poder obtener buenos rendimientos. Si el suelo es pobre, no tiene la acidez adecuada o su estructura está dañada, es probable que los cultivos no prosperen, aunque el clima, las labores y el riego acompañen.

El grado de acidez de un suelo se mide según su pH, el cual oscila entre 0 y 14. Si el pH es de 7, se tratará de un suelo neutro; por debajo, sería un suelo ácido, y por encima, alcalino. El suelo ideal sería el neutro, aunque la mayoría de plantas tiende al alcalino para una mejor absorción de minerales, cuando se empieza a detectar una pérdida en el vigor y rendimiento productivo de las plantas, esto puede ser debido a la siembra de un determinado cultivo repetidas veces sobre un mismo suelo, apareciendo lo que se suele llamar "fatiga del suelo", existiendo un gran número de factores químicos, biológicos y físicos que pueden, de forma más o menos conjunta, desencadenar, esta fatiga.

El factor físico tiene especial relevancia en los suelos cultivados de forma intensiva. El agua constituye el principal factor implicado en la ruptura de los agregados del suelo

y esta destrucción puede suceder mediante distintos mecanismos, siendo el impacto directo de las gotas de lluvia o de riego el más importante, cuando un suelo comienza a dar problemas y nos damos cuenta que el rendimiento de nuestro cultivo disminuye, podemos emplear diferentes técnicas de recuperación de suelos, pero las dos más comunes y eficaces son las siguientes: (Bear, 2015).

- **Encalado.** Muchos agricultores tienen que aplicar cal directamente sobre la tierra para corregir el exceso de acidez de su terreno, en cualquier caso, siempre es buena idea hacer antes un análisis del tipo de suelo. A simple vista, el terreno ácido es más oscuro y tiende a encharcarse, el alcalino tiene un color muy claro, casi blanquecino, y suele ser rico en nutrientes.

- **Estiércol.** Es el remedio perfecto para devolver la salud al suelo, actúa como filtro para la tierra, favorece a la raíz y obtiene una buena proteína para la planta, aumentando significativamente la productividad y aportando múltiples beneficios al suelo, que se pueden resumir a continuación:

- **Beneficios físicos:** Evita la compactación del suelo, aumenta la retención del agua, reduce la erosión, disminuye los encharcamientos, mejora la resistencia a las heladas y veranos intensos, favoreciendo el desarrollo de la raíz.

- **Beneficios químicos:** Desintoxica las plantas por el uso excesivo de químicos, aporta todos los elementos y micro elementos actuando como corrector de pH en suelos ácidos y como corrector de la salinidad.

- **Beneficios biológicos:** Siendo el suelo un ser vivo, el compost aporta una gran riqueza biológica, y mitiga el impacto de plagas y patógenos (Fernández, 2018).

Cultivos y actividades que se realizan en la Parroquia Puerto Cayo. Localidad Puerto La boca.

Suelo de acuerdo al uso que se le da en la localidad está dividido en cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, tierras en descanso, pastos cultivados, pastos naturales, montes, bosques y entre otros. En la zona alta de acuerdo a los datos estadísticos el cultivo predominante es el café, cultivado en grandes extensiones como monocultivo, la yuca, el banano, el plátano. En la zona baja predomina el cultivo de maíz, arroz, maní y naranja.

Las especies animales que se han adaptado y desarrollado en la zona son el ganado vacuno, seguido el ganado porcino, caprino, caballar, asnal y mulares, esto último que sirven como medios de transporte, la zona tiene grandes potenciales de la producción pecuaria, sin embargo, La crianza y manejo de estas especies se viene desarrollando de manera tradicional

Además de las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en la zona, existen habitantes cuya principal actividad económica es la pesca, entre las variedades de pesca que se encuentran en Puerto Cayo tenemos: sierra, picudo, carita, rallada, pámpano, corvina, albacora, guayaype, jurel y crustáceos como: langostino, langosta, pulpo, entre otros.

La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos, visto de este modo, entonces podemos decir que un suelo fértil es aquel que tiene los nutrientes necesarios, es decir, las sustancias indispensables para que las plantas se desarrollen bien.

Las plantas consiguen del aire y del agua algunos elementos que necesitan, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Otros nutrientes esenciales están en el suelo: aquellos que los vegetales requieren en grandes cantidades se llaman nutrientes

principales. Son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio. Proceden de las rocas que dieron origen al suelo y de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos. Los nutrientes deben estar siempre presentes en las cantidades y proporciones adecuadas.

Los nutrientes se clasifican en macro y micronutrientes, los macronutrientes a su vez se subdividen en primarios y secundarios, cada uno cumple un rol específico dentro de la planta. Los macronutrientes primarios son:

Nitrógeno

El nitrógeno (N) tiene un papel en la alimentación de las plantas como factor de crecimiento y desarrollo vegetativo. El nitrógeno es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento. Es necesario para la formación de los aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico. Además, muy recientemente se ha demostrado la relación directa del nitrógeno con el contenido en vitaminas.

La deficiencia en nitrógeno afecta de manera notable al desarrollo de la planta. La carencia de N se manifiesta, en primer lugar, en las hojas viejas, que se vuelven cloróticas desde la punta hasta extenderse a la totalidad a través del nervio central. Las hojas adquieren un color verde amarillento y en los casos más graves la planta se marchita y muere por fisiopatía provocada en las plantas por falta de clorofila, que precisa cuatro átomos de nitrógeno para cada molécula.

Recursos de suelos

- Suelos no recomendados para agricultura, muy poco profundos con pendiente muy fuerte, zonas de montañas para bosques. Se ubica en el sur de Puerto Cayo, al norte de Machalilla.

- Suelos con factores limitantes muy importantes, pendiente de 40 a 70%, profundidad débil variable pero buena textura, zona de relieve para pastos o cultivos arbustivos en las zonas húmedas.
- Suelos con algunos factores limitantes importantes, profundos sobre una pendiente de 25 a 40%, la textura es muy arcillosa o arcillo limosa; la estructura puede ser masiva, zona de relieve; debido al clima son buenos para cultivos arbustivos. Suelos con factores limitantes importantes, de relieves en su mayoría medianamente profundos, presencia de CO₃Ca o piedras en el perfil; la textura puede ser muy arcillosa, con grietas abiertas más de 90 días y 40 cerradas más de 60 días en el año en las zonas secas; se puede utilizar en cultivos anuales y pastos. Se ubica en una pequeña porción al noroeste de la zona costera de Machalilla.
- Suelos sin factores limitantes, en su mayoría aluviales en áreas planas o poco onduladas (Po), profundos con buena estructura, textura arcillo limosa a limo arcillosa, algunas veces variable o indiferenciado en los valles; valles, llanuras, bancos aluviales y algunas terrazas; para cultivos cuya inversión y mecanización, riego, abonos, etc., sería rentable. Se localiza a orillas de ríos que cruza por Puerto Cayo (río del Mate), río Satélite de Machalilla, río Jipijapa en Julcuy. (Carriello y Rodríguez, 1996)

Los resultados del análisis químico, correspondiente a los suelos de la provincia de Manabí, indican que el pH oscila entre 6.4 y 7.6, el contenido de N fue bajo para la mayoría de los suelos, en el sector sur, en donde el contenido fue medio, la carencia del nutrimento es notable y probablemente se deba a los procesos de degradación de la materia orgánica con el tiempo, a la remoción constante del N por parte del cultivo y finalmente a través de las cosechas, sin que

este elemento haya sido restituido al suelo en forma de fertilizantes en muchos años.

En cuanto al P, la disponibilidad es alta en todos los suelos de los sectores Central y Sur, Este último resultado coincide con lo reportado para el mismo sector por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Portoviejo", cuando se indica que el 740 /0 de estos suelos son deficientes en P.

Las cantidades detectadas para K, Ca y Mg fueron altas en todos los suelos. Estos resultados están de acuerdo con otros estudios indican que la gran mayoría de suelos del litoral ecuatoriano tienen valores altos para los cationes mencionados. En cuanto a los elementos menores, la disponibilidad fue baja para Mn, Zn, Fe y Cu en los suelos de los sectores Central y Sur. En el sector Norte la disponibilidad fue alta para Mn y Zn en un 400/0 de los suelos y para Fe y Cu en un 30 y 200/0, respectivamente.

El porcentaje restante para cada grupo tuvo contenidos bajos y medios. Los suelos de los sectores en estudio, en general, tienen escasa disponibilidad de algunos micronutrientes. Ello concuerda con resultados reportados por la Estación Experimental "Portoviejo", para suelos dedicados a cultivos de ciclo corto.

Los rendimientos de materia seca y coeficientes de variación obtenidos para los diferentes suelos, en los estudios de invernadero. De acuerdo a estos resultados las respuestas a la fertilización fueron las siguientes: todos los suelos respondieron a N y S; 8 a P y Fe, 7 a Mn; 6 a Mo y Cu; 4 a Mg y B; 3 a K; 2 a Zn y 1 a Ca.

Los rendimientos obtenidos en las pruebas de invernadero mostraron que la totalidad de los suelos de los sectores cafetaleros en estudio presentan baja disponibilidad de N. La alta respuesta de las plantas a las aplicaciones de este elemento demuestra su baja disponibilidad natural en el suelo, como lo detectaron los análisis químicos.

Estas observaciones están respaldadas por estudios efectuados en algunos suelos de los sectores en mención indican la limitación que ocasiona la falta de N en el crecimiento de las plantas.

Respecto al P muestran adecuada disponibilidad de este nutriente, pues no respondieron a sus aplicaciones. Estos resultados también estuvieron de acuerdo con lo indicado por el análisis del suelo. Las pruebas de invernadero mostraron que los contenidos de K, Ca y Mg fueron adecuados en la mayoría de los suelos, al no haberse encontrado respuestas a las aplicaciones de estos nutrimentos.

La respuesta a la fertilización con S fue elevada en todos los suelos. Es una buena indicación de la insuficiencia de este nutrimento para suplir las exigencias de las plantas en el invernadero. Sin embargo, en las plantaciones comerciales de café no se observaron problemas que puedan atribuirse a la falta de este elemento. Posiblemente, las raíces están extrayendo del subsuelo suficientes cantidades de sulfatos para suplir las necesidades de este cultivo.

Las pruebas de disponibilidad también indican algunas respuestas a las aplicaciones de Mn, Mo, B, y Zn principalmente en los suelos del sector Norte. Las respuestas a las aplicaciones de Fe, Mn y Cu fueron más acentuadas en los sectores Central y Sur.

Entre las deficiencias de micronutrientes, las más agudas fueron las de Fe y Mn. Parece ser que la deficiencia de Fe es más marcada esto tendría que ver con los altos contenidos de P y Ca detectados. Se puede inferir, por un lado, que la presencia del CO₃H da mayor solubilidad de fosfatos; por otro lado, al tomar las plantas más P, este precipitaría al Fe dentro de las mismas (INIAP, 1988).

Se identificaron las siguientes áreas agroecológicas: seca, subhúmeda y húmeda, el clima predominante de Jipijapa es cálido seco en la zona oeste, cálido húmedo en

temporada seca en la zona este, con una temperatura media de 24°C afectada por la presencia de dos temporadas; seca (entre mayo y octubre) y lluviosa (entre noviembre y abril). De acuerdo con los datos estadísticos del Instituto Nacional de Meteorología Hidrografía (INAMHI), los valores más altos de humedad y temperatura de Jipijapa se han registrado en el mes de marzo, donde se alcanza el 28°C de la misma fuente se conoce que la precipitación, promedio anual es de 670 mm, con mayor intensidad de lluvia entre los meses de febrero y marzo, la influencia de la corriente cálida del niño aporta vapor de agua a este sistema regional del clima. Roca (2002).

Tabla 1.

Análisis físico-químico del suelo de los viveros de pimienta en Puerto La Boca.

Elementos	Unidad	Valores	Interpretación
Conductividad Eléctrica	(dS/m)	0,21	No Salino
Materia Orgánica	(%)	3,9	Medio
pH		5,9	Media. Acido
NH ₄	(ppm)	7	Bajo
P	(ppm)	14	Medio
K	(meq/100mL)	0,33	Medio
Ca	(meq/100mL)	9	Alto
Mg	(meq/100mL)	2,0	Medio
S	(ppm)	16	Medio
Zn	(ppm)	2,5	Medio
Cu	(ppm)	8,3	Alto
Fe	(ppm)	247	Alto
Mn	(ppm)	4,2	Bajo
B	(ppm)	0,28	Bajo
Ca/Mg	(meq/100mL)	4,5	
Mg/K	(meq/100mL)	6,06	
Ca+Mg/K	(meq/100mL)	33,33	
Σ Bases	(meq/100mL)	11,33	

Textura	%	Clase Textural:
Arena	40	
Limo	54	Franco-Limoso
Arcilla	6	

Conclusiones

- Jipijapa es una zona cuyos suelos poseen diversas características físicas, podemos encontrar suelos con textura fina, gruesa, media, y moderadamente gruesa; sin embargo, predominan los suelos con textura fina.
- Las especies que se han adaptado y desarrollado en la zona son el ganado vacuno, seguido el ganado porcino, caprino, caballar, asnal y mular. En lo referente al uso del suelo se divide en cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, tierras en descanso, pastos cultivados, pastos naturales, bosques, entre otros.
- De acuerdo al análisis químico del suelo del área bajo estudio, este presenta: pH medio ácido; en tanto que el contenido de nutrientes como el P, K y Mg es medio, mientras el contenido de Ca es alto. En cuanto a elementos menores los contenidos fueron diversos y se encontraron desde bajo para Mn, B, medio para Zn, S, y alto para elementos como Fe y Cu. El suelo del vivero de pimienta es no salino y su clase textural es franco-limoso.

Bibliografía

- Roca Fernández, A. I. (2002). Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Recuperado el marzo de 2020, de https://www.infoagro.com/abonos/valoracion_agronomica_del_compost_y_factores_limitantes.htm
- Bear, J. (2015). Funciones de los macro y micro nutrientes. Recuperado el 11 de marzo de 2020, de <https://www.aag.org.ar/funciones-de-los-macro-y-micronutrientes/>
- Fernández , J. F. (2018). Importancia de la estructura del suelo en la agricultura. Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.iagua.es/blogs/iriego/importancia-estructura-suelo-agricultura>
- Carrillo, R.& Rodríguez , F. (1996). Caracterización Agroecológica y Socioeconómica de Jipijapa y Pajan. portoviejo Ecuador.
- INIAP. (1988). Estado Actual de la Fertilidad de los Suelos Dedicados al Cultivo del Café en la Provincia de Manabí . Recuperado el Marzo de 2020, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1597/1/Comunicaci%c3%b3n%20T%c3%a9cnica%20N%c2%ba%207.pdf>

Cómo citar: Vera Velázquez, R., Moran Moran, J. J., Narváez Campana, W., & Valdés Tamayo, P. R. (2023). Identificación de las propiedades físico químicas del suelo agrícola en la parroquia Puerto Cayo, localidad puerto La Boca. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 62–73. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.62-73>



Análisis de la aplicación de genómica en la restauración ecológica

Analysis of the application of genomics in ecological restoration

doi <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.74-82>

Recibido: 28-08-2022

Aceptado: 06-11-2023

Publicado: 20-12-2023

Cristhian Leoncio Catagua Durán¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0016-1301>

Jessica Jessenia Moran Moran²

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Molina Valdiviezo Olga Jelena³

 <https://orcid.org/0000-0002-9933-7185>

1. Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, avenida Francisco Salazar 1145, Temuco, La Araucanía, Chile.
2. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria, Jipijapa, Ecuador.
3. Magíster en Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Sede Manabí, Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, Ciudadela 1ero de Mayo, Portoviejo, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 74-82

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/22>

***Correspondencia autor:** c.catagua01@ufromail.cl



RESUMEN

Los ecosistemas están expuestos a diferentes presiones, tanto de origen natural como antrópico, afectando la biodiversidad y disminuyendo las funciones de los servicios ecosistémicos, la restauración mediante programas ha mostrado deficiencias en los ecosistemas fragmentados, al respecto diferentes estudios han demostrado que la aplicación de genómica puede aumentar las probabilidades de restauración. La presente revisión tuvo como objetivo analizar la aplicación de genómica en la restauración ecológica, las técnicas genómicas ofrecen lo necesario para potencializar los organismos vivos para la restauración de ecosistemas y funciones ecológicas, mediante las herramientas genómicas de poblaciones acceden al estudio de mejoramiento del genotipo y la representación del genoma, meta-ómica permite caracterizar diferentes grupos taxonómicos mediante la secuenciación de ADN o ARN, la edición del genoma atribuye la modificación y potencialización de nuevos genotipos obteniendo la capacidad de mejorar las probabilidades de regeneración en un ecosistema perturbado de acuerdo a los objetivos del programa de restauración, en conclusión la genómica para la restauración ecológica tiene el potencial para regenerar los ecosistemas afectados por disturbios, aunque puede presentar limitaciones en función a procedimientos logísticos, adquisición de equipos tecnológicos, incluso con el genotipo del organismo vivo, y transmisión de patógenos.

Palabras clave: Edición del genoma, disturbios, genes, genomas, meta-ómica, regeneración ecológica.

ABSTRACT

Ecosystems are exposed to different pressures, whether of natural or anthropic origin, affecting biodiversity and decreasing the functions of ecosystem services, restoration through programs have shown deficiencies in fragmented ecosystems, while different studies have shown that the application of genomics can increase the chances of restoration. The present review aimed to analyze the application of genomics in ecological restoration, genomics techniques offer what is necessary to potentiate living organisms for the restoration of ecosystems and ecological functions, through the tools of genomics of populations accesses the study of improvement of the genotype and the representation of the genome, meta-omics allows to characterize different taxonomic groups through the sequencing of DNA or RNA, genome editing attributes the modification and potentiation of new genotypes obtaining the ability to improve the probabilities of regeneration in a disturbed ecosystem according to the objectives of the restoration program, In conclusion, genomics for ecological restoration has the potential to regenerate ecosystems affected by disturbances, although it may present limitations depending on logistical procedures, investments in the acquisition of technological equipment, even with the genotype of the living organism, transmission of pathogens.

Keywords: Genome editing, disturbances, genes, genomes, meta-omics, ecological regeneration.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El vínculo que tiene la naturaleza con el desarrollo de la sociedad en el mundo ha evidenciado el agotamiento y degradación de los recursos naturales, debido a las actividades antrópicas que afectan a los ecosistemas, de tal forma, fomentar el desarrollo sostenible no es suficiente cuando los ecosistemas son deteriorados (La Notte & Marques, 2019). Los ecosistemas son espacios frágiles y son considerados vulnerables a diferentes amenazas de origen antrópico y natural, la intervención humana en los ecosistemas ha representado detonantes para la alteración ecosistémica (Ciocănea *et al.*, 2019).

En este contexto, surge la necesidad de implementar alternativas para la restauración de los ecosistemas considerando la genómica y su efecto en la restauración de los ecosistemas. La restauración de ecosistemas ha incursionado dentro de la toma de decisiones para restaurar la composición de las comunidades bióticas ante las perturbaciones ocasionadas sean estas de origen antrópico o natural (Carlucci *et al.*, 2020), desde la perspectiva ecológica hay que considerar los sistemas ecológicos y si la restauración es positiva o negativa, lo que nos lleva a la siguiente pregunta ¿Cuál es el efecto de la restauración ecológica en la biodiversidad nativa sobre todos los niveles tróficos?, y aunque suene ambicioso, investigaciones futuras deben considerar el estudio de estos efectos desde la perspectiva espacio y tiempo de recuperación.

La restauración de los ecosistemas tiene el objetivo de revertir la degradación ocasionada por las perturbaciones, se ha evidenciado la utilización de genómica en programas de restauración, siendo eficientes en los procesos de recuperación (Wood *et al.*, 2020). La degradación de los ecosistemas no solo afecta a la biodiversidad endémica del área afectada, también genera pérdidas ecosistémicas influyendo en la disminución de recursos para la sociedad a escala local y mundial (Lee *et al.*, 2021).

Existen estudios en donde se utiliza la genómica para asistir a la restauración ecológica incorporando no solamente el macrobioma sino también el microbioma para una exitosa restauración, respaldando muchas funciones e interacciones ecosistémicas (Cando-Dumancela *et al.*, 2021) y la aplicación de ecosistemas de referencia para evaluar la degradación de los ecosistemas y sus respectivos indicadores ecosistémicos (Gwenzi, 2021).

En este estudio se consideró como objetivo analizar la aplicación de genómica en la restauración ecológica.

Metodología

Para realizar el análisis correspondiente a los objetivos de esta investigación se utilizaron recursos bibliográficos disponibles en distintos repositorios científicos académicos disponibles de libre acceso digital, por lo que se consiguió una cantidad relevante de información que a través del resumen y síntesis del contenido de cada uno se construye el apartado de resultados que contiene la información suficiente para exponer la aplicación de genómica en la restauración ecológica.

Resultados

Acorde a los disturbios antrópicos o naturales, la fragmentación de los ecosistemas y la biodiversidad está fuertemente relacionada a los cambios globales; la genómica tiene la función de estudiar el genoma de un individuo, pero a la vez la aplicabilidad de la información obtenida (Rico, 2021), aunque la aplicabilidad de la genómica va a depender de las características que tenga el ecosistema y el disturbio para la restauración del ecosistema afectado. En congruencia con lo anterior se aborda la siguiente pregunta ¿Cuál es el potencial de la genómica en la restauración ecológica?

Se tiene que dejar claro que el disturbio es toda acción que puede generar desequilibrio afectando la estructura ecológica con-

siderando variables de tiempo y espacio (Sasaki *et al.*, 2015; Xie *et al.*, 2019), mientras que recuperación de ecosistemas está asociado con la restauración que incluye procesos que consisten en devolver el ecosistema afectado a su estado inicial o algo cercano (McIntosh *et al.*, 2019; Dickman, 2021).

Las tecnologías actuales en genómica han permitido incursionar en la restauración de ecosistemas para su posterior conservación, las técnicas empleadas como la genómica de poblaciones, metaómica, edición del genoma, tienen la capacidad de generar estudios centrados en la manipulación y modificación de organismos resistentes a diferentes condiciones de estrés (Nawaz & Satterfield, 2022), se ha documentado el alcance potencial en diferentes aplicaciones acorde al objetivo de conservación y restauración, enfrentando situaciones urgentes en un mundo cambiante en donde se requieren sistemas eficientes que permitan la recuperación de los ecosistemas, biodiversidad, y los servicios ecosistémicos (Lengefeld *et al.*, 2022).

Genómica de poblaciones

La aplicación de genómica en poblaciones puede generar información basada en secuenciación del genoma del organismo modelo para potenciar la resiliencia, a su vez las muestras mediante marcadores moleculares proporcionan una mayor resolución de la diversidad funcional y genética (Breed *et al.*, 2019).

El uso de la genómica de poblaciones para procesos de restauración en el caso de las especies vegetales consiste en incursionar en plantas nativas de un ecosistema terrestre con disturbios, aunque se tiene que considerar que, mientras exista alteraciones en la zona afectada la recolección de plantas modelos puede estar alterada lo que sería una opción poco factible para la restauración, mientras que las condiciones asociadas al clima, estructura del suelo, microbiota, patrones espaciales, extensión

geográfica, serían variables a considerar en los estudios previos en los programas de restauración (Walters *et al.*, 2022).

En este contexto, la genómica de poblaciones proporciona datos permitiendo que la adaptación de las especies forestales brinde información basada en decisiones de transferencia de la semilla; el proceso de secuenciación realiza la representación del genoma objetivo, proporcionando información sobre los mecanismos de adaptación de la especie (Cooke & Suski, 2008; Ungeger *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2019).

En el estudio de Cordeiro *et al.*, (2019) evaluó la viabilidad genética en la especie *Centrolobium tomentosum* en la Mata Atlántica brasileña generando 2 877 marcadores de poliformismo de un solo nucleótido, demostrando el aumento del flujo genético en áreas restauradas teniendo un impacto positivo para las zonas afectadas en Sao Paulo, demostrando a la vez un aumento satisfactorio en las poblaciones de árboles reintroducidos aumentando las capacidades de los programas de restauración.

La genómica poblacional aplicada al árbol tropical *Centrolobium tomentosum* demostró una alta diversidad genética, estructura de la población, organización y las subdivisiones genéticas. Estas características han permitido identificar mecanismos de adaptación en la especie vegetal en relación al entorno tropical, incluyendo resistencia a enfermedades e incluso tolerancia a estrés por diferentes factores abióticos.

En el estudio de Pampín *et al.*, (2023) identificó 9 154 marcadores de polimorfismos de un solo nucleótido para restaurar lechos de berberechos (*Cerastoderma edule*) en Galicia – España utilizando un enfoque de genómica poblacional. Evidenció la diversidad y estructura genética incluyendo diferentes marcadores de polimorfismo de un solo nucleótido, mediante este enfoque identificaron marcadores atípicos en relación con la *Marteilia cochillia*.

Meta-ómica

Los procesos de la meta-ómica permiten la caracterización y cuantificación de los grupos taxonómicos con mayor rapidez y precisión en el estudio de secuenciación del ADN o ARN ambiental (Stec *et al.*, 2017).

La microbiota del suelo es fundamental para la restauración, está relacionada con las funciones del ecosistema, siendo indicadores eficientes para la evaluación ecológica del área afectada (Mei & Liu, 2022).

Los procesos metaómicos son ideales para el monitoreo de organismo eucariotas aunque son más eficientes cuando se emplean organismos procariotas, la metaómica ha demostrado gran utilidad en la cuantificación y caracterización de organismos vivos, permitiendo evaluar y monitorear las áreas que han sido degradadas por disturbios. Algunos ejemplos aplicados en la microbiota del suelo se realizan mediante la cuantificación de la diversidad biológica utilizando metabarcodes, la caracterización de los taxones puede resultar efectivos en la restauración ecológica mediante el estudio de genes marcadores (Breed *et al.*, 2019).

Edición del genoma

Actualmente los ecosistemas terrestres están fragmentados debido a las actividades antropogénicas, a pesar del estrés que ha provocado, el cambio climático es otro factor a considerar, ya que puede alterar el genotipo de la especie vegetal lo que influiría en una restauración exitosa, haciendo necesario el uso de nuevos genotipos para insertarlos en programas de restauración ecológica (Song & Mitchell-Olds, 2011; de Wit, 2020).

La edición del genoma permite potencializar nuevos genotipos de forma eficiente y económica, en el caso de especies vegetales puede generar cambios en la fisiología que le permita resistir condiciones de estrés, y aplicarlas en la restauración acorde a las modificaciones genéticas de las po-

blaciones (Phelps *et al.*, 2020). Sin embargo, a pesar de ser una técnica factible la proyección que tiene hacia la restauración requiere de estudios que permitan validar su integración de forma segura y óptima en la restauración (Chen *et al.*, 2023).

Según Martín *et al.*, (2015) generar nuevos genotipos permitirá restaurar sitios desafiantes y conservar los rasgos existentes del gen local, pero requiere de estudios sobre los genes y rasgos desde un contexto de restauración ecológica.

Se ha establecido en diferentes estudios la aplicabilidad de las herramientas genómicas en diferentes campos de estudios, demostrando el potencial y la eficiencia para la restauración de los ecosistemas (Saati-Santamaría *et al.*, 2022). Según Heuertz *et al.*, (2023) la aplicación de genómica es fundamental para conservar los ecosistemas y biodiversidad, mejorando la resiliencia de las poblaciones, y las comunidades que sustentan las funciones ecosistemáticas.

A pesar del potencial que tiene la genómica para la restauración de los ecosistemas existen limitaciones como la elección de la especie endémica – emblemática, adaptabilidad, variedad metabólica, la ubicación de la perturbación, el impacto ocasionado, condiciones de campo, limitaciones que impiden que la restauración sea exitosa, aunque estas limitaciones han presentado desafíos, el estudio del potencial de la genómica ha aumentado significativamente para resolver problemas medio ambientales (Baxter & Danforth, 2023; Hassan & Ganai, 2023; Pampín *et al.*, 2023; Webster *et al.*, 2023).

Investigaciones sobre la aplicación de genómica en la restauración ecológica

Koskela *et al.*, (2014) argumenta que la utilización de germoplasma ha permitido la incorporación de especies forestales con diferentes propósitos, sea de aprovechamiento, recurso genético, conservación de semillas, restauración ecológica, entre

otros, siendo ideal el estudio de la genómica para la potencialización de los organismos vivos considerando los ecosistemas referenciales, funcionales y/o adaptados para el futuro, comprendiendo el manejo y gestión en la conservación del ecosistema, biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Van der Heyde *et al.*, (2020) demostró que mediante secuenciación puede mejorar la comprensión de la microbiota en asociación de la restauración de sitios que han sido afectados por la extracción de minerales, evidenciando cambios direccionales de la microbiota lo que la convierte en un indicador a considerar en programas de restauración ecológica.

Aavik *et al.*, (2021) en su estudio consideró la diversidad genética asociada a las plantas nativas y el rol de las interacciones con los microorganismos como los hongos micorrízicos arbusculares, por el potencial que tiene en las plantas y la forma de tolerar el estrés combinado, siendo ideal para la restauración de zonas afectadas por alguna perturbación ecológica.

Wright *et al.*, (2022) demostró mediante métodos de translocación en *Rattus fuscipes* para restaurar poblaciones que fueron afectadas por el estrés antrópico, su utilidad para la conservación de esta especie de roedor, siendo esencial para la restauración si se consideran la mayor cantidad de muestras genéticas para los programas de conservación.

En el estudio de Papik *et al.*, (2023) mediante la aplicación de secuenciación de amplicones de alto rendimiento, identificó las características de la diversidad procarionta en asociación a las plantas de gramíneas como tratamiento de fitorremediación en suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo en áreas sub árticas.

Los análisis realizados sobre el potencial que tiene la genómica consolidan una herramienta eficiente para incorporarla en programas de restauración ecológica, aunque

requiere de más estudios si se considera variables como la ubicación del umbral de afectación en el ecosistema, el organismo modelo, interacciones ecológicas, variables climáticas, entre otros aspectos. En este estudio se consideró el potencial de la genómica, demostrado su eficiencia en los programas de restauración, aunque surgen las siguientes preguntas a considerar. 1) ¿Qué implica la utilización de la genómica en la restauración ecológica, considerando riesgos de incorporación de enfermedades patológicas, introducción de especies exóticas, modificación genética de las especies autóctonas en los ecosistemas por restaurar? 2) ¿Cuál es el efecto en los organismos vivos incorporados y por incorporar en el ecosistema recuperado? 3) ¿Qué relación tienen los ecosistemas recuperados como corredores biológicos, funcionarían después de la recuperación?

Conclusiones

Los análisis realizados sobre la genómica y el potencial que tiene en la restauración ecológica presentan ventajas al aumentar las probabilidades de restauración en un ecosistema fragmentado por actividades antrópicas o naturales, aunque puede presentar desventajas si se consideran procedimientos logísticos como la inversión y eficiencia de los procesos, requiriéndose de estudios previos para la aplicación en programas de restauración ecológica.

En el análisis de las herramientas genómicas como el genoma de poblaciones, metagenómica y edición del genoma se tiene que destacar la utilidad que tiene en programas de restauración ecológica, aunque se tiene que considerar los obstáculos como la adquisición de equipos tecnológicos, capacitaciones técnicas para el estudio de la especie modelo que contribuirá en la restauración de los ecosistemas y la biodiversidad influyendo en la conservación de los servicios ecosistémicos.

A pesar de la utilidad de la genómica en la restauración ecológica, existen limitaciones

asociadas con el genotipo del organismo vivo, posibles enfermedades patógenas, incluso la alteración de algunos genes, los sesgos que ocasiona la utilización del PCR, la obtención de datos precisos, la localización del umbral de perturbación, el tiempo de recuperación, entre otros, aunque el avance de la tecnología y estudios investigativos pueden solucionar las limitaciones a futuro.

Bibliografía

- Aavik, T., Träger, S., Zobel, M., Honnay, O., Van Geel, M., Bueno, C. G., & Koorem, K. (2021). The joint effect of host plant genetic diversity and arbuscular mycorrhizal fungal communities on restoration success. *Functional Ecology*, 35(12), 2621-2634. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13914>
- Baxter, I., & Danforth, D. (2023). Inclusive collaboration across plant physiology and genomics: Now is the time! *Plant Direct*, 7(5), 1-12. <https://doi.org/10.1002/pld3.493>
- Breed, M. F., Harrison, P. A., Blyth, C., Byrne, M., Gaget, V., Gellie, N. J. C., Groom, S. V. C., Hodgson, R., Mills, J. G., Prowse, T. A. A., Steane, D. A., & Mohr, J. J. (2019). The potential of genomics for restoring ecosystems and biodiversity. *Nature Reviews Genetics*, 20(10), 615-628. <https://doi.org/10.1038/s41576-019-0152-0>
- Cando-Dumancela, C., Liddicoat, C., McLeod, D., Young, J. M., & Breed, M. F. (2021). A guide to minimize contamination issues in microbiome restoration studies. *Restoration Ecology*, 29(4), 1-7. <https://doi.org/10.1111/rec.13358>
- Carlucci, M. B., Brancalion, P. H. S., Rodrigues, R. R., Loyola, R., & Cianciaruso, M. V. (2020). Functional traits and ecosystem services in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28(6), 1372-1383. <https://doi.org/10.1111/rec.13279>
- Chen, L., Wang, G., Teng, M., Wang, L., Yang, F., Jin, G., Du, H., & Xu, Y. (2023). Non-gene-editing microbiome engineering of spontaneous food fermentation microbiota-Limitation control, design control, and integration. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22, 1902-1932. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13135>
- Ciocănea, C. M., Corpade, P. C., Onose, D. A., Vânău, G. O., Maloș, C., Petrovici, M., Gheorghe, C., Dedu, S., Manta, N., & Szép, R. E. (2019). The assessment of lotic ecosystems degradation using multi-Criteria analysis and gis techniques. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 14(2), 255-268. <https://doi.org/10.26471/CJEES/2019/014/077>
- Cooke, S. J., & Suski, C. D. (2008). Ecological restoration and physiology: An overdue integration. *BioScience*, 58(10), 957-968. <https://doi.org/10.1641/B581009>
- Cordeiro, E. M. G., Menezes, C., Patricia, M., Sujii, S., Dias, K., Baldin, J., Ricardo, P., Rodrigues, R., Brancalion, P. H. S., & Zucchi, M. I. (2019). Diversity, genetic structure, and population genomics of the tropical tree *Centrolobium tomentosum* in remnant and restored Atlantic forests. *Conservation Genetics*, 20(5), 1073-1085. <https://doi.org/10.1007/s10592-019-01195-z>
- de Wit, M. M. (2020). Democratizing CRISPR? Stories, practices, and politics of science and governance on the agricultural gene editing frontier. *Elementa*, 8. <https://doi.org/10.1525/elementa.405>
- Dickman, C. R. (2021). Ecological consequences of Australia's "Black Summer" bushfires: Managing for recovery. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 17(6), 1162-1167. <https://doi.org/10.1002/ieam.4496>
- Gwenzi, W. (2021). Rethinking restoration indicators and end-points for post-mining landscapes in light of novel ecosystems. *Geoderma*, 387, 114944. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.114944>
- Hassan, S., & Ganai, B. A. (2023). Deciphering the recent trends in pesticide bioremediation using genome editing and multi-omics approaches: a review. *World journal of microbiology & biotechnology*, 39(6), 151. <https://doi.org/10.1007/s11274-023-03603-6>
- Heuertz, M., Carvalho, S. B., Galindo, J., Rinkevich, B., Robakowski, P., Aavik, T., Altinok, I., Barth, J. M. I., Cotrim, H., Goessen, R., González-Martínez, S. C., Grebenc, T., Hoban, S., Kopatz, A., McMahon, B. J., Porth, I., Raeymaekers, J. A. M., Träger, S., Valdecantos, A., ... Garnier-Géré, P. (2023). The application gap: Genomics for biodiversity and ecosystem service management. *Biological Conservation*, 278(January). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109883>
- Koskela, J., Vinceti, B., Dvorak, W., Bush, D., Dawson, I. K., Loo, J., Kjaer, E. D., Navarro, C., Padolina, C., Bordács, S., Jamnadass, R., Graudal, L., & Ramamonjisoa, L. (2014). Utilization and transfer of forest genetic resources: A global review. *Forest Ecology and Management*, 333, 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.017>
- La Notte, A., & Marques, A. (2019). Adjusted macroeconomic indicators to account for ecosystem

- degradation: an illustrative example. *Ecosystem Health and Sustainability*, 5(1), 133-143. <https://doi.org/10.1080/20964129.2019.1634979>
- Lee, C. K. F., Duncan, C., Nicholson, E., Fatoyinbo, T. E., Lagomasino, D., Thomas, N., Worthington, T. A., & Murray, N. J. (2021). Mapping the extent of mangrove ecosystem degradation by integrating an ecological conceptual model with satellite data. *Remote Sensing*, 13(11), 1-19. <https://doi.org/10.3390/rs13112047>
- Lengefeld, E., Stringer, L. C., & Nedungadi, P. (2022). Livelihood security policy can support ecosystem restoration. *Restoration Ecology*, 30(7), 1-11. <https://doi.org/10.1111/rec.13621>
- Li, Y., Pinto-Tomás, A. A., Rong, X., Cheng, K., Liu, M., & Huang, Y. (2019). Population genomics insights into adaptive evolution and ecological differentiation in streptomycetes. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(7). <https://doi.org/10.1128/AEM.02555-18>
- Martín, M., Marín, D., Serrot, P. H., & Sabater, B. (2015). Evolutionary reversion of editing sites of *ndh* genes suggests their origin in the Permian-Triassic, before the increase of atmospheric CO₂. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00081>
- McIntosh, A. C. S., Drozdowski, B., Degenhardt, D., Powter, C. B., Small, C. C., Begg, J., Farr, D., Janz, A., Lupardus, R. C., Ryerson, D., & Schieck, J. (2019). Monitoring ecological recovery of reclaimed wellsites: Protocols for quantifying recovery on forested lands. *MethodsX*, 6, 876-909. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.03.031>
- Mei, R., & Liu, W. T. (2022). Meta-Omics-Supervised characterization of respiration activities associated with microbial immigrants in anaerobic sludge digesters. *Environmental Science and Technology*, 56, 6689-6698. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c01029>
- Nawaz, S., & Satterfield, T. (2022). On the nature of naturalness? Theorizing 'nature' for the study of public perceptions of novel genomic technologies in agriculture and conservation. *Environmental Science and Policy*, 136(September 2021), 291-303. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.06.008>
- Pampín, M., Casanova, A., Fernández, C., Blanco, A., Hermida, M., Vera, M., Pardo, B. G., Coimbra, R. M., Cao, A., Iglesias, D., Carballal, M. J., Villalba, A., & Martínez, P. (2023). Genetic markers associated with divergent selection against the parasite *Marteilia cochillia* in common cockle (*Cerastoderma edule*) using transcriptomics and population genomics data. *Frontiers in Marine Science*, 10(April), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1057206>
- Papik, J., Strojček, M., Musilova, L., Guritz, R., Leewis, M.-C., Leigh, M. B., & Uhlik, O. (2023). Legacy effects of phytoremediation on plant-associated prokaryotic communities in remediated subarctic soil. *Microbiology Spectrum*, 11(2), 1-13. <https://doi.org/10.1128/spectrum.04448-22>
- Phelps, M. P., Seeb, L. W., & Seeb, J. E. (2020). Transforming ecology and conservation biology through genome editing. *Conservation Biology*, 34(1), 54-65. <https://doi.org/10.1111/cobi.13292>
- Rico, Y. (2021). A comprehensive landscape genomics approach for seed sourcing strategies in landscapes under varying degrees of habitat disturbance. *Molecular ecology resources*, 21(1), 14-17. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13237>
- Saati-Santamaría, Z., Baroncelli, R., Rivas, R., & García-Fraile, P. (2022). Comparative genomics of the genus *Pseudomonas* reveals host- and environment-specific evolution. *Microbiology Spectrum*, 10(6), 1-15. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02370-22>
- Sasaki, T., Furukawa, T., Iwasaki, Y., Seto, M., & Mori, A. S. (2015). Perspectives for ecosystem management based on ecosystem resilience and ecological thresholds against multiple and stochastic disturbances. *Ecological Indicators*, 57, 395-408. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.019>
- Song, B. H., & Mitchell-Olds, T. (2011). Evolutionary and ecological genomics of non-model plants. *Journal of Systematics and Evolution*, 49(1), 17-24. <https://doi.org/10.1111/j.1759-6831.2010.00111.x>
- Stec, K. F., Caputi, L., Buttigieg, P. L., D'Alelio, D., Ibarbalz, F. M., Sullivan, M. B., Chaffron, S., Bowler, C., Ribera d'Alcalà, M., & Iudicone, D. (2017). Modelling plankton ecosystems in the meta-omics era. Are we ready? *Marine Genomics*, 32, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2017.02.006>
- Ungerer, M. C., Johnson, L. C., & Herman, M. A. (2008). Ecological genomics: Understanding gene and genome function in the natural environment. *Heredity*, 100(2), 178-183. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800992>
- Van der Heyde, M., Bunce, M., Dixon, K., Wardell-Johnson, G., White, N. E., & Nevill, P. (2020). Changes in soil microbial communities in post mine ecological restoration: Implications for monitoring using high throughput DNA sequencing. *Science of the Total Environment*, 749, 142262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142262>

- Walters, S. J., Robinson, T. P., Byrne, M., & Nevill, P. (2022). Seed sourcing in the genomics era: multispecies provenance delineation for current and future climates. *Restoration Ecology*, 30(S1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/rec.13718>
- Webster, M. T., Beaurepaire, A., Neumann, P., & Stolle, E. (2023). Population genomics for insect conservation. *Annual Review of Animal Biosciences*, 11, 115-140. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-122221-075025>
- Wood, G., Marzinelli, E. M., Vergés, A., Campbell, A. H., Steinberg, P. D., & Coleman, M. A. (2020). Using genomics to design and evaluate the performance of underwater forest restoration. *Journal of Applied Ecology*, 57(10), 1988-1998. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13707>
- Wright, A. L., Anson, J. R., Leo, V., Wright, B. R., Newsome, T. M., & Grueber, C. E. (2022). Urban restoration of common species: population genetics of reintroduced native bush rats *Rattus fuscipes* in Sydney, Australia. *Animal Conservation*, 25(6), 825-836. <https://doi.org/10.1111/acv.12787>
- Xie, Z., Li, X., Jiang, D., Lin, S., Yang, B., & Chen, S. (2019). Threshold of island anthropogenic disturbance based on ecological vulnerability Assessment. A case study of Zhujiajian Island. *Ocean and Coastal Management*, 167, 127-136. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.10.014>

Cómo citar: Catagua Durán, C. L., Moran Moran, J. J., & Olga Jelena, M. V. (2023). Análisis de la aplicación de genómica en la restauración ecológica. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 74-82. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.74-82>