

MÉRIDA - ISSN 1315-3919

AGRICULTURA ANDINA

Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

NÚMERO 26 enero-junio, 2025

<https://doi.org/10.53766/AGRIANDI/>



Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
MÉRIDA - VENEZUELA



Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Tabla de Contenido Artículos

- 7 - 19 Quintero María, Molina Yoly, Peña Norqui y Durán Mariano.
DURABILIDAD INDUCIDA DE MADERA DE *Acacia mangium* (WILLD) Y *Fraxinus americana* (L.) CON TERMITAS DE LA MADERA SECA *Cryptotermes brevis* (WALKER).
- 20 - 36 Alvarado Carmen.
CAPACIDAD ACIDIFICADORA DE LACTOBACILOS AISLADOS DE PASTIZALES UBICADOS EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA.
- 37 - 43 Godoy Nelly.
CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE PROPAGACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO (*Teobroma cacao* L.), MUNICIPIO PAMPANITO, ESTADO TRUJILLO.
- 44 - 59 Quintero Leobardo, Peña Norqui.
ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO SARRACENO (*Fagopyrum esculentum* Moench).
- 60 - 68 Godoy Nelly.
EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE BIODIVERSIDAD DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CULTIVADO DE CAFÉ Y CACAO BAJO SOMBRA, SECTOR LOMA DE LA PAZ, MUNICIPIO TRUJILLO, ESTADO TRUJILLO.
- ENSAYOS**
- 69 - 83 Pacheco Leonardo.
OPTIMIZA TUS CULTIVOS: ¿AGRICULTURA DE PRECISIÓN, TECNOLOGÍA A FAVOR DEL PEQUEÑO PRODUCTOR?

Agricultura Andina

Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Número 26 enero-junio, 2025

Dirección: Estación Experimental "Santa Rosa". Sector Santa Rosa, La Hechicera. Mérida.

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Universidad de Los Andes. Telefax: 58+ 02742401575, 2401576

Apartado Postal N° 77, Mérida-Venezuela.

Dirección Electrónica: www.revencyula.ve, www.forest.ula.ve/iiap,

www.saber.ula.ve/griculturaandina.

e-mail: agriculturaandinarevista@ula.ve

DOI: <https://doi.org/10.53766/AGRIANDI/>

La primera edición de la Revista "Agricultura Andina" data de 1982. Es una publicación periódica semestral, científica, especializada, cuyo principal objetivo es abrir un espacio para el intercambio de conocimientos y divulgación de los avances científicos-tecnológicos y hallazgos de significativa importancia en el renglón agropecuario, principalmente de la Región Andina y del país en general.

Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

AUTORIDADES

Rector

Mario Bonucci Rossini

Vicerrector Académico

Patricia Roseiweig

Vicerrector Administrativo

Manuel Aranguren

Secretario

José Andérez

Decano

Julio Quintero

Director IIAP

Osmary Araque

COMITÉ EDITORIAL

Prof.(a) Osmary araque
Directora del IIAP-ULA

Prof. José D. Hernández B.

Coordinador

Línea de Comunicación Agrícola
Y desarrollo Social

Prof.(a) Katty M. Rojas O.

Coordinador

Línea de Producción Vegetal

Prof.(a) Mayela Castillo

Coordinador

Línea de Producción Animal

Ing. Agrón. Nestor Morales

(Responsable)

Depósito Legal Pp 82-0231

Mérida – ISSN: 1315 – 3919

Indizada en: REVENY RVA003 LATINDEX

Diagramación: Katty Rojas

Fotografía de portada: Juan Pablo Uzcátegui, Katty Rojas.

ÁRBITROS EVALUADORES

Fernando Delgado	Ing. Agrónomo, MSc	CIDIAT - ULA
Roberto A. López F.	Ing. Agrónomo, MSc	CIDIAT - ULA
José M. Suniaga Q.	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Luis Cedeño M.	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Ricardo Trezza P.	Ing. Agrícola, MSc, Doctor, PhD	University of Idaho
Floráγγελ Conde	Médico Veterinario MSc	CENIAP-INIA
José A. García B.	Ing. Producción Animal, MSc, Doctor	UNET
Héctor Nava T.	Médico Veterinario MSc	LUZ
José G. Rosales D.	Ing. Agrícola, MSc	NURR - ULA
Jesús E. Mejía	Ing. Agrícola, MSc	NURR - ULA
Karen Arias	Ing. Agrícola, MSc	UNET
Olga Arnaud	Ing. Agrónomo, Doctor	UNET
Pedro Raúl Solórzano	Ing. Agrónomo, Doctor	UCV, CULTIVAR
Clifford Peña	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Mayela Castillo	Médico Veterinario, Doctor	IIAP - ULA
Miguel A. Maffei V.	Ing. Agrícola, Doctor	NURR - ULA
Víctor M. Figueroa	Ing. Agrónomo, Doctor	ECOGROUTH S.A.

LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA, POSEE ACREDITACIÓN DEL CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO, HUMANÍSTICO, Y DE LAS ARTES. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (CDCHT - ULA).

LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA, ASEGURA QUE LOS EDITORES, AUTORES Y ÁRBITROS CUMPLEN CON LAS NORMAS ÉTICAS INTERNACIONALES DURANTE EL PROCESO DE ARBITRAJE Y PUBLICACIÓN. DEL MISMO APLICA LOS PRINCIPIOS ESTABLECIDOS POR EL COMITÉ DE ÉTICA EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS (COPE).

IGUALMENTE, TODOS LOS TRABAJOS ESTÁN SOMETIDOS A UN PROCESO DE ARBITRAJE Y DE VERIFICACIÓN POR PLAGIO.

TODOS LOS DOCUMENTOS PUBLICADOS EN ESTA REVISTA SE DISTRIBUYEN BAJO UNA LICENCIA *CREATIVE COMMONS* ATRIBUCIÓN - NO COMERCIAL - COMPARTIR IGUAL 4.0 INTERNACIONAL.

POR LO QUE EL ENVÍO, PROCESAMIENTO Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA ES TOTALMENTE GRATUITO.



EDITORIAL

La agricultura, esa práctica ancestral que define nuestra civilización, no permanece estática. Se encuentra en una encrucijada constante entre la tradición y la innovación, la sostenibilidad y la rentabilidad. Los artículos que presentamos en esta edición reflejan con claridad esta dinámica, mostrando cómo la investigación científica en Venezuela no solo aborda problemas locales, sino que también sienta las bases para sistemas de producción más eficientes, resilientes, saludables y rentables.

Este Número 26 enero-junio 2025, se enfoca en la crucial necesidad de adaptar las soluciones a nuestros entornos específicos. El estudio sobre las bacterias ácido-lácticas (BAL) autóctonas aisladas en pastizales del norte de Mérida, es un ejemplo brillante. Los investigadores están ofreciendo a los ganaderos tropicales una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia del ensilaje. De igual modo; en un mundo con creciente conciencia sobre la sana alimentación y las restricciones dietéticas, el trigo sarraceno (alforfón) emerge como una solución vital. El análisis de rentabilidad sobre la producción de harina de alforfón en Mérida no solo confirma su potencial comercial favorable, sino que responde a una necesidad social: ofrecer productos sin gluten de producción local.

La agricultura de precisión, aunque promete una eficiencia sin precedentes en el uso de los recursos suelo, agua y fertilizantes, plantea desafíos significativos para el pequeño productor. La inversión inicial y la complejidad tecnológica pueden crear una brecha de conocimiento que anule sus beneficios. Es fundamental que el desarrollo de estas tecnologías vaya acompañado de estrategias de capacitación y apoyo que garanticen una adopción equitativa.

La biodiversidad y la resiliencia son el contrapeso natural a la reducción de los monocultivos. El resurgimiento del cacao en áreas como el sector Loma de La Paz en La Chapa, estado Trujillo, subraya la necesidad de un manejo agronómico más informado. Como revela el estudio, más del 98% de los productores encuestados desconocen las variedades botánicas que cultivan y las prácticas agronómicas que ello implica, lo que los deja vulnerables ante amenazas de plagas y enfermedades.

En contraste, el sistema agroforestal familiar en Loma de La Paz, ofrece un modelo de diversificación permanente y consciente. Han demostrado que la agricultura familiar puede ser una fuente sostenible de ingresos y alimentos. Sus índices de biodiversidad son un testimonio de que la integración de especies genera estabilidad y riqueza biológica.

Finalmente, el problema de las termitas de madera seca nos recuerda que la protección de nuestros activos y estructuras son de vital importancia. La evaluación de la durabilidad inducida en maderas mediante ácido acético es una línea de investigación necesaria para encontrar soluciones de bajo costo e impacto ambiental que preserven nuestras construcciones e instalaciones.

El desafío ahora es garantizar que el conocimiento de vanguardia llegue y beneficie a todos los eslabones de la cadena productiva. Los animamos a leer los estudios completos y a ser parte de esta plática vital para el futuro de nuestra región.

Mérida, noviembre de 2025.

José D. Hernández B.
Editor Adjunto

DURABILIDAD INDUCIDA DE MADERA DE *Acacia mangium* (Willd) Y *Fraxinus americana* (L.) CON TERMITAS DE LA MADERA SECA *Cryptotermes brevis* (Walker)

Induced durability of *Acacia mangium* (Willd) and *Fraxinus americana* (L.) wood with drywood termites *Cryptotermes brevis* (Walker)

Quintero María¹, Molina Yoly¹, Peña Norqui¹ y Durán Mariano¹.

¹Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Productos Forestales (LABONAC), Departamento de Bosques, Escuela de Ingeniería Forestal. E-mail: mquinterovalero@gmail.com, ORCID: 0009-0009-4576-2504; yolymolina1992@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8734-7405; norquiopena@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5914-9719; mjdurann4@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7929-0773.

Fecha de inicio: 03/2025

Fecha de finalización: 05/2025

RESUMEN

Las termitas de la madera seca *Cryptotermes brevis* es una de las especies que tiene una amplia distribución en el mundo, sus daños suelen ser comunes en distintos tipos de construcciones generalmente en maderas estructurales como muebles, postes, puertas, vigas, entre otros. Para este estudio el objetivo fue evaluar la durabilidad inducida de las maderas *Acacia mangium* y *Fraxinus americana* en contacto con termitas de madera seca *Cryptotermes brevis*, mediante la aplicación de ácido acético en dos concentraciones, una al 10% (1,7N) y otra al 5% (0,85N), llevando a cabo la evaluación por un lapso de tiempo de 45 días, detallando que la mortalidad de las dos especies evaluadas fue similar de media a baja.

Palabras clave: Termitas, mortalidad, concentraciones, madera, probetas.

ABSTRACT

The drywood termite *Cryptotermes brevis* is one of the most widely distributed species worldwide, and its damage is common in various types of construction, particularly in structural timbers such as furniture, posts, doors, and beams. This study aimed to evaluate the durability of *Acacia mangium* and *Fraxinus americana* woods in contact with the drywood termite *Cryptotermes brevis* by applying acetic acid at two concentrations: 10% (1.7N) and 5% (0.85N). The evaluation was conducted over a period of 45 days, and the mortality rate of both species was similar, ranging from medium to low.

Key words: Termites, mortality, concentrations, wood, test specimens.

INTRODUCCIÓN

La madera es vulnerable a ataques de organismos en especial insectos tales como las termitas, las cuales ocasionan daños irreversibles en las estructuras de la madera. *Cryptotermes brevis* es una termita de la familia Kalotermitidae que se alimenta de madera seca y otras celulosas. Las termitas de madera seca son pequeños insectos que se alimentan de madera seca y muerta, como la que se utiliza en la construcción de edificios, muebles y otros objetos (Blanco,2025).

A nivel mundial aproximadamente 28 especies de termitas se consideran invasoras y se ha extendido más allá de sus áreas de distribución nativas, a menudo con importantes consecuencias económicas (Buczowski y Bertelsmeier, 2017) entre estas especies se encuentra la termita de madera seca *Cryptotermes brevis*.

En Venezuela se han reportado 58 especies distribuidas en tres familias Termitidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae (ISSA, 2000). Las termitas *Cryptotermes brevis* pertenecen a la familia Kalotermitidae, este tipo de termitas

suele alimentarse de madera seca con bajos contenidos de humedad y que no se encuentran cerca del suelo. Estos insectos presentan una gran distribución a nivel nacional y pueden estar presentes en estructuras de madera como puertas, vigas, pisos, tallas de madera, marcos de puertas y ventanas entre otros espacios.

La madera es un recurso muy utilizado para diversos usos tanto a nivel de protección, conservación, así como de aprovechamiento forestal, es por ello que en esta investigación se tomaron en consideración dos especies de madera siendo *Acacia mangium* un árbol o arbusto perenne de un solo tallo que crece hasta 25-35 m de altura, entre sus principales usos se puede destacar un alto contenido de proteína cruda pero una baja digestibilidad de la materia seca in vitro. Con un poder calorífico de 4 800-4 900 kcal/kg, así mismo proporciona carbón de buena calidad y es adecuado para la fabricación de briquetas de carbón y carbón artificial, es afectada por algunas plagas y enfermedades, pero los problemas que usualmente causan no se consideran aún de importancia económica.

Fraxinus americana es un árbol de gran porte por lo general alcanza una altura de 30 a 40 metros, con una copa anchamente columnar, tiene una corteza juvenil gris y lisa, cuando madura se agrieta formando pequeñas crestas. La madera de esta especie es de buena calidad, duradera y resistente, se utiliza para fabricar muebles, revestimientos y mangos de herramientas. Fuera de su área nativa es muy utilizado en el arbolado urbano por su frondosa copa y rápido crecimiento. (Arach y Morosini, 2020). La madera de fresno es utilizada para fabricación de bates, arcos, mangos de herramientas, instrumentos musicales entre otros.

Ambas especies suelen ser susceptible al ataque de varios insectos defoliadores, chinches, escarabajos, las termitas subterráneas y de madera seca que forman galerías en el corazón de los árboles jóvenes (Orwa et al., 2009); existiendo especial predominio de la especie *Cryptotermes brevis*.

Cryptotermes brevis es un insecto pequeño, de cuerpo alargado, color claro,

de hasta 5 mm de largo. Las alas miden hasta 8 mm de largo cada una, viven en madera seca, no tienen hábitos subterráneos. Los adultos alados son de color claro con la cabeza color castaño y con ocelos (ojos simples). Sus alas son iridiscentes cuerpo blando y color claro. Los soldados son escasos, de color crema pálido de 4 a 6 mm de largo, con la cabeza achatada y oscura y mandíbulas relativamente pequeñas. Es una termita que anida directamente sobre madera seca de carpinterías y mobiliario.

Forma colonias independientes con no más de 300 individuos. Son muy voraces y tienen mucho éxito para invadir las maderas. La madera atacada presenta en su interior grandes cavidades o cámaras unidas entre sí por túneles. Algunas de estas cavidades o galerías presentan gran cantidad de deyecciones o granulado (Ripa y Luppichini, 2004).

Para evitar y controlar daños en las especies de madera seleccionada en esta investigación, se consideró la utilización de ácido acético, que es un compuesto orgánico que puede hallarse como ion acetato o etanoato [C₂H₃O₂], tiene un peso molecular de 60,05g/mol, con apariencia transparente con fuerte olor y sabor ácido, entre las propiedades que presenta es corrosivo e inflamable además de ser una sustancia higroscópica; se obtiene mediante la carbonilación del metanol, oxidación del etileno y la fermentación oxidativa (Ondarse, 2024). Siendo un compuesto para la preservación de maderas, que a su vez es amigable con el ambiente y que actualmente está siendo implementado en algunos países de Latino América para el control especies invasivas.

En Venezuela existe poca información sobre el control de *Cryptotermes brevis*, bajo el uso de este compuesto; sin embargo, países como Colombia, Chile, Brasil, Costa Rica, México entre otros, manejan información sobre el control de la especie, bajo la utilización de productos naturales tales como aceite de resino, taninos, extractos de pimientos, aceites esenciales entre otros los cuales han aportado rendimientos a lo que a preservación se refiere.

Es por ello que el objetivo de esta investigación es evaluar la durabilidad inducida de las maderas *Acacia mangium* y *Fraxinus americana* en contacto con termitas de madera seca *Cryptotermes brevis* mediante la aplicación de ácido acético en dos concentraciones, una al 10% (1,7 N) y otra al 5% (0,85N), llevando a cabo una evaluación por un lapso de tiempo de 45 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de probetas

Las probetas de maderas de *A. mangium* y *F. americana*, fueron preparadas y dimensionadas en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes Mérida - Venezuela en las áreas de carpintería, secado y preservación de la madera, se obtuvieron probetas con dimensiones de 2,3 cm x 0,6 cm de largo en la sección transversal y 7 cm en la sección paralela al grano, libres de defectos y se codificaron. Para el caso de la *A. mangium* se tomaron probetas que presentan una combinación de albura y duramen.

Titulación del ácido acético

Se tomo una alícuota de ácido acético y fue diluida con agua destilada en un matraz, posteriormente se agregaron unas gotas de fenolftaleína al ácido acético; llevando a cabo la titulación de la mezcla al ser agregada la solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida, observándose un cambio en el color de la concentración hasta establecerse una coloración rosa pálida en este punto se desarrolló el final de la titulación, para finalmente proceder a realizar el cálculo de la concentración utilizando la estequiometría de la reacción y del volumen de NaOH consumido quedando una relación 1:1.

Método de preservación de probetas con ácido acético

El ácido acético fue colocado en 4 vasos precipitados de 1000 mL (Figura1),

posteriormente las probetas fueron sometidas a inmersión por un lapso de tiempo de 72 horas, siendo extraídas y a su vez pesadas para determinar la absorción y retención del producto. Las piezas extraídas se dejaron a temperatura ambiente durante un lapso de tiempo de 72 horas para que se fijara el preservante.



Figura 1. Evaluación de la madera. El ácido acético contenido en 4 vasos precipitados y preservado de probetas con ácido.

Evaluación de la madera

El ácido acético contenido en 4 vasos precipitados y preservado de probetas con ácido acético durante 72 horas. Tratada ante el ataque de termitas de madera seca *Cryptotermes brevis*.

Las termitas fueron colectadas de piezas de madera y puertas atacadas por este insecto, para llevar a cabo el ensayo se siguió la metodología del Instituto de Pesquisas Tecnológicas del Estado de São Paulo (1980), en el cual se establece que se debe colocar en una cápsula de Petri dos probetas de cada especie a evaluar, adhiriéndose a estas unos cilindros de vidrio color ámbar, los mismos son fijados a la probeta aplicando parafina, cada recipiente presenta 40 termitas (38 obreras y 2 soldados) (Figura 2), posteriormente las probetas se llevaron a un cuarto oscuro durante un período de 45 días.

Las termitas obreras se distinguen por ser pequeñas, con una coloración blanca a crema en toda su totalidad, son ciegas y se encargan de la limpieza del

termitero y los soldados se distinguen por presentar una coloración más oscura, presentan una protuberancia en la cabeza siendo esta más grande que la de las obreras, posee mandíbulas muy robustas, además de tener glándulas secretoras de sustancias tóxicas.

Por otro lado, existen las termitas reinas o aladas que se establecen en los termiteros y, en periodos de reproducción, suelen volar hacia nuevos termiteros con la finalidad de aumentar la colonia.



Figura 2. Fijación de probetas en la cápsula de Petri e introducción de 38 termitas obreras y 2 soldados en los cilindros color ámbar.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño factorial de 2×3 , dos especies por tres tratamientos, tratándose 24 probetas con ácido acético al 5% y 10% y 12 probetas testigos sin tratamiento. Las concentraciones del 5 y 10% se establecen de acuerdo al lumbral de eficiencia de cada producto donde se especifica que se debe trabajar con una concentración baja y una más alta que la especificada en el producto, además de tomar como referencia estudios realizados anteriormente por (Munizaga 2007); donde se utilizan concentraciones del 5% y 10% de ácido acético. El procesamiento de los datos fue realizado mediante el programa estadístico SPSS (Statistical Problems and Solution Solver), así mismo el análisis de varianza (ANOVA) se aplicó con la finalidad de obtener diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad de *Cryptotermes brevis* en las maderas

Con el fin de evaluar el efecto de las termitas en la madera de las especies *A. mangium* y *F. americana* se hizo un diseño experimental con dos especies (acacia y fresno) combinadas con tres tratamientos (testigo, ácido acético al 5% y ácido acético al 10 %). Y su efecto en la mortalidad de las termitas.

El experimento fue evaluado aplicando un Análisis de la Varianza de una vía (One way ANOVA) para probar la hipótesis nula de igualdad de medias de la mortalidad de las termitas al comparar las combinaciones de las dos especies (Acacia y Fresno) y de tres tratamientos (Testigo, ácido acético al 5 % y ácido acético al 10 %). La hipótesis alternativa evalúa si hay efecto del tratamiento (ácido acético) en la mortalidad de las termitas. En la Tabla 1, se muestran las medias y desviaciones típicas para una de las 6 combinaciones:

Tabla 1. Estadísticas descriptivas ensayo mortalidad.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica
Acacia, Test.	5	9,40	2,074
Acacia, AcAcet5%	5	24,60	4,615
Acacia, AcAcet10%	5	24,40	5,320
Fresno, Test.	5	10,20	2,387
Fresno, AcAcet5%	5	23,20	2,490
Fresno, AcAcet10%	5	24,20	2,280

Los resultados obtenidos en las estadísticas descriptivas se refleja que la especie *A. mangium* preservada con concentraciones de ácido acético al 5% y 10% presentan medias con valores altos correspondientes a las medias 24,60 y 24,40 respectivamente, a diferencia de *A. mangium* testigo que arroja un valor bajo de 9,40 a comparación de los dos tratamientos antes señalados, esto ocurre debido a que las muestras testigos no presentan ningún tratamiento; así mismo la especie *F. americana* preservada con concentraciones de ácido acético al 5%

y 10% presentan también valores altos de 23,20 y 24,20 respectivamente, a diferencia de *F. americana* testigo que arrojó un valor de 10,20.

Con el fin de cumplir con la validez del supuesto igualdad de varianzas se aplicó el test de Levene en el cual se confirma que las varianzas entre las diferentes combinaciones son iguales, ya que la $\text{Sig}=0,362 > \alpha=0,05$, presentándose los resultados en la Tabla 2.

Tabla 2. Prueba de homogeneidad de varianzas. Ensayo mortalidad.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,150	5	24	0,362

Luego de realizar la prueba de homogeneidad se llevó a cabo el Análisis de la varianza (ANOVA) expresando los resultados en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de la varianza (ANOVA).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1370,667	5	274,133	23,166	0,000
Intra-grupos	284,000	24	11,833		
Total	1654,667	29			

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Tabla 3 la significancia del análisis de la varianza (ANOVA) de un factor fue $\text{Sig. } 0,000^{***} < \alpha=0,05$ por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las medias de la mortalidad entre las seis combinaciones (especie x tratamiento). Indicando que por lo menos una media de las combinaciones es diferente.

Es por ello que al rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias entre las 6 combinaciones (especie x tratamiento), el siguiente paso es realizar el análisis a posteriori, en este análisis se aplicó el test de DUNCAN; con este test se formaron dos grupos con medias de mortalidad diferente estadísticamente en valores.

Ahora bien; se debe acotar que cuando se trabaja con insectos para inferir

que hubo una alta mortalidad y alta efectividad del preservante, los resultados obtenidos deben encontrarse entre un 50% a 95% de mortalidad, de lo contrario la mortalidad será de media a baja, tal y como se muestra el tes referido a las especies *A. mangium* y *F. americana* en concentración de ácido acético al 5% y 10%, donde la mortalidad media a baja y los resultados más bajos se presentaron en las probetas testigo donde no se aplicó tratamiento de preservación. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de análisis aplicando el test de DUNCAN.

Combinación.	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Acacia, Test.	5	9,40	
Fresno, Test.	5	10,20	
Fresno, AcAcet5%	5		23,20
Fresno, AcAcet10%	5		24,20
Acacia, AcAcet10%	5		24,40
Acacia, AcAcet5%	5		24,60

Los efectos del ácido acético en la incidencia de la mortalidad de las termitas esta expresado que en ambas combinaciones se produce una mortalidad de media a baja, para un periodo de 45 días; en un ensayo realizado en Chile se determinó que para el 10% de concentración se obtuvo una mortalidad de 51,85% y para una concentración del 5% la mortalidad fue inferior al 17% durante un lapso de tiempo de 15 días de evaluación (Munizaga 2007). Es importante destacar que en este estudio trabajaron con termitas subterráneas *Reticulitermes flavipes*, lo que refleja que el ácido acético puede aplicarse como preservante de madera.

En esta evaluación del experimento realizado se determinó que la aplicación del ácido acético al 5% y 10% para *A. mangium* y *F. americana*, se obtuvo valores de mortalidad entre 24,60% y 23,20% respectivamente en un lapso de tiempo de 45 días. En la Figura 3, se observa el comportamiento de la incidencia en la

mortalidad en las combinaciones (especie x concentración) para el estudio realizado con las especies *A. mangium* y *F. americana*.

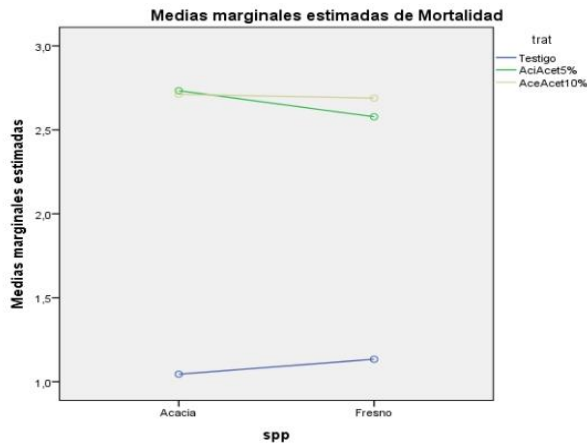


Figura 3. Crecimiento de la mortalidad en las combinaciones (especie x concentración).

La Figura 3, muestra que los valores más bajos de mortalidad se presentan con el tratamiento testigo donde no se aplicó el ácido acético como preservante, posteriormente la mortalidad fue de media a baja tanto para la especie *A. mangium* y *F. americana* cuando se aplicó el ácido acético al 5 % y 10 % donde la tasa más alta de mortalidad se produjo al aplicar el ácido acético al 5% a la especie *A. mangium*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Resultados obtenidos con la aplicación de ácido acético como preservante, en la especie *A. mangium* en concentraciones del 5% y 10%, generó como resultado una tasa de mortalidad de media a baja con valores de 24,40 % y 24,60% y para las muestras testigos sin ninguna preservación se obtuvo una tasa baja de mortalidad de un 9,40%. Por otra parte, para la especie *F. americana*

en concentraciones del 5% y 10%, dio como resultado una tasa de mortalidad entre media a baja con valores de 23,20% y 24,20% y finalmente para las muestras testigos sin ninguna preservación la tasa de mortalidad fue baja de 10,20%.

De acuerdo a los resultados reflejados en el experimento se puede señalar que la preservación con compuestos orgánicos amigables con el ambiente puede contribuir al control de las termitas de madera seca durante un cierto tiempo siendo menos tóxicos para el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arach, A y Morosini, F. (2020). **Fraxinus americana (Fresno Blanco)**. Cátedra de Arbolado Urbano TUEV-CRUSMA-uncoma .PR° Patagonia Asociación Civil. Disponible en: <https://www.arbolesurbanos.com.ar/>.
- Arcila, A. (2008). **Conociendo a las termitas**. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Bogotá, Colombia. 117-127 pp. <http://hdl.handle/20.500.12324/1706>.
- Buczowski, G y Bertelsmeier, C. (2017). **Termitas invasoras en un clima cambiante: Una perspectiva global**. *Ecología y Evolución* 7(3): 974-984. <https://doi.org/10.1002/ece3.2674>.
- Blanco, G. (2025). **Vida y Comportamiento de la termita de madera seca**. Entomología. <https://entomologia.website/termitas/vida-y-comórtamiento-de-la-termita-de-madera-seca/>.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (1980). **Métodos de ensaio e análise em preservação de madeira: ensaio acelerado de laboratório da resistência natural ou de madeira preservada ao ataque de térmitas do gênero *Cryptotermes* (Fam. Kalotermitidae)**. São Paulo. 1p. (Publicação IPT, 1157).
- Issa, S. (2000). **A Checklist of the Termites from Venezuela (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae)**. *The Florida Entomologist* 83(3): 379.
- Munizaga, M., J. (2007). **Estudio de alimentación y de sustancias tóxicas potenciales para *reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. [Tesis de grado, Universidad de Chile]. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101882/Munizaga_m.pdf?sequence=4.
- Ondarse, D. (2024). **Ácido acético**. Enciclopedia Humanidades. Recuperado el 04

de marzo de 2025 de <https://humanidades.com/acido-acetico/>.

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R y Simons, A. (2009). **Base de datos Agroforestería: una guía de selección y referencia de árboles, versión 4.0.** Centro Mundial de Agroforestería, Kenia. [https://www.wordagroforestry.org/output/agroforestree database](https://www.wordagroforestry.org/output/agroforestree_database), consultado el 25/02/2025.

Ripa, S., R y Luppichini, B., P. (2004). **Como reconocer las termitas.** *Tierra Adentro, Vol. N° 59*, 44-48. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6131>.

CAPACIDAD ACIDIFICADORA DE LACTOBACILOS AISLADOS DE PASTIZALES UBICADOS EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA

Acidification capacity of *Lactobacillus* strains isolated from grasslands in the northern area of Mérida city

Alvarado Carmen.

Universidad de Los Andes, Facultad de farmacia y Bioanálisis, Departamento de Microbiología y Parasitología, C.P. 5101, Mérida, Venezuela. Email: carmenu@ula.ve. ORCID: 0009-0009-2914-831X.

Fecha de inicio: 20/01/2024

Fecha de finalización: 15/06/2024

RESUMEN

Las bacterias ácido-lácticas (BAL), en especial los lactobacilos se utilizan en la conservación de forrajes mediante ensilaje, especialmente en regiones tropicales donde las altas temperaturas pueden afectar la fermentación. Este estudio tuvo como objetivo aislar, identificar y evaluar cepas autóctonas de *Lactobacillus* presentes en pastizales del norte de Mérida, Venezuela, con potencial para su uso como inoculantes en ensilajes. Se recolectaron muestras de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), estrella (*Cynodon plectostachyus*) y cetárea (*Megathyrsus maximus*), de las cuales se aislaron 106 colonias, y se seleccionaron 10 cepas compatibles con el género *Lactobacillus*. La identificación se realizó mediante el sistema bioquímico API 50 CHL. Se evaluó la capacidad acidificante midiendo el descenso del pH y la producción de ácido láctico por titulación en caldo MRS, así como el crecimiento a 45 °C como indicador de termotolerancia. *L. plantarum* cepas 3 y 5 mostraron alta producción de ácido láctico y crecimiento a temperatura elevada. *L. pentosus* y *L.*

paracasei ssp. *Paracasei* 1, evidenciaron resistencia térmica y acidificación moderada. Estos hallazgos respaldan el uso de formulaciones multicepa que combinen cepas homofermentativas y heterofermentativas autóctonas, adaptadas a condiciones tropicales, para mejorar la eficiencia fermentativa, la estabilidad aeróbica y la conservación del forraje en sistemas ganaderos.

Palabras clave: *Lactobacillus*, capacidad acidificadora, ensilaje.

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB), particularly *Lactobacillus* species, are used in forage preservation through silage fermentation, especially in tropical regions where high temperatures can affect the fermentation process. This study aimed to isolate, identify, and evaluate native *Lactobacillus* strains from grasslands in northern Mérida, Venezuela, with potential use as silage inoculants. Grass samples (kikuyu, stargrass, and guinea grass) were collected, and 106 bacterial colonies were isolated. Ten strains were identified as *Lactobacillus* using the API 50 CHL biochemical system. Acidification capacity was assessed by measuring pH reduction and lactic acid production via titration in MRS broth. Thermotolerance was evaluated based on growth at 45 °C. *L. plantarum* strains 3 and 5 showed high lactic acid production and growth under elevated temperature, while *L. pentosus* and *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1, demonstrated thermal resistance and moderate acidification. These findings suggest that native LAB strains, particularly those combining homofermentative efficiency and thermal tolerance, are promising candidates for multi strain inoculant formulations. Their use may enhance fermentative efficiency, aerobic stability, and forage conservation under tropical conditions. The study

supports the valorization of local microbial biodiversity for the development of adapted and sustainable silage technologies for livestock systems in warm climates.

Key words: *Lactobacillus*, acidification capacity, silage.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera sostenible depende en gran medida de la disponibilidad y calidad del forraje, cuya adecuada conservación es esencial para garantizar la alimentación del ganado durante períodos de escasez. El ensilaje, basado en la fermentación láctica, es una de las estrategias más eficaces para conservar forrajes. En este proceso, las bacterias ácido-lácticas (BAL), en particular las del género *Lactobacillus*, transforman los azúcares del material vegetal en ácido láctico, reduciendo el pH y limitando el crecimiento de hongos y levaduras, lo que mejora la estabilidad aeróbica y reduce la pérdida de nutrientes (Okoye et al., 2023).

El uso de inoculantes bacterianos, especialmente a base de *Lactobacillus plantarum*, ha demostrado mejorar la fermentación y la estabilidad aeróbica del ensilaje, incluso en regiones tropicales donde las altas temperaturas aceleran el deterioro microbiano. Se ha reportado que la aplicación de *L. plantarum* retarda el deterioro de ensilajes de alfalfa con alta humedad, manteniendo un pH estable y controlando la microbiota competitiva (Jaipolsaen et al., 2022; Yang et al., 2020). Asimismo, en forrajes tropicales como la caña de azúcar, su adición ha mejorado la calidad fermentativa y la conservación en ambientes cálidos (Liu et al., 2022).

La eficacia de estos inoculantes se incrementa cuando las cepas están adaptadas al ambiente de uso. Por ello, la selección de cepas autóctonas directamente desde el forraje representa una estrategia biotecnológica prometedora, ya que mejora la compatibilidad con la planta hospedadora y las condiciones ambientales locales (You et al., 2021). Este enfoque es

particularmente relevante en regiones de altura como los Andes venezolanos, donde la microbiota epífita de los pastizales está influenciada por factores ecológicos específicos como la altitud, el clima y la vegetación (García-Pérez et al., 2019). Aislar y caracterizar BAL de estos ecosistemas permite no solo conocer su diversidad, sino también identificar cepas con capacidades funcionales destacadas, como una elevada producción de ácido láctico, crucial para el éxito del ensilaje (Liu et al., 2022).

Además, la ganadería está asociada a emisiones significativas de gases de efecto invernadero, en particular metano, tanto durante la fermentación ruminal como en procesos de ensilaje mal manejados. Diversos estudios han demostrado que el uso de *L. plantarum* en ensilajes puede contribuir a la mitigación de estas emisiones, mejorando la eficiencia fermentativa y reduciendo el metano generado (Li et al., 2023; Ncho et al., 2024).

En este contexto, el presente estudio retoma cepas de *Lactobacillus* aisladas originalmente en 2007 como parte de un trabajo académico no publicado. En 2024, estas cepas fueron reactivadas y evaluadas desde un enfoque funcional aplicado, con el objetivo de determinar su capacidad acidificadora y su potencial como candidatas para el desarrollo de inoculantes adaptados a condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Las cepas utilizadas en este estudio fueron originalmente aisladas en 2007, como parte de un proyecto de investigación de maestría no publicado, desarrollado en la Universidad de Los Andes. Los procedimientos de aislamiento, así como la caracterización morfológica y bioquímica, no han sido previamente difundidos en la literatura científica. Las cepas fueron conservadas liofilizadas en condiciones controladas hasta su reactivación y evaluación funcional en 2024. La

identificación bioquímica se realizó utilizando el sistema API 50 CHL, cuyos criterios continúan siendo válidos conforme a la taxonomía actual del género *Lactobacillus* (Zheng et al., 2020).

Las muestras de pasto fueron recolectadas en el sector Santa Rosa de la ciudad de Mérida, Estado Mérida, Venezuela. Las parcelas muestreadas, con superficies entre 1900 y 3000 m², estaban sembradas con especies comúnmente utilizadas en zonas tropicales: pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*), pasto cetárea (*Megathyrus maximus*) y pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), reconocidas por su productividad y adaptabilidad (Galasso et al., 2022; Carvajal et al., 2023; Picado et al., 2024).

En dos jornadas distintas se recolectaron muestras de diferentes sectores de las parcelas. Las plantas fueron cortadas asépticamente a 10 cm del suelo y depositadas en envases estériles, siguiendo las recomendaciones de la FAO para el muestreo representativo de pastos y minimización de contaminación (FAO, 2014). Las muestras se almacenaron durante ocho días en un lugar fresco y aireado antes de ser procesadas en laboratorio.

Aislamiento de lactobacilos

Bajo condiciones de asepsia, las plantas fueron mezcladas para formar un “pool”, del cual se extrajeron 25 g y se suspendieron en 500 mL de agua peptonada modificada (APM), preparada con 0,1 % de peptona, 0,1 % de Tween 80 y 0,05 % de cisteína, para reducir el potencial óxido-reducción del diluyente (Haddadin et al., 2004; Leuschner et al., 2003). La mezcla se agitó durante 20 minutos a 120 rpm en una incubadora orbital (marca Precision, GCA Corporation). Se realizaron seis diluciones decimales en APM y se sembraron por duplicado en placas de agar MRS modificado (con 3 % de leche descremada y 0,02 % de azida sódica) y agar Rogosa, empleando técnicas de siembra en superficie y en profundidad (Hanagasaki, 2020; Ajewole et al., 2014).

Las placas se incubaron a 37 °C durante cinco días en condiciones microaerófilas, generadas mediante el método de la vela (candle jar), este método consiste en introducir las placas de Petri apiladas en un frasco de vidrio, luego se introduce una vela prendida en su interior y se cierra herméticamente el frasco con su tapa. Este procedimiento crea en el interior del frasco una atmósfera con aproximadamente 8-10% de O₂ y 3-5% de CO₂, apropiada para el desarrollo de bacterias microaerófilas como los lactobacilos (Fan & Li, 1997).

Una vez transcurrido el período de incubación, se seleccionaron colonias aisladas que presentaban características compatibles con *Lactobacillus* según Kandler y Weiss (1986): colonias de 2-5 mm de diámetro, convexas, opacas, no pigmentadas, con desarrollo superficial u ovalado en el interior del agar. Estas fueron subcultivadas en caldo MRS con 20% de glicerol, incubadas por 24 h y posteriormente conservadas a 10 °C.

Identificación fenotípica de los lactobacilos

La identificación preliminar incluyó la tinción de Gram y la prueba de catalasa, siguiendo los criterios propuestos por Kandler y Weiss (1986).

- a) **Tinción de Gram:** realizada a partir de cultivos de 24 h conforme a Cappuccino y Welsh (1990).
- b) **Prueba de catalasa:** ejecutada sobre colonias cultivadas en agar MRS según McFaddin (2003).

Posteriormente, se determinó el perfil de fermentación de carbohidratos mediante el sistema bioquímico API 50 CHL y el software APIweb (versión 5.0), siguiendo las instrucciones del fabricante (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France). La identificación taxonómica correspondió a la clasificación propuesta por Kandler y Weiss (1986), ampliamente adoptada en microbiología alimentaria. Aunque en

años recientes se ha propuesto una nueva clasificación basada en filogenómica (Zheng et al., 2020), en este trabajo se mantuvo la nomenclatura tradicional, por ser aún la más utilizada en estudios sobre fermentación y ensilaje, lo que facilita la comparación con la literatura existente.

Evaluación del potencial tecnológico

Producción de ácido

La acidificación fue monitoreada mediante medición del pH con un potenciómetro digital portátil (Hanna Instruments). La producción de ácido láctico fue evaluada por titulación con NaOH 0,1 N usando fenolftaleína como indicador (Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 2004). Cada ensayo se realizó por duplicado. Se utilizaron cultivos de 18–20 h en caldo MRS estéril para inocular al 1 % tubos con 10 mL del mismo medio. Se incubaron en baño de agua a 37 °C, y se tomaron medidas de pH y ácido producido a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 24 y 48 h.

Crecimiento a 45 °C

Para evaluar la termotolerancia, se inocularon tubos con 5 mL de caldo MRS estéril con cada cepa, incubados a 45 °C en baño de agua termostatado durante 24 h. Se consideró crecimiento positivo la presencia de turbidez. La producción de ácido en estas condiciones se evaluó siguiendo el procedimiento antes descrito (Benavides et al., 2016).

Selección de cepas con uso potencial para ensilaje

Las cepas seleccionadas como candidatas a inoculantes fueron aquellas que cumplieron con al menos dos de los siguientes criterios: pertenencia a especie reconocida como funcional, capacidad de crecimiento a 45 °C y alta producción

de ácido láctico. Estas fueron sometidas a análisis estadístico para establecer diferencias significativas entre sus comportamientos fermentativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las dos muestras de pasto analizadas se aislaron un total de 106 colonias con morfología compatible con bacterias ácido-lácticas del género *Lactobacillus*. Estas colonias fueron numeradas del 1 al 106 y caracterizadas morfológica y bioquímicamente. De ellas, solo 13 presentaron características típicas del género, tales como morfología de bacilos cortos o cocobacilos, reacción Gram positiva y catalasa negativa.

De las 13 cepas compatibles con *Lactobacillus*, 10 fueron finalmente identificadas como pertenecientes a este género mediante pruebas bioquímicas utilizando el sistema API 50 CHL. Las especies identificadas se resumen en la Tabla 1, observándose una clara predominancia de *Lactobacillus plantarum*, seguido de *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* y *Lactobacillus pentosus*. En adelante las cepas se nombrarán de la siguiente manera: *Lactobacillus plantarum* 1 (cepa 1), *L. plantarum* 2 (cepa 2), *L. brevis* (cepa 22), *L. plantarum* 3 (cepa 3), *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1 (44), *L. plantarum* 4 (cepa 4), *L. plantarum* 5 (cepa 5), *L. plantarum* 6 (cepa 6), *L. pentosus* (cepa 33) y *L. paracasei* spp. *paracasei* 2 (cepa 45).

Estos hallazgos son consistentes con estudios recientes que destacan a *L. plantarum*, *L. paracasei* y *L. pentosus* como miembros habituales de la microbiota epífita de forrajes, capaces de apoyar el proceso fermentativo durante el ensilaje. El predominio de *L. plantarum* observado en este estudio.

Tabla 1. Especies de lactobacilos identificadas con el sistema de identificación bioquímica API.

Cepa	Especie identificada (% de identificación)
1	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (99,9 %)
2	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (99,9 %)
22	<i>Lactobacillus brevis</i> 3 (96,1%)
3	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (99,9)
44	<i>Lactobacillus paracasei ssp paracasei</i> 1 (95,6)
4	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (99,9)
5	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (99,9)
6	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1 (92,6)
33	<i>Lactobacillus pentosus</i> (99,0)
45	<i>Lactobacillus paracasei ssp paracasei</i> 3 (96,5)

El 60% de los lactobacilos identificados concuerda con múltiples investigaciones que la reconocen como una de las especies más frecuentes y eficientes en pastos tropicales y gramíneas utilizadas para ensilaje (Zhang et al., 2022; Feng et al., 2023; You et al., 2021, Guo, 2022).

Adicionalmente, *L. paracasei* ha ganado atención por su capacidad de mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje, reducir la producción de compuestos nitrogenados indeseables y colaborar sinérgicamente con otras especies para mantener la calidad del forraje almacenado (Xiong et al, 2022, Scuarra et al 2023).

La Figura 1, muestra la curva de descenso de pH en las cepas de lactobacilos en caldo MRS.

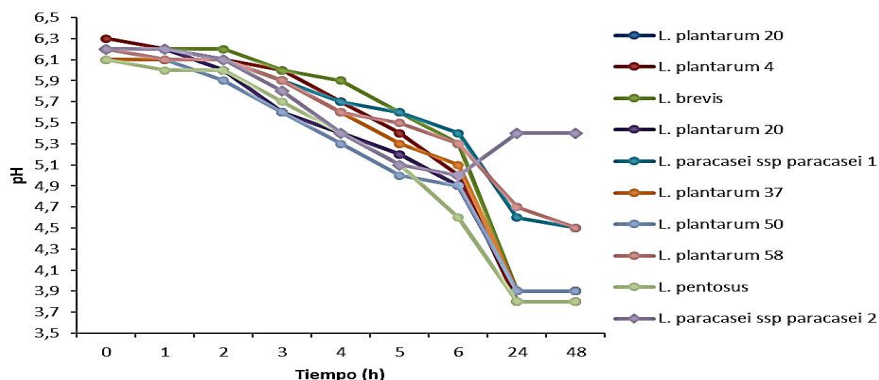


Figura 1. Curvas de descenso de pH en las cepas de lactobacilos en caldo MRS.

La Figura 2, muestra la producción de ácidos orgánicos de las cepas de lactobacilos en caldo MRS.

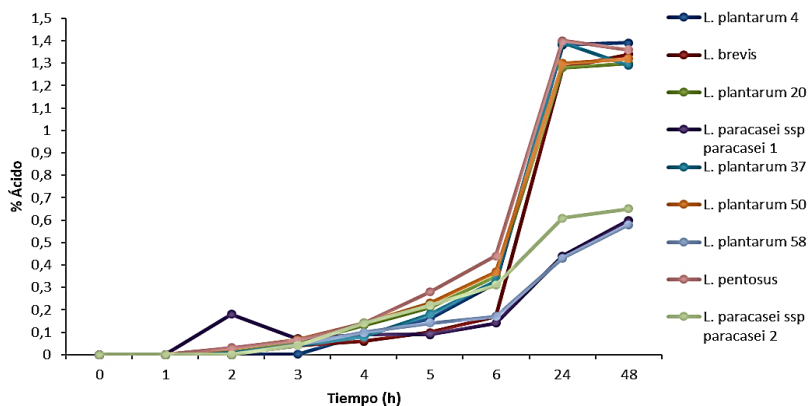


Figura 2. Producción de ácidos orgánicos de las cepas de lactobacilos en caldo MRS.

La capacidad acidificante, directamente relacionada con el descenso del pH, es uno de los criterios más relevantes al evaluar el potencial tecnológico de cepas destinadas a la elaboración de inoculantes para ensilaje. En este estudio, todas las cepas seleccionadas demostraron actividad acidificante, aunque con variabilidad entre ellas. Las Figuras 1 y 2 muestran el comportamiento de cada cepa en cuanto al descenso del pH y la producción acumulada de ácido láctico, respectivamente.

Las cepas identificadas como *L. plantarum* (cepas 1, 2, 3, 4, 5 y 6) presentaron un patrón claro de acidificación acelerada, con una disminución progresiva del pH desde valores iniciales de 6,1–6,3 hasta alcanzar niveles de 3,8–3,9 entre las 24 y 48 horas de incubación.

Por su parte, *L. pentosus* evidenció una acidificación efectiva, alcanzando un pH final de 3,8 a las 48 horas, comportamiento comparable al de *L. plantarum* y que respalda su inclusión en formulaciones inoculantes. En contraste, *L. brevis* mostró una acidificación más lenta, estabilizándose en 3,9. Las cepas de *L. paracasei* subsp. *paracasei* fueron las menos acidificantes, con valores finales de

pH entre 4,5 y 5,4. Si bien una de estas cepas mostró un descenso de pH relativamente aceptable durante las primeras 6 horas, su efecto acidificante se redujo considerablemente después de las 24 horas, lo cual limita su eficacia como único inoculante. Este resultado resalta la importancia de evaluar cada cepa de forma individual, incluso dentro de una misma especie, debido a la variabilidad funcional observada.

A pesar de su menor capacidad acidificante, *L. paracasei* y *L. brevis* no deben descartarse. Diversos estudios recomiendan formulaciones multicepa que combinen bacterias homofermentativas como *L. plantarum*, responsables de la acidificación inicial, con especies heterofermentativas como *L. brevis* y *L. paracasei*, las cuales contribuyen a mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje (Wang et al., 2022; Squara et al., 2023).

Estos resultados refuerzan que la producción de ácido, además de ser un parámetro clave para el desempeño fermentativo, varía significativamente entre cepas del mismo género, lo que exige un análisis detallado para el desarrollo de inoculantes eficaces en condiciones tropicales (Xiong et al., 2022; Feng et al., 2023).

Otro aspecto tecnológico importante evaluado fue el crecimiento de las diferentes cepas a 45°C, el resultado se puede evidenciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Crecimiento y producción de ácido de las cepas a 45 °C.

Cepa	Crecimiento a 45°C	% de ácido producido
<i>L. plantarum</i> 1	-	-
<i>L. plantarum</i> 2	-	-
<i>L. brevis</i>	-	-
<i>L. plantarum</i> 3	+	0,648
<i>L. paracasei ssp paracasei</i> 1	+	0,405
<i>L. plantarum</i> 4	-	-
<i>L. plantarum</i> 5	+	0,585
<i>L. plantarum</i> 6	-	-
<i>L. pentosus</i>	+	0,27
<i>L. paracasei ssp paracasei</i> 2	-	-

El crecimiento de las cepas de lactobacilos a temperaturas elevadas resulta particularmente relevante debido a que, durante la fase activa de fermentación, especialmente en regiones tropicales, la temperatura interna del silo puede alcanzar valores entre 40 y 60 °C, lo cual puede comprometer la viabilidad de cepas sensibles al estrés térmico (Ni et al., 2020; Kung et al., 2008). Por esta razón, la evaluación del crecimiento a 45 °C se empleó como criterio complementario para identificar cepas con potencial biotecnológico en condiciones ambientales adversas típicas del trópico (Guan et al., 2020; Kung et al., 2018).

Los resultados obtenidos en la prueba de crecimiento a 45 °C, junto con la producción de ácido láctico, evidencian diferencias funcionales significativas entre las cepas analizadas (Tabla 2). Solo cuatro cepas demostraron capacidad de crecimiento bajo esta temperatura elevada: *Lactobacillus plantarum* cepas 3 y 5, *L. pentosus* y *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1. Esta característica es fundamental para la selección de cepas destinadas a la elaboración de ensilajes, dado que en regiones tropicales las temperaturas internas del material ensilado pueden alcanzar entre 40 y 50 °C durante el proceso fermentativo (Guan et al., 2020; Ni et al., 2020).

Dentro del grupo de cepas termotolerantes, *L. plantarum* 3 destacó por presentar, además de crecimiento a 45 °C, la mayor producción acumulada de ácido láctico (0,648 %), seguida por *L. plantarum* 5 (0,585 %). Estos resultados confirman la elevada eficiencia de esta especie tanto en condiciones de estrés térmico como en la acidificación del medio, consolidándola como una candidata óptima para su uso en inoculantes destinados a climas cálidos.

Por otro lado, aunque *L. pentosus* mostró capacidad de crecimiento a 45 °C, la cantidad de ácido láctico producido fue menor (0,27 %), lo que sugiere una funcionalidad complementaria, posiblemente más orientada a la estabilización aeróbica del ensilaje que a la acidificación rápida.

Un comportamiento similar se observó en *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1, que presentó una producción de ácido láctico del 0,405 %. Estos perfiles concuerdan con estudios previos que indican que cepas heterofermentativas como *L. paracasei* y *L. pentosus*, aunque no tan eficaces en acidificación como *L. plantarum*, contribuyen principalmente a la estabilidad del ensilado más que a la reducción inicial del pH (Squara et al., 2023).

En contraste, otras cepas de *L. plantarum* (1, 2, 4 y 6), a pesar de haber mostrado una alta capacidad acidificante en ensayos previos, no lograron crecer a 45 °C, lo cual limita su aplicabilidad en condiciones tropicales extremas (You et al., 2021; Peng et al., 2021).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología de aislamiento aplicada permitió identificar cuatro especies de lactobacilos presentes en las muestras de pastizal analizadas, evidenciando que este constituye una fuente natural valiosa de cepas con potencial biotecnológico para su uso como inoculantes en procesos de ensilaje. Las cepas de *L. plantarum* demostraron alta capacidad acidificante, con pH finales inferiores a 4 y producción acumulada de ácido láctico superior al 1,3 % en la mayoría de los casos, confirmando su eficacia como homofermentativas. Sin embargo, solo algunas cepas (3 y 5) mostraron capacidad de crecimiento a 45 °C, un criterio indispensable para su aplicabilidad en regiones tropicales, donde las temperaturas durante la fermentación pueden ser elevadas. Por otro lado, las cepas de *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1 y *L. pentosus* presentaron menor producción de ácido láctico (0,27 - 0,65%), pero evidenciaron termotolerancia y pudieran contribuir a la estabilidad aeróbica del ensilado, posicionándose como candidatas complementarias en formulaciones multi cepa.

En función de estos resultados, se recomienda diseñar inoculantes mixtos que integren cepas homofermentativas altamente acidificantes (*L. plantarum* 3 y 5)

con cepas heterofermentativas termotolerantes (*L. pentosus* y *L. paracasei* ssp. *paracasei* 1), para maximizar la sinergia entre rápida acidificación y estabilidad aeróbica. Es imprescindible validar estas cepas en ensayos piloto bajo condiciones tropicales, evaluando su desempeño frente a variables como temperatura, estabilidad aeróbica y composición nutricional del forraje.

La termotolerancia debe considerarse un criterio obligatorio en la selección de cepas para regiones tropicales, dada su influencia directa en la viabilidad de los inoculantes. Finalmente, se sugiere fomentar el aislamiento y caracterización de cepas autóctonas como estrategia sostenible y económicamente viable, adaptada a la realidad agroecológica regional, contribuyendo así a la mejora de tecnologías para la conservación de forrajes y a la reducción del impacto ambiental de la ganadería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, A. B., Ulcuango, M., Yépez, L., & Tenea, G. N. (2016). **Assessment of the in vitro bioactive properties of lactic acid bacteria isolated from native ecological niches of Ecuador.** Revista Argentina de Microbiología, 48(3), 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.05.003>
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2019). **Microbiology: A laboratory manual** (11th ed.). Pearson.
- Carvajal-Tapia, J. I., Barahona-Rosales, R., Castro-Montoya, J., Arango, J., & Vivas-Quila, N. J. (2023). **Nutritional and biomass evaluation of a Megathyrus maximus collection in a dry tropical climate in Colombia.** Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales, 11(1), 11–21. [https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)11-21](https://doi.org/10.17138/tgft(11)11-21)
- Fan, X. G., & Li, T. G. (1997). **Growth of Helicobacter pylori in candle jars.** Journal of Medical Microbiology, 46(4), 354-355. https://www.academia.edu/126326937/Growth_of_Helicobacter_pylo ri_in_candle_jars
- Feng, Q., Zhang, J., Ling, W., Degen, A. A., Zhou, Y., Ge, C., Yang, F., & Zhou, J. (2023). **Ensiling hybrid Pennisetum with lactic acid bacteria or organic acids improved the fermentation quality and bacterial community.** Frontiers in Microbiology, 14, 1216722. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1216722>

- Galasso, G., Domina, G., Andreatta, S., Argenti, C., Astuti, G., Bacaro, G., Bacchetta, G., Bagella, S., Banfi, E., Barberis, D., Bartolucci, F., Probo, M., & Verloove, F. (2022). **Notulae to the Italian alien vascular flora: 14.** *Italian Botanist*, 14, 99–118.
<https://doi.org/10.3897/italianbotanist.14.97758>
- García-Pérez, A. L., Sánchez, M., & Rodríguez, J. (2019). **Microbial diversity of Andean pastures: Implications for forage quality and livestock production.** *Applied Soil Ecology*, 135, 12–20.
- Guan, H., Shuai, Y., Yan, Y., Ran, Q., Wang, X., Li, D., Cai, Y., & Zhang, X. (2020). **Microbial community and fermentation dynamics of corn silage prepared with heat-resistant lactic acid bacteria in a hot environment.** *Microorganisms*, 8(5), 719.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms8050719>
- Guo, X., Xu, D., Li, F., Bai, J., & Su, R. (2022). **Current approaches on the roles of lactic acid bacteria in crop silage.** *Microbial Biotechnology*, 16(1), 67–87. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14184>
- Haddadin, M., Awaished, S., & Robinson, R. (2004). **The production of yogurt with probiotic bacteria isolated from infants in Jordan.** *Pakistan Journal of Nutrition*, 3, 290–293
- Jaipolsaen, N., Sangsritavong, S., Uengwetwanit, T., Anghong, P., Plengvidhya, V., Rungrassamee, W., & Yammuenart, S. (2022). **Comparison of the effects of microbial inoculants on fermentation quality and microbiota in Napier grass (*Pennisetum purpureum*) and corn (*Zea mays L.*) silage.** *Frontiers in Microbiology*, 12, 784535.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.784535>
- Kandler, O., & Weiss, N. (1986). **Regular, nonsporing Gram positive rods.** In P. H. A. Sneath, N. S. Mair, M. E. Sharpe, & J. G. Holt (Eds.), *Bergey's manual of systematic bacteriology* (Vol. 2, pp. 1208–1234). Williams & Wilkins.
- Kung, L. Jr., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). **Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages.** *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
- Leuschner, R. G. K., Bew, J., Coeuret, V., Vernoux, J.-P., & Gueguen, M. (2003). **A collaborative study of a method for the enumeration of probiotic lactobacilli in animal feed.** *Food Microbiology*, 20(1), 57–66.
[https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00103](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00103)
- Li, Z., Li, F., Akhavan Kharazian, Z., & Guo, X. (2023). **Effect of inoculating two bacteriocin-producing *Lactiplantibacillus plantarum* strains at ensiling on in vitro rumen fermentation and methane emissions of alfalfa silage with two dry matter contents.** *Animals*, 13(3), 384.
<https://doi.org/10.3390/ani13030384>
- Liu, Y., Chen, T., Sun, R., Zi, X., & Li, M. (2022). **Effects of *Lactobacillus plantarum***

- on silage fermentation and bacterial community of three tropical forages.** *Frontiers in Animal Science*, 3, Article 878909. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.878909>
- Liu, Q., Wang, C., & Zhang, Y. (2022). **Characterization of lactic acid bacteria isolated from silages and evaluation of their acidification ability in MRS broth.** *Journal of Applied Microbiology*, 132(2), 984–996.
- McFaddin, J. F. (2004). **Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica (3.ª ed.).** Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Ncho, C. M., Kim, S.-H., Rang, S. A., & Lee, S.-S. (2024). **A meta-analysis of probiotic interventions to mitigate ruminal methane emissions in cattle: Implications for sustainable livestock farming.** *Animal*, 18(6), 101180. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101180>
- Okoye, C. O., Wang, Y., Gao, L., Wu, Y., Li, X., Sun, J., & Jiang, J. (2023). **The performance of lactic acid bacteria in silage production: A review of modern biotechnology for silage improvement.** *Microbiological Research*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450132200252X>
- Peng, C., Sun, W., Dong, X., Zhao, L., & Hao, J. (2021). **Isolation, identification and utilization of lactic acid bacteria from silage in a warm and humid climate area.** *Scientific Reports*, 11, Article 12586. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34131227/>
- Picado Pérez, T., Lemus, R., Rivera, D., & Villalobos Villalobos, L. A. (2024). **Nutritive and fermentative traits of African Stargrass (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) forage preserved for silage and haylage.** *Fermentation*, 10(6), 268. <https://doi.org/10.3390/fermentation10060268>
- Standard Methods for the Examination of Dairy Products. (2004). In **Chemical and physical methods (17.ª ed., Ch. 15: Acidity Tests)**. American Public Health Association / American Dairy Products Institute.
- Squara, S., Ferrero, F., Tabacco, E., & Borreani, G. (2023). **Effect of inoculation with *Lentilactobacillus buchneri* and *Lacticaseibacillus paracasei* on the maize silage volatilome: The advantages of advanced 2D chromatographic fingerprinting approaches.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(10), 4214–4224. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c03652>
- Xiong, Y., Xu, J., Guo, L., Chen, F., Jiang, D., Lin, Y., Guo, C., Li, X., Chen, Y., Ni, K., & Yang, F. (2022). **Exploring the effects of different bacteria additives on fermentation quality, microbial community and in vitro gas production of forage oat silage.** *Animals*, 12(9), 1122. <https://doi.org/10.3390/ani12091122>

- Xu, H., Wu, N., Na, N., Ding, H., Sun, L., Fang, Y., Li, D., Li, E., Yang, B., Wei, X., & Xue, Y. (2024). **Dynamics of fermentation quality, bacterial communities, and fermentation weight loss during fermentation of sweet sorghum silage.** BMC Microbiology. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38555522/>
- Yang, F., Wang, Y., Zhao, S., & Wang, Y. (2020). ***Lactobacillus plantarum* inoculants delay spoilage of high moisture alfalfa silages by regulating bacterial community composition.** Frontiers in Microbiology, 11, 614513. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2020.01989/full>
- You, S., Du, S., Ge, G., Wan, T., & Jia, Y. (2021). **Selection of lactic acid bacteria from native grass silage and its effects as inoculant on silage fermentation.** Agronomy Journal, 113(4), 3169–3177. <https://doi.org/10.1002/agj2.20720>
- Zhang, Y., Yang, H., Huang, R., Wang, X., Ma, C., & Zhang, F. (2022). **Effects of *Lactiplantibacillus plantarum* and *Lactiplantibacillus brevis* on fermentation, aerobic stability, and the bacterial community of paper mulberry silage.** Frontiers in Microbiology, 13, Article 1063914. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1063914>
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M. A. P., Harris, H. M. B., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Wuyts, S., Felis, G. E., Gänzle, M. G., & Lebeer, S. (2020). **A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of the families Lactobacillaceae and Leuconostocaceae.** International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 70(4), 2782–2858. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE PROPAGACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO (*Teobroma cacao* L.), MUNICIPIO PAMPANITO, ESTADO TRUJILLO

Characterization of propagation materials for establishing cocoa crops, Pampanito Municipality, Trujillo State.

Godoy Nelly.

Universidad de Los Andes, Núcleo Rafael Rangel, Trujillo. Venezuela. Departamento de Ciencias Agrarias. E-mail: nelly.godoy@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4674-1758.

Fecha de inicio: 10/02/2025

Fecha de finalización: 25/06/2025

RESUMEN

Los sistemas de producción diversificados representan una garantía en la preservación y protección de la biodiversidad. En la comunidad agrícola La Chapa, en los últimos 20 años, estos sistemas diversificados con café bajo sombra fueron desapareciendo, para establecer cultivos de cítricos como monocultivos. En los actuales momentos se observa un incremento en la superficie cultivada del rubro de Cacao (*Teobroma cacao* L.) en el Municipio Pampanito, lo que demanda retos en el manejo agronómico para lograr maximizar su producción sostenible. El incremento del número de productores y superficie de siembra, también se evidencia en diferentes sectores agrícolas de La Chapa. Mediante una jornada de trabajo a nivel de campo en el sector Quebrada de Los Negros se realizó un abordaje a 20 productores empleando encuestas semiestructuradas y la observación directa, para conocer la procedencia de las semillas de cacao y que variedades botánicas están cultivando en sus unidades de

producción. Mas del 98% manifestó que no conocen las variedades botánicas que están cultivando, sin embargo; han caracterizado el color de la semilla, el color de las mazorcas, la textura, el sabor, el color del mucilago, y cuantificado el número de plantas cultivadas, así mismo; se observa la presencia de la mancha negra, causada *Phythoctora* sp afectando las plantaciones y la presencia de plantas y/o frutos dañados, abordando su referenciación geográfica.

Palabras clave: Cacao, variedades, biodiversidad.

ABSTRACT

Diversified production systems represent a guarantee for the preservation and protection of biodiversity. In the La Chapa agricultural community, these diversified systems, including shade-grown coffee, have been disappearing over the past 20 years, giving way to monocultures of citrus crops. Currently, there is an increase in the cultivated area of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Pampanito Municipality. This poses challenges for agronomic management in order to maximize sustainable production. This increase in the number of producers and area is also evident in different agricultural sectors of La Chapa. During a field work session in the Quebrada de Los Negros sector, 20 producers were approached using semi-structured surveys and direct observation to learn about the origin of their cacao seeds and which botanical varieties they are cultivating in their production units. More than 98% stated that they do not know the botanical varieties they are cultivating; however, they have characterized the color of the seed, the color of the pods, the texture, the flavor, the color of the mucilage, as well as the number of plants cultivated. The presence of black spot, caused by *Phythoctora* sp. affecting the

plantations, and the presence of damaged plants and/or fruits were also observed, addressing their geographic reference.

Key words: Cocoa, varieties, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Las estadísticas de la Organización Internacional del Cacao (ICCO) en la cosecha del año 2018/2019 mostraron un aumento en las molindas totales mundiales del 4,1% durante la última temporada de cosecha, por lo cual las molindas alcanzaron un récord de 4585000 toneladas, un aumento de 188 mil toneladas. El rápido crecimiento de la industria del chocolate es impulsado por el aumento del consumo, incrementándose también la cantidad de cáscaras de granos de cacao generadas anualmente (Siow et al., 2022), estos mismos autores señalan que el punto más destacado en su trabajo de investigación, donde evaluaron las propiedades antioxidantes de la cascara de Cacao, siendo la más alta la de Venezuela.

La producción de cacao (*Teobroma cacao* L.) en Venezuela, se viene incrementando, se registró un incremento del 10% en el primer semestre de este año (2025), así lo señala la asociación Nacional de Productores de Cacao de Venezuela (ASOPROCAVE). Venezuela es un productor de cacao fino de sabor; es un producto de exportación, generador de divisas, socialmente involucrado con un gran número de personas, establecido como productor de tierras, tiene un alto valor nutricional y es un conservacionista en crecimiento.

En el municipio Pampanito, del estado Trujillo se observa un incremento en el número de productores que vienen cultivando Cacao, como una nueva alternativa agroproductiva. Tal es el caso del sector La Chapa, donde productores que durante los últimos 15 años tenían cultivado cítricas (*Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*), perdieron sus cultivos, por el "Huanglongbing" (HLB) o enverdecimiento de los

cítricos, es la enfermedad más devastadora de los cítricos que afecto a todos los cultivares causando la muerte sistemática de árboles en todo el mundo.

Los productores que en su mayoría perdieron sus árboles de cítricos, actualmente están cultivando cacao, se observa un cambio de uso de la tierra, rubro que tiene interés y expectativas. Sin embargo, hay desconocimiento de los cultivares que están estableciendo y el manejo agronómico que ello conlleva, lo cual representa un riesgo o amenaza. Actualmente existen focos por problemas fitosanitarios a nivel de campo, en diferentes parcelas de los productores.

Las principales enfermedades en el cacao son la escoba de bruja causada por la moniliasis provocada por *Moniliophthora roreri* Cif & Par y la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora* spp.) (Martínez, et al., 2019). La pudrición parda o mazorca negra es una enfermedad causada por varias especies del género *Phytophthora*, su agente causal fue identificado como *P. palmivora*, se encuentra distribuida en los continentes de África, Asia y América siendo el factor más limitante en la producción de cacao. El desarrollo de la enfermedad está influenciado por las condiciones ambientales de precipitación, humedad relativa alta y temperaturas frescas creando un ambiente favorable para el desarrollo del patógeno, donde sus fuentes principales de inoculo son el suelo, raíces, hojas, cojines florales, flores y frutos infectados (Sánchez, et al., 2015, citado por Villa, et al., 2022).

Las potencialidades que pudiese generar un buen manejo, bajo un enfoque agroforestal y agronómico dirigido, podrían ser aprovechadas para mejorar las condiciones de vida de los productores en el marco de una estrategia de desarrollo endógeno a nivel rural, a través del sistema de producción de cacao asociado con especies forestales y frutales.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar las variedades botánicas de cacao (*Theobroma cacao* L.) que se están cultivando en el sector La Chapa del Municipio Pampanito, estado Trujillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se basa en una investigación de campo y el nivel de estudio fue descriptivo. La recolección de datos se realizó a través de una encuesta semi estructurada aplicada a 20 productores de diferentes sectores agrícolas principalmente de la Chapa, del municipio Pampanito. Donde se realizó un abordaje para caracterizar y conocer la procedencia de la semilla, las variedades de cacao (*Teobroma cacao* L.) que están cultivando, y así mismo conocer el número de plantas cultivadas, la edad, color del fruto (CF), color del embrión de la semilla (CE) y presencia de problemas fitosanitarios.

Cada parcela del productor se georreferenció, con el objetivo de ubicar geográficamente las áreas donde este grupo de productores tienen sus unidades de siembra de Cacao. El área principal de estudio está ubicada en La Chapa, desde Quebrada de los Negros, Chapa Grande y Loma de la Paz, a una altura entre 600 a 1.400 m.s.n.m. Pertenece al Bosque Seco Tropical (BST), según Holdrigue (1967) y se ubica en la microcuenca agua clara. La Temperatura oscila entre: 21-27 °C, con una precipitación de 1.200 mm/añual, (Godoy, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta semiestructurada, a los diferentes productores en el abordaje, muestran que hay un desconocimiento total de los materiales genéticos y/o variedades que están estableciendo en las diferentes unidades de producción, así mismo un desconocimiento del manejo agronómico del *Teobroma cacao* L.

El sistema de producción es a pequeña escala, con superficies de plantación entre 0,5 a 1 ha. El 99% de los productores tienen en sus parcelas otros cultivos asociados al Cacao, entre ellos aguacate, café, guanábanas, cítricos, parchita, lechosa, cambur y plátano. La edad de las plantas de cacao está comprendida entre 1 a 4 años, plantas jóvenes.

De acuerdo a las características descritas por los productores y la observación directa en campo, predomina el cacao Forastero en todas las parcelas, mazorca redondeada, frutos grandes de color verde en estado inmaduro y, amarillo cuando está maduro. El cacao Trinitario se encontró en 11 parcelas, donde el color de la mazorca es verde inmaduro y rojo - morado cuando está maduro.

Un trabajo similar fue realizado por Graziani et al. (2002), el tamaño de la mazorca depende del largo, que oscila de 10 a 30 cm, y del ancho, que puede variar entre 7 y 9 cm. El CF es también muy diverso, presentando los frutos inmaduros color verde, rojo violeta o parcialmente pigmentados de rojo violeta y al madurar el color verde pasa a amarillo y el rojo violeta a anaranjado, persistiendo la pigmentación en algunos casos (Braudeau, 1970).

La Tabla 1, muestra las características de las plantas de cacao presentes en la zona de estudio.

Tabla 1. Características generales de los Cacaos que se están propagando en el sector agrícola del municipio Pampanito.

Productor	Edad (años)	Nº Plantas	Color del Fruto-Maduro	Color del Embrión	Forma	Sector	Problemas Fitosanitarios
P1	4	300	Amarillo - Morado	Morado	Redondeada Alargado	El Vegón	No
P2	2-3	50	Amarillo	Morado	Redondeado	Mesa de Gabaldón	No
P3	2	100	Amarilla	Morado	Redondeado		
P4	4	280	Amarilla Morada	Morado Morado	Redondeado	Qda. de los Negros	No
P5	8		Amarilla- Morada	Morado	Redondeada Alargada	Qda. de Los Negros	Si
P6	4	150	Amarilla - Morada	Morado	Redondeada	Qda. de Los Negros	Si
P7	4	250	Amarilla	Morado	Ovalada	Qda. de Los Negros	No
P8	10	400	Amarilla	Morado	Redondeada	Loma de La Paz	Si
P9	3	1	Amarilla	Morado	Redondeada	La Muralla	Si
P10	5	200	Amarilla	Morado	Ovalada	Chapa Grande	No
P11	8	2	Amarilla - Morada	Morada	Ovalada	La Haciendita	Si
P12	4	280	Amarilla	Morado	Ovalada	Loma de San José	Si
P13	12	600	Amarilla	Morado	Redondeada	Loma de San José	Si
P14	4	200	Amarilla	Morado	Redondeado	Loma de la Paz	No
P15	6	100	Amarilla	Morado	Redondeado	Chapa Grande	No
P16	4	200	Amarilla	Morado	Redondeado	Chapa Grande	No
P17	4	250	Amarilla	Morado	Redondeado	Chapa Grande	No
P18	4	300	Amarilla	Morado	Ovalada	Chapa Grande	No
P19	6	150	Amarilla	Morado	Ovalada	Qda. de Los Negros	Si
P20	5	100	Amarilla	Morado	Redondeada	Qda. de Los Negros	Si

CONCLUSIONES

La mayoría de los productores encuestados, desconocen el material varietal de cacao que están cultivando, se describieron sus características físicas y predominan el cacao Forastero Amazónico en todas las parcelas, también se presenta el cacao Trinitario, pero en menor proporción. Existe un desconocimiento del manejo agronómico, lo que ha permitido la propagación de enfermedades fungosas, como la Mazorca negra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Graziani, L., Ortiz, L., Angulo, J y Parra, P (2002). **Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Aragua, Venezuela.** Agronomía Trop. v.52 n.3 Maracay.
- Godoy, P. (2012). **Calidad de suelo y su relacion con la diversidad de especies cultivadas en sistemas de agricultura campesina, La Chapa estado Trujillo.** Trabajo de grado para obtener el titulo de Master en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía -UCV, 79p.
- Parra, P., González, M., Ortiz, L., Graziani, L y Figueroa, R (2002). **Caracterización de los tipos de cacaos criollo, trinitario y forastero de Cumboto, Aragua, mediante patrones electroforéticos de isoenzimas.** Agronomía Trop. v.52 n.3 Maracay.
- San, C., Wei, E., Chiang., Wong, W., Wai, C., (2022). **Evaluación antioxidante y sensorial de té de cacao (*Theobroma cacao* L.) formulado con cáscara de cacao de diferentes orígenes.** Alimentos del futuro. V(5). ELSEVIER.
- Thakuria, D., Chaliha, C., Dutta, P., Sakshi Sinha, S., y Singh.,D (2023). **Huanglongbing de los cítricos (HLB): Opciones de diagnóstico y manejo.** ELSEIVER. V (125).
- Villa, G., Aguilar, J y Morales, B., E. J., (2022). **Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).** Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 5(3), 149-154.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO SARRACENO (*Fagopyrum esculentum* Moench).

Economic profitability analysis for the production and processing of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*).

Quintero Leobardo¹, Peña Norqui¹.

¹Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Departamento de Bosques, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida-Venezuela,
E-mail: mquinterovalero@gmail.com, ORCID:0009-0003-4011-5339;
E-mail: norquipena@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5914-9719.

Fecha de inicio: 10/02/2025

Fecha de finalización: 25/06/2025

RESUMEN

El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* Moench), conocido también como alforfón, es un cultivo tradicional en Europa y Asia templada, con una producción principalmente destinada al consumo interno de los países productores, siendo un producto innovador para la dieta de las personas con problemas celíacos. En Mérida, Venezuela, se ha investigado sobre la enfermedad celiaquía, relacionada con la intolerancia al gluten, donde la oferta local de harina sin gluten es limitada, lo que ocasiona problemas para acceder a este tipo de producto, generando un aumento en la demanda de productos libres del mismo. A nivel económico, se evaluó la rentabilidad de la harina de trigo sarraceno mediante encuestas aplicadas a 383 consumidores en diversos puntos de venta, lo que permitió establecer su aceptación en el mercado. Se realizó un análisis financiero que incluyó la evaluación de indicadores como el VAN, TIR y costo-beneficio determinando la rentabilidad económica para la elaboración de harina de trigo

sarraceno. Los resultados indican un potencial comercial favorable, lo cual promueve el desarrollo agrícola local con un producto innovador que satisface la creciente necesidad de productos libres de gluten, acorde a las tendencias saludables actuales.

Palabras clave: Celiaquía, Gluten, Producción, Aprovechamiento, Rentabilidad.

ABSTRACT

Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), also known as alforfón, is a traditional crop in Europe and temperate Asia, with production primarily intended for domestic consumption in producing countries. It is an innovative product for the diet of people with celiac disease. Celiac disease, related to gluten intolerance, has been investigated in Mérida, Venezuela. The local supply of gluten-free flour is limited, causing problems in accessing this type of product and leading to an increase in demand for gluten-free products. At the economic level, the profitability of buckwheat flour was evaluated through surveys administered to 383 consumers at various points of sale. This allowed establishing its market acceptance. Through a financial analysis that included the evaluation of indicators such as VAN, TIR, and cost-benefit, the economic profitability of buckwheat flour production was determined. The results indicate favorable commercial potential, promoting local agricultural development with an innovative product that meets the growing need for gluten-free products, in line with current health trends.

Key words: Celiac disease, Gluten, Production, Utilization, Profitability.

INTRODUCCIÓN

El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), también conocido como alforfón, es un cultivo tradicional en Europa y en regiones templadas de Asia (Pohliobkin, 2008). A diferencia de otros cereales como el trigo, arroz, maíz y frijoles, su distribución global es limitada debido a su baja exportación. Actualmente, su producción se destina principalmente al consumo interno en los países productores, con pocos países dedicados a su exportación.

En el estado Mérida, Venezuela, en los últimos años se han realizado diversos estudios sobre la enfermedad celiaca, un grave problema de salud que está afectando a muchas personas con aversión al gluten, lo que ha generado una gran demanda de productos libres de este compuesto en el mercado. Sin embargo, pocos productos de harina sin gluten están disponibles en Mérida, al igual que en el resto del país, ocasionando dificultades para que las personas accedan a alimentos saludables y seguros en los diferentes mercados y comercios.

Como parte de los antecedentes relevantes para abordar, destaca el trabajo realizado por Quintero y Duran (2025), quienes llevaron a cabo un estudio piloto enfocado en la producción de trigo sarraceno. Datos recolectados en campo específicamente en el sector Mucunutan, estado Mérida, Venezuela, con parcelas de 60 m², en diferentes altitudes (1.700, 1.750 y 1.800 m.s.n.m.), se proyectaron resultados para una hectárea, con rendimientos alcanzados de la especie, donde la producción máxima de trigo sarraceno alcanzó 2.383 kg/ha a 1.700 m.s.n.m., 2.500 kg/ha a 1.750 m.s.n.m., y en comparación, a una altitud de 1.800 m.s.n.m., la producción fue de 1.988 kg/ha (1,99 t/ha). El rendimiento promedio en las diferentes altitudes del sector Mucunután fue de 2.290 kg/ha (2,29 t/ha), cifra similar a la registrada en algunos países productores de trigo sarraceno.

Siendo evidente que el trigo sarraceno, resulta ser un producto innovador que

aún no ha sido plenamente explotado en el país, constituye una inversión segura y sostenible para los productores agrícolas. Este cultivo requiere pocos recursos para su desarrollo, lo que lo convierte en una alternativa rentable y sostenible en comparación con la harina de trigo convencional, ya que esta harina aporta minerales esenciales como magnesio, potasio, hierro, fósforo, calcio, sodio, azufre, cloro, yodo y manganeso (Napoli et al., 1994), contribuyendo al desarrollo económico y social de las comunidades rurales.

Debido a su adaptabilidad a las condiciones agronómicas del país permite promover la extensión agrícola y satisfacer la creciente demanda de productos libres de gluten en Venezuela.

El objetivo de este trabajo fue analizar la rentabilidad económica para la elaboración de harina de trigo sarraceno. Para evaluar el potencial del producto, se realizó un diseño experimental basado en encuestas aplicadas a 383 personas en diferentes mercados de la ciudad, incluyendo supermercados y tiendas especializadas en productos libres de gluten. La rentabilidad del proyecto se evaluó mediante diversos indicadores financieros, tales como el estudio de mercado, estudio económico, análisis financiero, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y análisis costo-beneficio.

METODOLOGÍA

1. Análisis de Mercado

Se aplicó una encuesta estructurada a 383 personas en mercados seleccionados de la ciudad, con el objetivo de evaluar la aceptación del producto y la disposición a pagar por harina libre de gluten. La encuesta incluyó preguntas sobre preferencias, frecuencia de compra y percepción del producto, lo que permitió la explicación basada en observaciones, respuestas recopiladas y mediciones, empleadas en el método de investigación experimental.

2. Recolección de información de mercado.

Se realizó un estudio de mercado para identificar la demanda-oferta, aplicando a su vez un análisis FODA que permita esclarecer las potencialidades de la producción de harina de trigo sarraceno.

3. Análisis de costos

Se clasificaron los costos en fijos y variables. Los costos fijos incluyeron salarios, alquileres y otros gastos administrativos, mientras que los costos variables comprendieron lo relacionado a insumos agrícolas, materiales y distribución. Esta clasificación facilita la identificación de oportunidades para optimizar la estructura de costos.

4. Análisis de ingresos y márgenes de beneficio

Los ingresos representan el dinero que se obtiene por la venta de bienes o servicios durante un período determinado, mientras que los márgenes de beneficios miden el porcentaje de los ingresos que se convierte en beneficio neto o bruto, es decir el porcentaje de ganancia o pérdida que se obtiene luego de la sustracción de los costos a los ingresos obtenidos.

5. Cálculo de indicadores financieros y de rentabilidad

Para medir la rentabilidad del proyecto se calcularon indicadores financieros clave, tales como: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Costo/Beneficio, indicadores utilizados en análisis de proyectos a largo plazo, que consideran el valor del dinero en el tiempo y el riesgo asociado (García y Pérez, 2018).

Estos indicadores permiten analizar la eficiencia en la utilización de recursos en un mercado con desafíos económicos y fluctuaciones en los precios de insumos y productos, muy representativo en los mercados venezolanos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Estudio de mercado

Se realizó una encuesta, como técnica de investigación, lo que permitió recopilar información para conocer la opinión de los consumidores sobre productos derivados del trigo sarraceno, específicamente sobre la harina de trigo sarraceno, como producto libre de gluten para aquellos consumidores con problemas celíacos.

Se realizó una serie de preguntas sobre los beneficios de este producto, si estarían dispuestos a consumirlo, pregunta clave que permitió establecer su aceptación en el mercado, así como el precio que estarían dispuestos a pagar por kilogramo de harina más los usos frecuentes que harían de este tipo de producto libre de gluten.

Es por ello que se trabajó con una muestra representativa de 383 personas encuestadas en los diferentes mercados, como representación del 5% de la población total del municipio Libertador del estado Mérida. Obteniendo como resultado una respuesta afirmativa con una representación de un 58,7% sobre el conocimiento de los beneficios que le traerían a su salud el consumo de esta harina baja en gluten, sobre todo el uso de la harina de trigo sarraceno.

Se pudo establecer la aceptación y uso de esta harina con una representación del 98,1% del total de los encuestados; así como también se pudo determinar con un 77,1% que los consumidores estarían dispuestos a pagar 4USD por kilogramo de harina de trigo sarraceno en el mercado.

Respecto a los usos frecuentes de esta harina, se puede afirmar que el 60,2% de los encuestado la utilizarían diariamente.

2. Recolección de información de mercado

La demanda de harina de trigo sarraceno ha aumentado por el interés en dietas sin gluten, alimentos funcionales y productos orgánicos (Martínez et al.,

2021). En mercados como Estados Unidos y Europa, se observa un crecimiento anual de aproximadamente 8-12% en el consumo de productos sin gluten (Euromonitor, 2022). Además, consumidores buscan alternativas nutritivas y variadas, lo que favorece la expansión del mercado de harina de trigo sarraceno.

En Venezuela, esta tendencia está en auge entre consumidores con intolerancia al gluten y quienes buscan productos con beneficios nutricionales, como alto contenido en proteínas, fibra y antioxidantes (García et al., 2021).

Para el caso de este análisis se consideró el municipio Libertador del estado Mérida, en función de evaluar el grado de aceptación y demanda de este tipo de producto, considerando para ello la población según el INE (2011-2050) y el porcentaje de personas con problemas celíacos de 17%, según datos estadísticos de la Comisión Permanente de Educación, Salud, Ciencia, Tecnología e Innovación para el año 2023.

La Tabla 1, muestra la proyección, para cinco años (a partir del 2024), de la demanda potencial de harina de trigo sarraceno en función de la población convaleciente de celiaquía y la oferta representada por la población que satisface el mercado local, siendo la brecha de mercado la diferencia entre la demanda potencial y la oferta.

Tabla 1. Demanda potencial, oferta y brecha de mercado

Año	Demanda Potencial	Oferta	Brecha de Mercado
2024	53846	16.428,5	50.086,5
2025	59230	17.249,9	50.134,1
2026	65153	18.112,4	50.115,6
2027	71669	19.018,0	50.027,0
2028	78835	19.968,9	49.863,1
2029	86719	20.967,4	49.619,6

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la oferta actualmente, Venezuela no cuenta con una producción significativa de trigo sarraceno, dependiendo en gran medida de importaciones para satisfacer la demanda. La introducción de cultivos de trigo sarraceno en zonas con condiciones favorables puede reducir la dependencia externa y promover la producción local (Cuentas et al., 2022).

Se puede afirmar que gran parte de su producción ha sido a nivel experimental o de pequeños productores que han explorado su cultivo como una alternativa. Sin embargo, estudios indican que la adaptación a ciertas regiones del país, como los Andes y zonas de clima templado, puede ser factible (Martínez et al., 2019).

Bajo este contexto, la evaluación realizada por Quintero y Duran (2025), sobre los rendimientos obtenidos en la zona de estudio en el sector Mucunután del estado Mérida, provee certeza de una producción de trigo sarraceno de 2.300 kg/ha (2,30 t/ha) en diferentes altitudes. Ahora bien; tomando como referencia el rendimiento obtenido en este estudio, se proyecta para una superficie de siembra de 10 ha una producción de 16.428,5 kg de harina de trigo sarraceno, con el fin de satisfacer la demanda de harina para personas con problemas celíacos y aquellas que quieran mejorar su salud nutricional, tal como se muestra en la Tabla 1.

El aumento en la preferencia por dietas libres de gluten y productos alimenticios saludables ha impulsado significativamente la demanda de harina de trigo sarraceno, que es naturalmente libre de gluten y nutritiva (Gonçalves et al., 2020). Sin embargo, la oferta aún no ha logrado seguir el ritmo de esta demanda, generando una brecha de mercado, que no es más que la diferencia entre la demanda de este producto y su oferta en el mercado, tal y como se muestra en la Tabla 1, esta diferencia puede generar oportunidades para ampliar la producción y satisfacer las necesidades de los consumidores.

Para complementar dicho análisis se realizó un cuadro de fortalezas,

oportunidades, debilidades y amenazas, que pone en contexto del mercado en el que se puede incursionar, tal y como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Alta calidad nutricional, la harina de trigo sarraceno tiene alto contenido de fibras, minerales proteínas.	Creciente demanda de productos alimenticios alternativos y saludables en el mercado.	Falta de conocimiento y aceptación del producto por parte de los consumidores venezolanos.	Proceso inflacionario del país que pudieran impactar negativamente en el establecimiento de una microempresa.
El trigo sarraceno es un cereal sin gluten, lo que lo convierte en una alternativa saludable para personas con intolerancia al gluten	Nuevas fuentes de empleo para el establecimiento y mantenimiento de la micro empresa	La necesidad de invertir en maquinaria y equipos de molienda puede ser un costo inicial alto.	Plagas, enfermedades y condiciones climáticas que pudiesen afectar la producción de trigo sarraceno.
La región de Mérida cuenta con un clima favorable para el cultivo de trigo sarraceno	Posibilidad de exportar la harina de trigo sarraceno a otras regiones del país donde es un ingrediente común en la cocina.	Poca experiencia en el procesamiento de la harina de trigo sarraceno en la región del estado Mérida.	Cambios de normativas o leyes referidos a estos productos.
Conocimiento sobre el cultivo, su manejo y adaptación del cultivo en la zona.	Apoyo gubernamental a iniciativas de emprendimiento y producción local, Solicitud de créditos.	Competencia con harinas de trigo tradicionales que son más económicas y ampliamente conocidas	Respaldo financiero para enfrentar los desafíos del mercado y asegurar su continuidad a largo plazo.

Fuente: Elaboración propia.

3. Análisis de costos

Los costos de producción son el factor de decisión más importante, ya que un aumento en ellos suele conllevar una disminución de las ganancias. Las decisiones sobre producción y distribución dependen de los costos y precios de venta del producto que se comercializa.

El análisis de costos es fundamental para determinar la rentabilidad de la producción de harina de trigo sarraceno. Para ello se evaluó todo el proceso productivo, permitiendo establecer los diferentes costos fijos y variables, en los que se deberá incurrir para lograr la producción de la harina de trigo sarraceno. Se estimó, para el primer año de producción un total de 16.428,5 kg en diez hectáreas, estableciéndose los costos fijos y variables presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Costos fijos y variables para la producción de harina trigo sarraceno en 10 ha, durante el primer año de producción.

Costos	Año I (USD)
Fijos	51339,01
Variables	2973,03
Costo total de producción:	54312,04

Fuente: Elaboración propia.

Para los Costos fijos, se consideró:

Infraestructura: Instalaciones para el emplazamiento de maquinaria de molienda, equipo de secado y almacenamiento.

Equipamiento: Molino, balanzas, sistemas de limpieza.

Amortización: Distribución de costos de inversión en el tiempo.

Servicios: Telefonía, internet, agua, luz, aseo, alquileres y condominio.

Para los Costos variables, se consideró:

Materia prima: Semillas de trigo.

Nomina: Trabajo en siembra, cosecha, procesamiento y comercialización.

Insumos agrícolas: biofertilizantes, biocontroladores de plagas y enfermedades, bolsas para empaquetado, manguera para riego, encerados, sacos de polietileno.

Energía y combustibles: Electricidad y gasolina para maquinaria y procesos.

Transporte: Desde la finca hasta la planta de procesamiento y mercado.

4. Análisis de ingresos y márgenes de beneficio

El ingreso principal proviene de la venta de harina de trigo sarraceno. El precio de mercado fluctúa según la calidad, demanda y competencia, pero en promedio oscila entre 3,0 y 5,0 USD por kilogramo (FAO, 2020). Según la encuesta realizada para establecer la demanda y aceptación del producto, el 77% de los encuestados están dispuestos a pagar 3 USD por kilogramo y el 20,8 % están dispuestos a pagar 4 USD por kilogramo, monto aceptado por los consumidores al momento de realizar la encuesta.

Suponiendo una producción de 16.428,5 kg de harina para diez hectáreas, y un precio de venta de 4 USD/kg, los ingresos serían:

$$\text{Ingresos brutos} = 16.428,5 \text{ kg} \times 4 \text{ USD/kg} = 65.714,00 \text{ USD}$$

El margen de beneficio neto se obtiene restando los costos de producción:

$$\text{Beneficio neto} = 65.714,00 \text{ USD} - 54.312,04 \text{ USD} = 11.401,96 \text{ USD}$$

Este análisis simplificado muestra una alta rentabilidad, aunque debe ajustarse considerando otros factores como pérdidas, costos de comercialización, y fluctuaciones de precios para Venezuela.

5. Cálculo de indicadores financieros y de rentabilidad

Los indicadores financieros y de rentabilidad, permitieron ofrecer una visión completa de la situación financiera que podría transitar una empresa para producir harina de trigo sarraceno, ayudando a identificar oportunidades de mejora y a tomar decisiones estratégicas que serán clave en el transcurrir de los años para garantizar una rentabilidad económica (RE). Es por ello que es crucial evaluar el uso eficiente de todos los recursos, independientemente de la estructura de financiación.

Para el cálculo de dichos indicadores para la producción de harina de trigo sarraceno, se consideraron el punto de equilibrio, el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el análisis costo/beneficio.

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos cubren exactamente los costos totales sin incurrir en pérdidas ni ganancias. Tomando como base los costos fijos que se presentan en la Tabla 3, el precio de venta unitario para este caso de 4 USD/kg y el costo variable unitario de 0,22 USD/kg, para una producción de 16.428,5 kg; se tiene:

$$\begin{aligned}\text{Punto de equilibrio (en unidades)} &= \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta unitario} - \text{Costos variables unitarios}} \\ &= \mathbf{13.578,01 \text{ kg}}\end{aligned}$$

Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

El Valor Actual Neto es una herramienta financiera que permite determinar la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja futuros que generará un proyecto y la inversión inicial requerida. En otras palabras, el VAN indica cuánto valor agregado o destruido genera un proyecto después de descontar todos los flujos futuros al valor presente, considerando una tasa de descuento adecuada. Un VAN positivo sugiere que el proyecto es rentable, mientras que un VAN

negativo indica lo contrario (Brealey et al., 2017).

Utilizando la siguiente formula: $VAN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$ donde:

CF_t = flujo de caja en el período t

r = tasa de descuento

I_0 = inversión inicial

Los resultados del cálculo del VAN se muestran en la Tabla 4.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea igual a cero. Es decir, es la tasa de rendimiento esperada generada por una inversión, considerando los flujos de caja futuros. La TIR se utiliza comúnmente para evaluar la rentabilidad relativa de diferentes proyectos; cuanto mayor sea la TIR, más atractivo será el proyecto (Ross et al., 2013).

Para este cálculo se consideró tomar la tasa de interés aplicable a los préstamos a que se refiere el decreto con rango, valor y fuerza de ley para el sector agrario, para Venezuela según datos del Banco Central de Venezuela para el año 2020, ya que no se cuenta con ninguna actualización para la fecha.

Cabe destacar que, los cálculos realizados fueron hechos en bolívares que es la moneda oficial y que a la fecha se sustentan en dólares para evitar un desfase respecto al valor actual de la moneda. La Tabla 4, presenta la estimación de los flujos para cinco años, considerando una tasa para el sector agrario del 17%, lo que permite calcular un VAN para este tipo de cultivo, dando como resultado un VAN positivo.

Los resultados indican que existe rentabilidad en el tiempo para un proyecto de producción de harina de trigo sarraceno y más aún, tomando en cuenta una TIR mayor a la tasa en consideración. Es recomendable acompañar dicha evaluación con un análisis de relación costo/beneficio que permita sustentar la ganancia obtenida por cada centavo de dólar invertido.

Tabla 4. Estimación del VAN Y TIR para la producción de harina de trigo sarraceno en un periodo de cinco años tomando como base el año 2024.

Años	Flujos de Caja
Io	-51.074,14
CF ₁	14.871,02
CF ₂	17.737,85
CF ₃	18.688,55
CF ₄	19.716,56
CF ₅	20.827,13
Tasa del sector agrícola	17%
TIR	21,94%
VAN	9.407,28

Fuente: Elaboración propia.

Relación Costo/Beneficio

La relación costo/beneficio (RCB) es una herramienta de análisis económico que se utiliza para evaluar la rentabilidad de un proyecto o inversión en función de los beneficios y costos asociados. El cálculo básico consiste en dividir el beneficio total entre el costo total; así como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{RCB} = \frac{\text{Beneficios Totales}}{\text{Costos Totales}} = 1,31$$

Lo que significa que, por cada dólar invertido, se obtienen beneficios de aproximadamente 1,33 dólares. En otras palabras, la inversión genera una ganancia adicional de 0,33 centavos dólares por cada dólar invertido. Para este cálculo se consideraron los beneficios obtenidos en un periodo de cinco años.

CONCLUSIONES

Un análisis de rentabilidad financiera para la producción de harina de trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), permite evaluar si este tipo de productos tiene o no una apertura de mercado viable económicamente, considerando para ello aspectos claves dentro de lo que es el proceso productivo y la

comercialización. Este estudio muestra que, si bien el cultivo de trigo sarraceno conlleva costos iniciales y operativos significativos, los beneficios son potenciales, debido a la alta demanda en el mercado por personas con problemas celíacos, dado su valor nutricional y el creciente interés para acceder a productos libres de gluten.

Adicionalmente la elección cuidadosa de semillas de buena calidad, aplicación de métodos de cultivo sostenibles y un manejo correcto de las etapas de cosecha y secado serán la clave para reducir pérdidas y elevar la calidad del producto. Para lograrlo será necesario invertir en maquinaria de procesamiento y en infraestructura de almacenamiento adecuada, que contribuirán a mantener la calidad y a reducir costos a largo plazo.

Por otro lado, evaluar la demanda del mercado es crucial. La tendencia hacia productos saludables y libres de gluten ofrece la oportunidad de posicionar la harina de trigo sarraceno en nichos específicos del mercado nacional con una posible proyección a mercados internacionales, sobre todo en esta época, donde la promoción de productos saludables ofrecen una gran oportunidad para la expansión de la oferta agrícola, considerando estrategias de marketing que destaquen las propiedades nutricionales y sostenibles del producto, buscando así incrementar las ventas y mejorar la rentabilidad general de este tipo de cultivos.

Los análisis de sensibilidad e indicadores económicos como el valor actual neto (VAN) positivo y una tasa interna de retorno (TIR) mayor a la tasa de descuento que fue considerada, indican que, con una gestión adecuada y condiciones de mercado favorables, la producción de harina de trigo sarraceno puede ser rentable y sostenible a largo plazo, presentando una alternativa económica prometedora, siempre que se implementen prácticas agrícolas adecuadas, se optimicen y diversifiquen los procesos de producción y se aprovechen las oportunidades de mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brealey, R.; Myers, S.; Allen, F. (2017). **Principios de finanzas corporativas (12ª ed.)**. McGraw-Hill Education.
- Boardman, A.; Greenberg, D; Vining, A.; Weimer, D. (2018). **Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice (5ª ed.)**. Cambridge University Press.
- Boardman, A.; Greenberg, D; Vining, A.; Weimer, D. (2018). **Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice (5ª ed.)**. Cambridge University Press.
- Euromonitor. (2022). **Gluten-Free Food in Western Markets**. Euromonitor International.
- FAO. (2020). **El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**.
- García, L.; Pérez, M. (2018). **Análisis financiero de proyectos agrícolas en América Latina**. Editorial Agropecuaria.
- Napoli, G. (1994). **Trigo sarraceno**. (pp. 1-72). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Belgrano.
- Martínez-Alvarez, Ó.; Iriondo-DeHond, A.; Gómez-Estaca, j.; Castillo, M. (2021). Nuevas tendencias en la producción y consumo alimentario. Distribución Y Consumo. Vol 1. 51-62.
- Martínez, R.; Pérez, L.; Gómez, D. (2019). **Evaluación del rendimiento del trigo sarraceno en condiciones de montaña en Venezuela**. Revista Científica del Agro, 23(1), 67-75.
- Quintero L.; Durán, M. **Fagopyrum esculentum: una solución agroecológica para el desarrollo sostenible, en la agricultura del páramo merideño**. Revista Agricultura Andina - No. 24 Especial - Saber ULA.
- Ross, S. A.; Westerfield, R.; Jaffe, J. (2013). **Financial Management. (10ª ed.)**. McGraw-Hill Education.

EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE BIODIVERSIDAD DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CULTIVADO DE CAFÉ Y CACAO BAJO SOMBRA, SECTOR LOMA DE LA PAZ, MUNICIPIO TRUJILLO, ESTADO TRUJILLO.

Evaluation of biodiversity indices of an agroforestry system cultivated with coffee and cacao under shade, Loma de la Paz Sector, Trujillo municipality, Trujillo state.

Godoy Nelly.

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Departamento de Ciencias Agrarias, Área bases científicas y técnicas de la producción Vegetal. Trujillo. Venezuela E-mail: nelly.godoy@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4674-1758.

Fecha de inicio: 01/03/2011

Fecha de finalización: 01/03/2021

RESUMEN

La agricultura familiar bajo un enfoque agroforestal, se caracteriza por la integración de los sistemas diversificados con policultivos de diferentes estratos establecidos, que generan una fuente de alimentos e ingresos económicos a las familias, especialmente a las rurales. El objetivo de este trabajo es conocer los cambios en la diversificación, de un sistema agroforestal agroecológico de referencia, que fue evaluado en los últimos 10 años, en el sector Loma de la Paz de la familia Lozada. Este sistema de agricultura familiar permanente se mantiene en producción con sus especies botánicas establecidas, han incluido nuevos cultivos de diferentes especies botánicas como los Arándanos (*Vaccinium myrtillus*), la Morera (*Morus alba*), Nuez de Macadamia (*Macadamia tetraphyla*), y Corocel (*Pouteria sapote*), con renovaciones especialmente en el cultivo de café. Este sistema fue estructurado y se subdividió en diez (10) zonas de manejo (ZM). En cuanto a la diversificación de especies botánicas, se incorporó una

nueva zona de manejo con 481 plantas principalmente de cacao (*Theobroma cacao*), café de la especie *Canephora*, asociadas con géneros forestales y frutales de trece (13) especies botánicas, encontrándose un nuevo índice de biodiversidad (IB: 0,0034) y un índice de intensidad del uso del suelo (IU: 1,146). Se inventarió un total de 3.777 individuos (plantas cultivadas) incluyendo 2256 plantas de Café (*Coffea sp.*).

Palabras Clave: Agroforestal, biodiversidad, café, cacao.

ABSTRACT

Family farming under an agroforestry approach is characterized by the integration of diversified systems with established polycultures at different strata, generating a source of food and income for families, especially rural ones. The objective of this study is to understand the changes in diversification of a reference agroecological agroforestry system, which was evaluated over the last 10 years in the Loma de la Paz sector of the Lozada family. This permanent family farming system maintains production with its established botanical species and has incorporated new crops of different botanical species such as blueberries (*Vaccinium myrtillus*), mulberry (*Morus alba*), macadamia nut (*Macadamia tetraphylla*), and corocel (*Pouteria sapote*), with renovations particularly in coffee cultivation. This system was structured and subdivided into ten (10) management zones (ZM). Regarding the diversification of botanical species, a new management zone was incorporated with 481 plants, primarily cacao (*Theobroma cacao*) and coffee of the *Canephora* species, associated with forest and fruit genera of thirteen (13) botanical species. A new biodiversity index (BI: 0.0034) and a land use intensity index (IU: 1.146) were found. A total of 3.777 individuals (cultivated plants) were inventoried,

including 2.256 coffee plants (*Coffea sp.*).

Keywords: Agroforestry, biodiversity, coffee, cocoa.

INTRODUCCIÓN

La agricultura familiar, altamente diversificada con frutales, especies forestales y cultivos semipermanentes que simulan a los bosques, son sumamente importantes para la biodiversidad y la regulación del clima y producción de alimentos para la familia. Estos sistemas de producción familiar preservan los alimentos tradicionales contribuyendo a una dieta equilibrada y salvaguardando la biodiversidad agrícola mundial (FAO, 2019).

Los pequeños agricultores son aliados de la seguridad alimentaria y actores protagónicos en el esfuerzo de los países por lograr un futuro sin hambre. En nuestra región, el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo agrícola y rural. Se considera que representa cerca del 75% del total de las unidades productivas de esa región y que, en algunos países, la cantidad puede llegar a más del 90% (Cepal//IICA. 2013 citado por Hernández, et al., 2019).

Backer, et al., (2018) señalan que en un sistema de agricultura familiar donde hay una diversidad de cultivos asociados le garantiza, a los suelos la fertilidad natural y un gradiente de intimidad entre las raíces de las plantas y microbios que se extienden desde la raíz de la planta. El grado de influencia de las plantas sobre la comunidad microbiana aumenta cada vez más. Esta zona de raíces ahora se conoce generalmente como la rizosfera, sin embargo, el término se acuñó originalmente por Hiltner en 1904, para describir los microorganismos del suelo alrededor y raíces internas. Ahora, los microbios que viven en la superficie de la raíz se dice que habitan rizoplano, y los que viven dentro de la raíz se dice que son endófitos, así mismo lo señalan, Lundberg et al., (2012).

Este modelo de agricultura familiar diversificada con café y cacao en

pequeñas superficies se viene incrementando, donde existe un conocimiento local importante de los productores. Este trabajo de investigación, realizado en la localidad de La Chapa, sector Loma de La Paz, estado Trujillo, abordará los cambios en la biodiversidad ocurridos en esta última década, conociendo los nuevos índices de biodiversidad y la interacción que existe entre la diversidad de especies asociado a la intensidad del uso del suelo en diferentes zonas de manejo del sistema de agricultura familiar; de igual manera se consideró el conocimiento local de los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

El trabajo se realizó en el sector Loma de la Paz, La Chapa, ubicada en el municipio Trujillo, a una altura de 1.180 m.s.n.m. Está localizado en la microcuenca de la Quebrada Agua Clara, con una superficie de 5.685,61 ha, (Silverio y Semprun, 1991).

Ubicación geográfica: Se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas: *Latitud Norte: 9° 18' 36" - 9° 24' 37"* y *Longitud Oeste: 70° 31' 48" - 70° 27' 2"*.

Clima:

- **Temperatura promedio anual:** 24 °C
- **Precipitación:** 1.074 mm/año.
- **Altitud:** 600 – 1.400 m.s.n.m.
- **Zona de vida:** Pertenece al Bosque Seco Tropical según Holdridge.

Geología:

La geología de la microcuenca está representada, por las siguientes formaciones: Mucuchachí, La Quinta, Isnotú, y Cogollo, según (Albornoz, 1998 citado por Godoy, 2012).

Fundamento de la evaluación

Partiendo de trabajos previos, donde se hizo un estudio de huertos familiares que contribuyen a la conservación In situ, (Quiroz, et al., 2001), se planteó el objetivo de evaluar la calidad de los suelos de estos sistemas diversificados, identificando especies asociadas a la calidad de este recurso y a su vez; determinando índices e indicadores de biodiversidad, para de esta manera, poder inferir sobre la calidad de los suelos en función de su relación con la diversidad de especies del sistema de agricultura campesina (conucos) (Godoy, 2012).

Con estos resultados asociados a la biodiversidad se valorará, después de más de una década, los índices de biodiversidad e intensidad de uso del suelo, proponiendo también, evaluar si han ocurridos cambios en la diversificación.

Uso y manejo

El sistema agrícola predominante en la microcuenca, hace 30 años, era el café bajo sombra y en los últimos 15 años estos sistemas estaban siendo reemplazados o sustituidos por cítricos. También se encontraban los sistemas de agricultura tradicional como el café bajo sombra con frutales y especies forestales, pero estaban desapareciendo y había una pérdida de la biodiversidad.

Recolección de la información

Se realizaron visitas de campo, entrevistas abiertas semi estructuradas, estableciendo y caracterizando zonas de manejo (Lox, 2001), fundamentados en la metodología de tipo cualitativa, (Quiroz, 2001).

Se identificaron y caracterizaron las zonas de manejo y se realizaron los levantamientos cartográficos con GPS en las diferentes ZM. Se actualizó la cartografía y se diseñó un nuevo mapa donde se visualiza la distribución horizontal de los cultivos en las diferentes zonas de manejo.

Se recolectó la información a nivel local con la participación de la familia,

siendo ellos los actores principales en el mantenimiento y sostenibilidad del sistema productivo, porque la mano de obra es de tipo familiar. Esta metodología permitió a los miembros de la familia participar, realizando su caracterización, generando mapas, identificando las plantas cultivadas en las diferentes áreas de la parcela, el número de plantas por área y las diferentes zonas de manejo.

En la determinación de las áreas de las diferentes zonas de manejo, se utilizó un GPS de alta precisión. Se cuantificó el número de especies botánicas, número de individuos o plantas cultivadas en cada zona de manejo, así como; la distribución de especies cultivadas por áreas.

El índice de biodiversidad, permitió relacionar variables generando un valor que se considera bajo, medio o alto de acuerdo a los resultados encontrados. Para generar y conocer estos índices se seleccionaron varios indicadores: Los índices de biodiversidad e intensidad de uso de los suelos. Éstos se determinaron a partir de la superficie en (m²) de cada zona de manejo y la identificación de todas las especies cultivadas (número de especies y número de plantas por cada especie). De esta manera, se calculó posteriormente el índice de biodiversidad (dividiendo el número de especies por el área en cada zona de manejo). En cuanto a la Intensidad de uso del suelo, se determinó dividiendo el número total de individuos por el área de cada zona de manejo en los diferentes sistemas de producción evaluados, empleando el método propuesto por Florentino, 1998 y Godoy, 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los últimos 10 años, en el sistema de agricultura evaluado, se encontró un incremento en la superficie cultivada de 4.124,24 a 8.865,50 m²; así mismo en el área vegetal se registraron 3.777 individuos, agrupados en diferentes especies en las diferentes zonas de manejo, en comparación a 3058 individuos contabilizados en el año 2012, tal como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación del número de especies e individuos establecidos en las diferentes zonas de manejo del sistema de agricultura familiar en la última década, índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso del suelo (IU) - Sistema de Agroforestal (2012-2021).

Zonas de Manejo	Nº Especies		Nº de individuos		IB (Nº de especies/Área)		IU (Nº de Ind/Área)	
	2012	2021	2012	2021	2012	2021	2012	2021
	ZM1	13	16	20	36	0,077	0,050	0,119
ZM2	4	14	60	113	0,024	0,041	0,357	0,251
ZM3	13	13	238	246	0,016	0,052	0,390	0,246
ZM4	3	6	2024	2024	0,001	0,0021	1,255	0,717
ZM5	8	8	619	619	0,005	0,004	0,413	0,353
ZM6	17	22	97	97	0,017	0,1070	0,679	0,613
ZM7	-	11	-	642	-	0,0034	-	0,245
	58	90	3058	3777	0,024	0,050	0,535	0,362

Este sistema de agricultura familiar permanente se mantiene en producción con sus especies botánicas establecidas, han incluido nuevos cultivos de diferentes especies botánicas como los Arándanos (*Vaccinium myrtillus*), la Morera (*Morus alba*), Nuez de Macadamia (*Macadamia tetraphyla*), y Corocel (*Pouteria sapote*), con renovaciones en el cultivo de café.

En cuanto a la producción animal, en los actuales momentos, hay Porcinos, Cunicultura y Gallinas tras patio, permitiendo aún más la diversificación en el sistema de agricultura familiar. Se encontraron siete (07) zonas de manejo, en el área vegetal y tres (3) nuevas zonas de manejo en el área de producción animal, en una superficie total de 8.865,50 m2.

Este sistema fue estructurado y se subdividió en diez (10) zonas manejo (ZM). En cuanto a la diversificación de especies botánicas se incorporó una nueva zona de manejo con 481 plantas cultivadas principalmente con cacao (*Teobroma cacao*), café de la especie **Canephora** asociadas con especies forestales y frutales de trece (13) especies botánicas, encontrándose un nuevo índice de biodiversidad (IB: 0,0034) y un índice de intensidad del uso del suelo (IU): 1,146.

Se encontró un total de 3.777 individuos (plantas cultivadas) incluyendo 2256 plantas de Café (*Coffea sp.*).

Al considerar la diversidad de especies por zona de manejo, el mayor índice

de biodiversidad (IB), lo presenta la ZM6, con un valor de 0,1070. En cuanto al (IU) intensidad de uso o máximo aprovechamiento del suelo, para el año 2021 se encontró el mayor valor en la ZM4 un valor de 0,717.

Al conocer el (IB) e (IU) después de una década del sistema de agricultura familiar de la familia Lozada, se determinó un valor superior de IB de 0,050; en comparación al reportado en el año 2012 que fue de 0,024. Lo cual indica que se ha incrementado la diversificación de especies en las diferentes zonas de manejo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Backer, R.; Rokem, S.; Ilangumaran, G.; Lamont, J.; Praslickova, D.; Ricce, E.; Subramanian, S.; Smith, D. (2018). **Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: contexto, mecanismos de acción y hoja de ruta para la comercialización de bioestimulantes para la agricultura sostenible**. *Frontier in Plant Science*. Canada. 9: 1473. 17p.
- Comisión Europea Bruselas (2020). **Comunicación final al Parlamento Europeo, al Consejo, Comité económico y social y al Comité de las regiones. Estrategias de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030**. Reintegrar la naturaleza en nuestras vidas. 27p.
- FAO, (2019). **La biodiversidad es fundamental para la agricultura y la producción de alimentos**. <http://www.fao.org/3/y5418s/y5418s00.htm>
- Florentino, A (1998). **Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la Tierra: Selección de Indicadores Físicos. Valores Críticos**. Facultad de Agronomía. UCV. 12p.
- Godoy, P (2012). **Calidad de Suelos en Sistemas de Agricultura Campesina. Sector Loma de La Paz. La Chapa**. Trabajo de Grado para optar Master en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía. UCV. 185p.
- Hernández, Y.; León, N.; Valdés, G.; Ledesma, M.; Mirabales, P. (2019). **Family agriculture and food security in a farm of the Sancti Spiritus municipality**. *Pastos y Forrajes*. 22 (2):170 – 176.
- Lox, R. (2001). **A better understanding of tradicional homegardens through the use of locally defined management zones**. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 9: 14-19
- Lundberg, S.; Labeis, S.; Herrera, S.; Yourtne, S.; Gebring, J.; Malfalti, S.; Tremblayyy, J.; Engelbrekfsn, A.; Kunin, V'. (2012). **Defining the core Arabidopsis thaliana root microbiome**. *Nature*. 488: 86-90
- Mulvany, P.; Berger, R. (2007). **Cuando los agricultores mantienen la red de la vida**. En: **CIP-UPWARD. Conservación y uso sostenible de la Biodiversidad Agrícola: Consulta Centro Internacional de la Papa - Perspectiva de los usuarios con la Investigación y el Desarrollo**

Agrícola.

- Quiroz, C.; Pérez, T.; Rodríguez, D.; Infante, J.; Gámez, J. (2001). **Contribución de Huertos Familiares (Conucos) a la Conservación in situ de recursos fitogenéticos en sistemas agrícolas componente Venezuela.** ULA - NURR. Trujillo. 134p
- Silverio, M.; Semprun, M. (1991). **Proyecto de Conservación de Suelos y Aguas. Microcuenca Quebrada Agua Clara Sub Cuenca Río Castán.** Ministerio del Ambiente. Trujillo. 80p.

OPTIMIZA TUS CULTIVOS: ¿AGRICULTURA DE PRECISIÓN, TECNOLOGÍA A FAVOR DEL PEQUEÑO PRODUCTOR?

Optimize Your Crops: ¿Precision Agriculture, Technology for Small Producers?

Pacheco Leonardo.

Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Centrales Rómulo Gallegos, Núcleo Calabozo. E-mail: pachecochita44@gmail.com; ORCID: 0009-0003-2092-8391.

Fecha de inicio: 15/06/2025

Fecha de finalización: 15/09/2025

RESUMEN

La agricultura de precisión es una técnica innovadora que optimiza la producción agrícola mediante el uso de tecnologías avanzadas. Uno de los principales beneficios, es el aumento en la eficiencia del uso de recursos, como agua, fertilizantes y pesticidas de manera más precisa y específica. Esto reduce costos operativos y minimiza el impacto ambiental al disminuir el exceso de productos químicos en el suelo y el agua. La agricultura de precisión, aunque representa un avance significativo en la tecnología agrícola, también presenta una serie de desventajas y desafíos para el pequeño productor. A medida que los agricultores adoptan herramientas y tecnologías avanzadas, es importante considerar tanto los beneficios como las limitaciones y desventajas que pueden afectar su implementación a nivel de costo de inversión. La complejidad tecnológica de estas técnicas requiere de conocimientos específicos. Muchos agricultores pueden carecer de la capacitación necesaria para operar estos sistemas de manera efectiva, ocasionando errores operativos y decisiones ineficaces, lo que podría anular los beneficios esperados de la tecnología. Será fundamental desarrollar estrategias que aborden estos desafíos y permitan una

adopción más equitativa y consciente de la tecnología en el sector agrícola.

Palabras claves: Agricultura de precisión, tecnologías modernas, productor.

ABSTRACT

Precision agriculture is an innovative technique that optimizes agricultural production through the use of advanced technologies. One of the main benefits is the increased efficiency of resource use, such as water, fertilizers, and pesticides, in a more precise and targeted manner. This reduces operating costs and minimizes environmental impact by reducing excess chemicals in the soil and water. Precision agriculture, although a significant advance in agricultural technology, also presents several disadvantages and challenges for small-scale producers. As farmers adopt advanced tools and technologies, it is important to consider both the benefits and the limitations and disadvantages that may affect their implementation in terms of investment costs. The technological complexity of these techniques requires specific technical knowledge. Many farmers may lack the necessary training to operate these systems effectively, leading to operational errors and ineffective decisions, which could negate the expected benefits of the technology. It will be essential to develop strategies that address these challenges and allow for a more equitable and informed adoption of the technology in the agricultural sector.

Key words: Precision agriculture, modern technologies, producer.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de precisión ha emergido como una de las innovaciones más significativas en el campo de la agricultura moderna. Este enfoque, que combina tecnología avanzada con prácticas agrícolas sostenibles, está transformando la forma en que los agricultores manejan sus cultivos y ganado. A continuación, exploraremos los beneficios clave de la agricultura de precisión y su impacto en la sostenibilidad, la eficiencia y la rentabilidad.

En cuanto a la implementación de la agricultura de precisión en Venezuela, no hay registros públicos claros sobre el primer ensayo específico, ha sido un proceso gradual, impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia y la productividad agrícola en el país. Esto incluye la adopción de prácticas específicas según las condiciones del suelo y del cultivo.

Antes de contar con las herramientas para implementar la agricultura de precisión, se consideraban los lotes como una unidad productiva, tomando datos promedios de productividad y de características físicas y químicas del suelo. Tratando grandes áreas de igual forma, el productor pasaba menos tiempo en el campo y cubría más tareas por día.

De este modo hoy día, con el nivel tecnológico alcanzado, permite al productor medir, analizar y manejar la variabilidad dentro del lote que era conocido previamente pero no se podía manejar. La posibilidad de manejar variaciones en la producción dentro del lote y maximizar los rendimientos, han sido siempre los deseos de los productores, especialmente aquellos con limitaciones en el recurso suelo.

¿QUÉ ES LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN?

La agricultura de precisión es aquella basada en el uso de tecnologías avanzadas y datos detallados para optimizar la gestión de los cultivos y los recursos disponibles. En otras palabras, implica recopilar, analizar y aplicar información específica para tomar decisiones más precisas y eficientes en todas

las etapas de la producción. Una de las claves es, precisamente, comprender la variabilidad espacial y temporal o, dicho de otro modo, reconocer que los campos agrícolas no son uniformes.

¿CÓMO FUNCIONA?

La Figura 1, muestra el esquema de funcionalidad de la agricultura de precisión, basada en los siguientes ítems:

1. Recopilación de datos: Sensores, satélites, drones y GPS registran datos sobre el suelo, el clima y el estado del cultivo.
2. Análisis de datos: Se utilizan sistemas de información geográfica (GIS) y software para procesar y analizar estos datos, creando mapas que muestran las variaciones dentro del campo.
3. Toma de decisiones: Los agricultores utilizan esta información para zonificar las parcelas y aplicar tratamientos específicos en cada zona.
4. Aplicación de insumos: Maquinaria automatizada aplica la cantidad exacta de insumos (fertilizantes, pesticidas, agua) necesaria en cada lugar y momento.



Figura 1. Esquema de funcionalidad.

LOS BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

1. **Uso Eficiente de Recursos.** Uno de los principales beneficios de la agricultura de precisión es la optimización del uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas. Mediante el uso de tecnologías como sensores, drones e imágenes satelitales, los agricultores pueden recopilar datos específicos sobre sus campos y aplicarlos de manera precisa. Esta gestión racional de insumos no solo reduce costos, sino que también minimiza el impacto ambiental al evitar la sobre aplicación de productos químicos.
2. **Mejora en el Rendimiento de Cultivos.** La capacidad de monitorear y analizar diferentes variables del suelo y del clima permite a los productores tomar decisiones informadas. Al adaptar las prácticas agrícolas a las necesidades específicas de cada área de producción, se puede lograr una mejora significativa en el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, la siembra variable de semillas según las características del terreno puede resultar en cosechas más abundantes y de mejor calidad.
3. **Reducción del Impacto Ambiental.** La agricultura de precisión contribuye significativamente a la sostenibilidad agrícola. Al minimizar el uso de insumos químicos y optimizar el uso del agua, se reduce la contaminación y la degradación del suelo. Además, este enfoque fomenta prácticas más respetuosas con el medio ambiente, lo que ayuda a proteger la biodiversidad y a conservar los recursos naturales para futuras generaciones.
4. **Toma de Decisiones Basada en Datos.** El acceso a grandes volúmenes de datos y la capacidad de analizarlos en tiempo real permiten a los agricultores hacer predicciones más precisas sobre el rendimiento de sus cultivos y responder rápidamente a cambios en las condiciones ambientales. Esta toma de decisiones basada en datos se traduce en un manejo más eficiente y en la mitigación de riesgos, lo que es crucial en un entorno agrícola cada vez más impredecible debido al cambio climático.

5. **Aumento de la Rentabilidad.** Al integrar tecnologías avanzadas y prácticas de manejo eficiente de recursos, los agricultores pueden experimentar un aumento en la rentabilidad. La reducción de costos operativos mediante técnicas de gestión precisa, junto con la mejora en los rendimientos, se traduce en márgenes de ganancia más altos. Además, los productos de mayor calidad pueden alcanzar mejores precios en el mercado, beneficiando aún más a los productores.
6. **Adaptación al Cambio Climático.** La agricultura de precisión desempeña un papel importante en la adaptación de la producción agrícola a los efectos del cambio climático. Con el uso de tecnologías que analizan patrones climáticos y predecir eventos extremos, como sequías o inundaciones, los agricultores pueden implementar estrategias proactivas que protejan sus cultivos y garanticen la seguridad alimentaria.

CICLO COMPLETO DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

El ciclo completo de la agricultura de precisión se muestra en la Figura 2, y consta de cuatro etapas principales: recopilación de datos (con sensores, drones, satélites), análisis de datos (para interpretar la variabilidad del campo), toma de decisiones (basada en los datos para optimizar insumos) y aplicación o implementación (realizada de forma variable y automatizada según lo planeado). El objetivo es aplicar el insumo correcto, en la dosis correcta, en el lugar correcto y en el momento correcto, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad.



Figura 2. Ciclo completo.

DESVENTAJAS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

1. Costos Iniciales Elevados. Una de las barreras más significativas para la adopción de la agricultura de precisión son los altos costos iniciales asociados con la implementación de tecnologías avanzadas. La compra de equipos como drones, sensores, sistemas de GPS, y software especializado puede suponer una inversión considerable, lo que dificulta la entrada a pequeños agricultores o aquellos con recursos limitados. Esto genera una disparidad en el acceso a estas tecnologías, favoreciendo a grandes productores mientras que muchos pequeños agricultores quedan rezagados.
2. Complejidad Tecnológica. La agricultura de precisión implica el uso de tecnologías complejas que requieren conocimientos técnicos específicos.

Muchos agricultores pueden carecer de la capacitación necesaria para operar estos sistemas de manera efectiva. La falta de educación y formación en el uso de estas herramientas puede conducir a errores operativos y decisiones ineficaces, lo que podría anular los beneficios esperados de la tecnología.

3. **Dependencia de la Tecnología.** La dependencia de tecnologías avanzadas puede generar vulnerabilidades en el sistema agrícola. Si fallan las herramientas tecnológicas, como los sistemas GPS o los sensores, el agricultor podría enfrentar dificultades importantes en la gestión de sus cultivos. Además, eventos como cortes de energía o problemas de conectividad pueden interrumpir el flujo de información necesario para una toma de decisiones adecuada.
4. **Riesgos de Privacidad y Seguridad de Datos.** La recopilación y el análisis de datos son componentes esenciales en la agricultura de precisión. Sin embargo, esto plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información. Los datos recogidos pueden incluir detalles críticos sobre la ubicación de las fincas y las prácticas agrícolas, lo que podría resultar en riesgos de seguridad si caen en manos equivocadas. Las brechas de datos pueden llevar a una explotación malintencionada de esta información.
5. **Impacto en la Diversidad Agrícola.** El enfoque en la optimización y la eficiencia de los cultivos puede llevar a una disminución en la diversidad agrícola, ya que se priorizan ciertas variedades de plantas que ofrecen mayores rendimientos o resistencias a plagas. Esta homogeneización puede aumentar la vulnerabilidad a enfermedades y plagas, afectando la resiliencia del sistema agrícola en general. La pérdida de biodiversidad es preocupante para la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura.
6. **Consumo Intensivo de Recursos Digitales.** La agricultura de precisión requiere un consumo intensivo de recursos digitales y energía. El uso de

tecnologías como drones e inteligencia artificial implica un consumo de electricidad y materiales que, si no provienen de fuentes renovables, pueden contribuir al cambio climático. Además, la producción de dispositivos tecnológicos implica una huella de carbono considerable que debe ser considerada en un contexto de sostenibilidad.

¿CÓMO AYUDA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES?

El papel que desempeñan las pequeñas explotaciones agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria mundial hoy en día es inmenso, y es evidente que, con el rápido crecimiento de la población y el agotamiento de la productividad de las tierras agrícolas, se prevé que este papel aumente exponencialmente en el futuro próximo. Un informe del PNUD de 2021 estima que los pequeños agricultores de precisión representan alrededor del 90 % de todos los agricultores del mundo.

Cuando el pequeño productor escucha hablar de agricultura de precisión, lo primero que le suele venir a la cabeza es que se trata de nuevas tecnologías, innovaciones... que el precio es elevado., aunque a menudo asociada con grandes explotaciones. Nada más lejos de la realidad. Ni es un sistema complejo ni requiere de una fuerte inversión. De hecho, la agricultura de precisión te ayudará a ahorrar costes, por ejemplo, en fertilizantes, agua, etc. También ofrece beneficios significativos a los productores de bajos recursos.

Por otro lado, las pequeñas explotaciones agrícolas no suelen asociarse con estas herramientas. Sin embargo, el progreso tecnológico en el campo de la agricultura de precisión ha difuminado esa frontera y la ha hecho asequible y aplicable también para las pequeñas explotaciones. Esto puede ser algo complicado y tedioso. Sin embargo, lo que se necesita no son mapas sino un Ingeniero Agrónomo. El cual interprete el recurso más importante para el pequeño o gran productor, el suelo.

Además, la aplicación de la agricultura de precisión en pequeñas explotaciones agrícolas debe seguir un enfoque que comience con la recopilación y el análisis de datos para crear un modelo de agricultura de precisión específico para cada sitio. Los pasos para un enfoque ideal de agricultura de precisión en pequeñas explotaciones agrícolas son los siguientes:

- **Primero comprenda su suelo.** El suelo se considera el factor más importante que influye en la producción agrícola. Por lo tanto, es lógico que la aplicación de la agricultura de precisión en pequeñas explotaciones incluya, en primer lugar, un mejor conocimiento del suelo de la explotación.
- **Las propiedades físicas y químicas del suelo.** Se analizan mediante muestreo, y la mayoría de los pequeños agricultores solo toman una muestra de su suelo, tratando sus tierras de cultivo como si fueran homogéneas. Este es uno de los problemas clave que aborda la agricultura de precisión: la variabilidad del suelo dentro de la finca.
- **Mediante soluciones de agricultura de precisión** como el análisis de datos de suelo, incluso los pequeños agricultores pueden realizar muestreos sistemáticos o en cuadrícula obteniendo fácilmente puntos de muestreo precisos. Las cuadrículas se pueden superponer según la información obtenida del sitio.
- **El análisis de suelo** (Figura 3), es una herramienta fundamental que permite a los agricultores comprender y optimizar la salud y productividad de sus tierras. A medida que las exigencias agrícolas crecen debido a la población mundial en aumento y la necesidad de prácticas sostenibles, el análisis de suelos se convierte en un componente esencial de la agricultura moderna. Este artículo explora la importancia del análisis de suelos y cómo puede impactar de manera positiva en la vida de los agricultores.

Comprender la Composición del Suelo. El suelo no es simplemente un medio para cultivar; es un ecosistema complejo compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Un análisis de suelos proporciona información detallada sobre su composición química y física. Esto incluye datos sobre:

- **Nutrientes Esenciales:** Niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas.
- **pH del Suelo:** Acidez o alcalinidad del suelo, lo que afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- **Textura del Suelo:** Proporciones de arena, limo y arcilla que afectan la retención de agua y la capacidad de aireación.



Figura 3. Análisis de suelo.

METODOLOGÍA

Conociendo esta información, los agricultores pueden seleccionar cultivos apropiados y aplicar tratamientos específicos que optimicen la salud del suelo en función de:

Mejora de la Fertilidad del Suelo

Los resultados del análisis permiten a los agricultores tomar decisiones informadas sobre la aplicación de fertilizantes y enmiendas. Al conocer exactamente qué nutrientes están presentes y cuáles son deficientes, se puede evitar la sobre-aplicación de fertilizantes, que no solo es costosa, sino que también puede causar problemas ambientales, como la contaminación del agua. Además, el uso de enmiendas orgánicas, como el compost, puede ser planificado de acuerdo con las necesidades específicas del suelo, mejorando su estructura y microbiología de forma sostenible.

Optimización del Manejo del Agua

El análisis de suelos también ayuda a entender la capacidad de retención de humedad, lo cual es crucial para el manejo eficiente del agua. Conocer la textura y la estructura del suelo permite a los agricultores implementar sistemas de riego adecuados y ajustar la frecuencia y cantidad de riego según las necesidades del cultivo y las condiciones climáticas. Esto no solo mejora la salud de las plantas, sino que también conserva recursos hídricos esenciales.

Prevención de Problemas Agrícolas

La detección temprana de problemas potenciales es otra ventaja significativa del análisis de suelos. Al identificar desequilibrios en nutrientes, presencia de contaminantes o problemas de compactación, los agricultores pueden actuar antes de que se conviertan en problemas mayores. Por ejemplo, un pH inadecuado puede indicar la necesidad de enmiendas correctivas antes de plantar, lo que salva una cosecha costosa.

Incremento de la Productividad y Rentabilidad

Al aplicar enfoques basados en los resultados de un análisis de suelos, los agricultores pueden aumentar considerablemente la productividad de sus cultivos. Cultivos más saludables y mejores rendimientos no solo mejoran la rentabilidad del agricultor, sino que también contribuyen a una mayor seguridad alimentaria. De esta manera, el análisis de suelos se traduce en beneficios económicos tangibles para quienes los realizan.

Sostenibilidad Ambiental

Finalmente, el análisis de suelos promueve prácticas agrícolas sostenibles. Al permitir a los agricultores gestionar sus tierras de manera informada, se reducen los riesgos de degradación del suelo y contaminación ambiental. La agricultura sostenible no solo beneficia al agricultor, sino que también protege los recursos naturales y mejora la salud del ecosistema.

De igual importancia, la adopción de técnicas de agricultura de precisión busca resolver todos estos problemas para los pequeños agricultores. Las tecnologías comunes que utilizan estos pequeños agricultores son:

Teléfonos inteligentes

No se puede enfatizar lo suficiente, la importancia que tienen los teléfonos inteligentes para hacer que la agricultura de precisión sea accesible para los pequeños agricultores. Los teléfonos inteligentes se han convertido en una de las piezas de tecnología más omnipresentes en la actualidad y este hecho se ha utilizado para penetrar los fundamentos de la agricultura de precisión en los pequeños agricultores al permitirles acceder a datos y expertos.

Asimismo, las herramientas de análisis de datos basadas en la nube, como GeoPard, permiten a los agricultores tener acceso a decisiones agronómicas precisas con solo pulsar un botón. Los pequeños agricultores pueden beneficiarse en gran medida de soluciones agrícolas accesibles y confiables

como VRA Mapping, análisis topográfico y monitoreo de cultivos para comprender mejor sus granjas y tomar mejores decisiones respaldadas por datos precisos.

CONCLUSIONES

En un mundo donde la demanda de alimentos sigue en aumento y los recursos son limitados, la agricultura de precisión se presenta como una solución efectiva para enfrentar estos desafíos. Su capacidad de optimizar recursos, aumentar el rendimiento de los cultivos, reducir el impacto ambiental y mejorar la rentabilidad hace de esta práctica una herramienta esencial para el futuro de la agricultura sostenible. A medida que la tecnología continúa avanzando, la adopción de la agricultura de precisión promete un sector agrícola más resiliente, eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Aunque la agricultura de precisión promete mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en la producción agrícola, presenta múltiples desventajas y desafíos que necesitan atención. Desde altos costos iniciales hasta preocupaciones sobre la privacidad de datos, así como el potencial impacto negativo en la biodiversidad, estas limitaciones deben ser cuidadosamente consideradas.

Para maximizar los beneficios de la agricultura de precisión, será fundamental desarrollar estrategias que aborden estos desafíos y permitan una adopción más equitativa y consciente de la tecnología en el sector agrícola. Solo así se podrá garantizar un futuro viable y sostenible para la agricultura en todo el mundo.

El análisis de suelos es un recurso invaluable para los agricultores que buscan maximizar la calidad y cantidad de sus cosechas mientras cuidan el bienestar del medio ambiente. En un mundo donde la demanda de alimentos sigue aumentando y los desafíos climáticos persisten, el análisis de suelos proporciona la base científica necesaria para la toma de decisiones agrícolas informadas. Adoptar esta práctica no solo es beneficioso para el agricultor, sino también para

el futuro de la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria global.

La agricultura de precisión tiene el potencial de mejorar significativamente la situación de los productores de bajos recursos, al permitirles operar de manera más eficiente y sostenible. Al maximizar el rendimiento y minimizar los costos, estos agricultores pueden mejorar su estabilidad económica y contribuir a la seguridad alimentaria en sus comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroingenia Canarias. (septiembre 8, 2020). **Rompe con los mitos de la agricultura de precisión**. <https://agroingeniacanarias.com/mitos-de-la-agricultura-de-precision/>
- AgroTech. (marzo, 2025). **Agricultura de Precisión en 3 pasos**. <https://agrotechcampus.com/blog/agricultura-de-precision-en-3-pasos/>
- Agrotendencia. **Agricultura de precisión: qué es, ventajas y desventajas**. <https://agrotendencia.tv/tendencias/agricultura-de-precision/>
- Chacón, E. Cardillo, J. Mora, L. Hernández, M. (diciembre 2022). **4AGRO 4.0: ¿Una Posibilidad de Mejora en el Campo Venezolano o una Solución para la Agricultura En Venezuela?** Agroalimentaria. Vol. 28, Nº 55. https://www.researchgate.net/publication/375497958_Agro_40_Una_posibilidad_de_mejora_en_el_campo_venezolano_o_una_solucion_para_la_agricultura_en_Venezuela.
- García E. Flego F. (2022). **Agricultura de Precisión**. Universidad de Palermo, pag. 109-116. <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.
- Hernández R. (enero 10, 2021). **La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual**. Revista Ingeniería Agrícola, pag 1-9. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269368010/586269368010.pdf>.
- Información de mercado. (agosto 23, 2023). **La evolución de la agricultura de precisión y sus implicaciones políticas**. <https://www.fb.org/market-intel/the-evolution-of-precision-agriculture-and-policy-implications>
- Luis Mulet Molina. (agosto 12, 2025). **La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente, Agricultura 4.0, Agrotecnología**. <https://www.avat.org.ve/blog/noticias-2/la-agricultura-de-precision-agricultura-inteligente-agricultura-4-0-agrotecnologia-13>.
- REPSOL. (2025). **Tecnología al servicio del campo**. <https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/agricultura-de-precision/index.cshml>.

Guía para los autores

Trascendencia:

Agricultura Andina, es una publicación semestral del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, dedicada a la publicación de artículos científicos originales, en idioma español, que incluye investigaciones básicas y aplicadas pertenecientes al campo agropecuario nacional e internacional.

Instrucciones generales:

Los manuscritos deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Deben ser resultado de investigaciones originales.
2. No deben exceder de 12 páginas tamaño carta, escritas por una sola cara, incluyendo texto, ilustraciones y bibliografías en letra Times New Roman 12, escrito en interlíneas de 1,0 y con márgenes de 2,5 cm por cada lado.
3. Se debe consignar un original y dos copias, una de las cuales no debe llevar nombre de autores ni identificación institucional, a fin de ser entregados a los árbitros para su evaluación. Además, se debe consignar un formato electrónico (disco compacto) en procesador Word para Windows.
4. Los párrafos deberán llevar sangría, dejando dos tabulaciones al inicio de la primera línea.
5. Los sub-títulos se escribirán en mayúscula y negrita, alineados a la izquierda.
6. Los nombres científicos válidos deben destacarse en negritas italizadas.
7. Los números decimales han de expresarse mediante comas y no puntos.
8. Las fotografías e imágenes (si se incluye alguna dentro del artículo) deben tener una resolución mínima de 3000 dpi.
9. En caso de que el texto exceda por su naturaleza la pauta, será decisión del Comité Editorial su aceptación.
10. El arbitraje será con especialistas en cada área; siendo su decisión inapelable. Cuando existan sugerencias por parte de los evaluadores para mejorar la calidad de los trabajos, éstos serán devueltos a sus autores para las respectivas correcciones, teniendo un plazo de dos semanas continuas para consignarlos nuevamente.
11. Todo Trabajo de Investigación debe llevar: Fecha de inicio y Fecha de Finalización.
12. Todo Investigador debe presentar su Identificador Digital Personal ORCID en su trabajo de Investigación y puede obtenerlo a través del enlace <https://orcid.org/register>.
13. Los textos deberán cumplir el siguiente orden y sugerencias básicas:

- a. Título: Preferiblemente que no exceda de 15 palabras, que denote los objetivos y el contenido del trabajo, debe ser escrito en dos idiomas: español e inglés.
- b. Autores: La identificación de los autores debe llevar nombre y apellido, seguido de los coautores, si fuera el caso. Deben aparecer después del título, indicando con una llamada (asterisco o número) la dirección institucional exacta de los autores, con la dirección postal y/o electrónica.
- c. Resumen: Debe incorporarse un resumen en español e inglés (abstract) de tipo informativo, donde se plantee el problema estudiado, la metodología utilizada y los principales resultados y conclusiones, con una extensión no mayor de 120 palabras, en un solo párrafo y a un solo espacio. Debajo de ambos resúmenes y en el idioma respectivo, se deben indicar entre tres y cinco palabras clave.
- d. Introducción: Es recomendable que contenga: Reseña histórica, problema, hipótesis (de existir), justificación, objetivos y teorías (de existir).
- e. Materiales y métodos: Se deberá indicar los materiales y equipos, procedimientos y/ o técnicas utilizadas para el logro de los objetivos propuestos.
- f. Resultados y discusión: Deberán ser claros y precisos, preferiblemente usando tablas, cuadros, gráficos y esquemas, las discusiones deberán facilitar la comprensión y asimilación de los resultados.
- g. Conclusiones: Deberán correspondencia con las expectativas planteadas en el desarrollo del trabajo.
- h. Referencias bibliográficas: en hojas separadas. Se recomienda seguir normas APA La secuencia en los textos antes señalado, está sujeta a la naturaleza de la investigación, de tal forma que podrán existir excepciones que ameritan la incorporación de algún otro punto de interés, como, por ejemplo, breve reseña histórica o antecedentes de la investigación.

La remisión de los manuscritos implica la cesión de los derechos de publicación, dentro del marco legal vigente al tal efecto. El Comité Editorial someterá a arbitraje los trabajos, los autores deberán ajustarse, dentro de límites razonables, a las sugerencias de los árbitros. La decisión final de publicaciones es del Comité Editorial, el cual también se reserva la realización de los cambios de forma, necesarios para publicar el trabajo en le revista.

Instrucciones para los evaluadores

Los artículos de la revista **Agricultura Andina** son sometidos a evaluación de especialistas acreditados en las diferentes áreas de ámbito agropecuario. Por lo tanto, deben responder a un juicio externo que permita asegurar la pertinencia de cada trabajo.

Los evaluadores deben regirse por la planilla elaborada para realizar el arbitraje (planilla de evaluación de artículos) y por la “guía para autores”.

Se sugieren los siguientes pasos para evaluar los artículos:

1. Correspondencia del título con el contenido del artículo (punto 1 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
2. El área temática y la delimitación del tema del artículo debe corresponder estrictamente a la especialidad de la revista (punto 2 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
3. Metodología utilizada. El artículo debe cumplir con las instrucciones para los autores, tal como aparecen en la revista, de tal manera que el árbitro debe revisar si el artículo cumple con la normativa y la metodología previamente establecida por el Comité Editorial. (punto 3 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
4. Opinión sobre el resumen. Es importante que el resumen exprese claramente el contenido del artículo y que este se ajuste a la normativa establecida. (punto 4 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
5. Los resultados deben estar interpretados adecuadamente y deben corresponderse con la información existente (punto 5 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
6. Las conclusiones deben estar debidamente justificadas por los resultados (punto 6 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
7. El artículo debe tener aportes originales de importancia en el área (punto 7 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
8. Las Referencias Bibliográficas deben ser pertinentes al tema de estudio y adaptadas a las normas APA (punto 8 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos) Ej: Razz, R. y T. Clavero. 2006. Cambios en las características químicas de suelos en un banco de *Leucaena leucocephala* y en un monocultivo de *Brachiaria brizantha*. *Rev. Fac. Agron.*, LUZ 23 (3): 331-337
9. Recomendaciones del árbitro evaluador. La decisión del árbitro debe estar bien argumentada, cuando considere a un artículo publicable, publicable con modificaciones o no publicable. Debe explicar claramente las observaciones y sugerencias que considere oportunas

para enviarlas al autor. (recomendaciones de la árbitro planilla de evaluación de artículos)

10. Los evaluadores deberán emitir su opinión en un período máximo de treinta (30) días continuos
11. El Comité Editorial informará oportunamente a los investigadores la fecha de aceptación de su artículo.

Comité Editorial
Revista Agricultura Andina

ÍNDICE ACUMULADO DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

*Agricultura Andina Volumen 1, Año 1982	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volúmenes 2 y 3, Años 1986 - 1988	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 4, Año 1989	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 5, Año 1990.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 6, Año 1991.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 7, Año 1992.	Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 8 Extraordinario Enero - Diciembre 2003.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 9 Extraordinario Enero - Diciembre 2004.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Enero - Diciembre 2005	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 11 Extraordinario Enero - Diciembre 2006.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 12 Enero - Junio 2007.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 13, Julio - Diciembre 2007.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 14, Enero - Junio, 2008.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

ÍNDICE ACUMULADO DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

*Agricultura Andina Volumen 15, Julio - Diciembre 2008.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 16, Enero - Junio 2009.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 17, Julio - Diciembre 2009.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 18, Extraordinario 2010.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 19, Extraordinario 2011	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 20, Año 2014.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 21, Año 2015.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 22, Especial 2016 - 2018.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 23, Especial 2019 - 2021.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 24, Especial 2022 - 2023.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Número 25, Especial 2024.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

INTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (IIAP-ULA)



***ESTA VERSIÓN DIGITAL DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA,
SE REALIZÓ CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS
ESTABLECIDOS PARA LA EDICIÓN ELECTRÓNICA EN EL AÑO 2024.
PUBLICADA EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL SABERULA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - VENEZUELA***

www.saberula.ve
info@saber.ula.ve

Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Tabla de Contenido Artículos

- 7 - 19 Quintero María, Molina Yoly, Peña Norqui y Durán Mariano
DURABILIDAD INDUCIDA DE MADERA DE *Acacia mangium* (Willd) Y *Fraxinus americana* (L.) CON TERMITAS DE LA MADERA SECA *Cryptotermes brevis* (Walker).
- 20 - 36 Alvarado Carmen
CAPACIDAD ACIDIFICADORA DE LACTOBACILOS AISLADOS DE PASTIZALES UBICADOS EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA.
- 37 - 43 Godoy Nelly
CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE PROPAGACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO (*Teobroma cacao* L.), MUNICIPIO PAMPANITO, ESTADO TRUJILLO.
- 44 - 59 Quintero Leobardo, Peña Norqui
ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO SARRACENO (*Fagopyrum esculentum* Moench).
- 60 - 68 Godoy Nelly
EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE BIODIVERSIDAD DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CULTIVADO DE CAFÉ Y CACAO BAJO SOMBRA, SECTOR LOMA DE LA PAZ, MUNICIPIO TRUJILLO, ESTADO TRUJILLO.
- ENSAYOS**
- 69 - 83 Pacheco Leonardo.
OPTIMIZA TUS CULTIVOS: ¿AGRICULTURA DE PRECISIÓN, TECNOLOGÍA A FAVOR DEL PEQUEÑO PRODUCTOR?