



Año 2025
Volumen 6. Número 1
<https://unerg.edu.ve/unerg-agro-cientifica/>



Revista Semestral del Área de Ingeniería Agronómica



JUNIO 30, 2025.

Depósito Legal: GU2018000037 - ISSN: 2665-0061

Autoridades Universitarias

Dr. Cesar Augusto Gómez García
RECTOR

Dra. Joali Moreno
VICERRECTORA ACADÉMICA

Dr. Juan Antonio Montenegro
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Dra. Grevimar Carpavire
SECRETARIA

Dra. Merly Orta Fernández
**DECANA DE INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL
CONOCIMIENTO**

Autoridades del Área de Ingeniería Agronómica

MSc. Ángel Lara
DECANO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Dr. Junney Chong
DIRECTOR DE PRODUCCIÓN ANIMAL

MSc. Rafael Pérez
DIRECTOR DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Dra. María José Álvarez
DIRECTORA DE ESTUDIOS COMUNES

Revista Semestral del Área de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos”

Volumen 5. N° 2 - San Juan de los Morros. Estado Guárico. Venezuela - 2024.

Depósito Legal: *GU2018000037* - ISSN: 2665-0061

<https://unerg.edu.ve/unerg-agro-cientifica/>

Equipo Editorial

MSc. Ángel Lara

PRESIDENTE

Dr. Ángel Valera

DIRECTOR/ EDITOR

Dra. María Tovar León

COORDINADORA GENERAL

Dr. José Arcia, Dr. Pablo Pizzani, Dr. José Rafael Pérez M., MSc. Jeshua Nieves, Dra. Giovanna Demartino.

ASESORES ESPECIALISTAS

Dra. Merly Orta, MSc. Nieves Moyetón

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

COMITÉ EDITORIAL:

Dr. Luis Alexander Díaz (UCV), Dr. Miguel González (UNELLEZ), Dr. Enrique Lamarca (ULA), Dr. Iván Maza (UDO), Dr. Aquiles Montañez (UCV), Dr. Pedro Torrecillas (UCV), Esp. Miguel Reyes (UNERG), Dr. Junney Chong (UNERG), MSc. Rony Quijada (UNERG), Dr. Johnny Goncalves (UNERG), Dr. Ángel Tortolero (UNERG), MSc. Rafael Pérez (UNERG), MSc. José Amundaray (UNERG), Dr. Norberto Franco (UNERG), Dra. Deaneth Abreu (UNERG), Kriss Camejo (UNERG), Omar Tovar[†] (UNERG).



En la portada, una imagen representativa de uno de los ensayos que impulsan los procesos de investigación en los terrenos de la ilustre **Universidad Rómulo Gallegos (UNERG)**. El despliegue agro-productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en los suelos del Jardín Botánico, con la notable contribución en la formación académica de los futuros profesionales que egresarán de nuestra casa de Estudio en el Área de Ingeniería Agronómica, fortaleciendo los procesos de investigación científica, de la mano de los especialistas.

Créditos: Comité Editorial UAC.

Se permite la reproducción y uso del contenido total o parcial de la revista sin fines de lucro, a condición de citar la fuente.

El contenido de los artículos publicados es de la entera responsabilidad de sus autores.

ÍNDICE

412	Editorial
414	Artículos Científicos
415	Del suelo al software: La digitalización de la agricultura para un mundo más sostenible. Lipsetotte de Jesús Infante Rivera, Nibci Mercedes Gabriela Pinto Infante, y Dulce Althayra Saulips Rodríguez Infante.
426	Actitud de los productores agrícolas hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la producción de semilla en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy. Nelcar Senobia Duran Díaz.
434	Análisis integral de los sistemas de producción bovina en el sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy. Eliasca Maruja Jiménez y Carlos Alberto Moran Aranguren.
449	Fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: Caso de Guarataro San Felipe estado Yaracuy. Carlos Alberto Moran Aranguren y Eliasca Maruja Jiménez.
468	Uso del ácido ricinoléico como biofungicida para los productores agrícolas. Carlos Luis Navas Ibarra.
478	Aplicación de la técnica Bosques Aleatorios (<i>Random Forest</i>) en la estimación del carbono orgánico del suelo en paisajes de montaña. Angel Rafael Valera Valera.
505	Ensayos
506	Las AgroTIC y los Procesos Gerenciales en la Cadena de Valor. Nelcar Senobia Duran Díaz.
517	Bloques multi-nutricionales como apoyo para la alimentación de rumiantes en el trópico. Pedro H. Peña Curto, Pablo Herrera y Beatriz Birbe.
540	Aspectos Generales
541	INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES UNERG AGROCIENTÍFICA

EDITORIAL

La Revista **UNERG Agro-Científica** se enorgullece de presentar su más reciente edición, un testimonio del compromiso inquebrantable del Área de Ingeniería Agronómica de Producción Animal y Vegetal de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos” (UNERG), ubicada en el Estado Guárico, Venezuela, con el avance del conocimiento agro-científico. Esta publicación refleja el rigor y las significativas contribuciones de nuestros docentes investigadores y colaboradores de instituciones académicas y científicas a nivel nacional.

En esta edición, destacamos una serie de artículos que abordan desafíos y oportunidades cruciales para el sector agrícola venezolano, impulsando la innovación y la sostenibilidad:

La Digitalización en la Agricultura: El artículo "Del suelo al software: La digitalización de la agricultura para un mundo más sostenible" examina cómo tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y los sensores remotos están transformando las prácticas agrícolas. La digitalización impulsa mejoras en la gestión de recursos y la eficiencia productiva, optimizando el uso de fertilizantes y reduciendo el impacto ambiental. En Venezuela, esta vía ofrece una oportunidad única para revitalizar el sector agrícola, garantizando la seguridad alimentaria y la resiliencia frente al cambio climático.

Actitud hacia la Biotecnología: La investigación "Actitud de los productores agrícolas hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la producción de semilla en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy" revela una actitud favorable entre los productores hacia la incorporación de herramientas biotecnológicas en sus sistemas de producción. Los resultados muestran que un 90% de los productores consideran viable arriesgarse a sembrar nuevos materiales biotecnológicos, siempre que se considere el cuidado al ambiente.

Análisis de Sistemas de Producción Bovina: El estudio "Análisis integral de los sistemas de producción bovina en el sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy" aborda los desafíos que enfrenta la ganadería bovina en el estado Yaracuy, como la disminución de la producción y rentabilidad, y la baja aplicación de prácticas ganaderas adecuadas. El análisis se centra en la producción de leche y el sistema semi-intensivo, evidenciando la necesidad de mejorar los planes sanitarios, el manejo de potreros y la atención al manejo reproductivo.

Fuentes Alternativas para la Avicultura de Traspatio: El artículo "Fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: Caso de Guarataro San Felipe estado Yaracuy" subraya la importancia de la avicultura de traspatio como tradición familiar y elemento estratégico para la seguridad alimentaria en las zonas rurales de Venezuela. La investigación busca diagnosticar y fortalecer estas fuentes alternativas locales, enfatizando la necesidad de apoyo y la participación comunitaria bajo una visión agroecológica.

Ácido Ricinoléico como Biofungicida: La investigación "Uso del ácido ricinoléico como biofungicida para los productores agrícolas" analiza el potencial del ácido ricinoléico como una alternativa sostenible para el control de hongos en cultivos comunes como el arroz, el cacao,

la caña de azúcar y el maíz. Los hallazgos confirman su eficacia en la reducción de infecciones fúngicas, ofreciendo a los agricultores una opción natural para la protección de sus cultivos.

Estimación del Carbono Orgánico del Suelo con Inteligencia Artificial: El trabajo "Aplicación de la técnica Bosques Aleatorios (*Random Forest*) en la estimación del carbono orgánico del suelo en paisajes de montaña" demuestra la aplicación exitosa de algoritmos de aprendizaje automático para estimar la reserva de carbono orgánico del suelo (COS). Este método es crucial para entender la fertilidad del suelo, su potencial como sumidero de carbono y para acciones contra el cambio climático, representando una contribución vital para la información edáfica en Venezuela.

AgroTIC y los Procesos Gerenciales: El trabajo sobre "Las AgroTIC y los Procesos Gerenciales en la Cadena de Valor" revela como las tecnologías de información y comunicación han permitido crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar información relevante para los procesos gerenciales de la cadena de valor en el sector agrícola, de tal modo que facilitan el análisis de la información y su beneficio en la toma de decisiones

Bloques Multinutricionales para Rumiantes: Finalmente, "Bloques multi-nutricionales como apoyo para la alimentación de rumiantes en el trópico" presenta una estrategia alimenticia fundamental para la ganadería, especialmente en épocas de deficiencia forrajera. El uso de bloques multinutricionales mejora la disponibilidad de proteína y el balance energético-mineral en la dieta de los rumiantes, contribuyendo a elevar la productividad animal.

Estos artículos aparte de enriquecer el acervo científico, también ofrecen soluciones prácticas y perspectivas innovadoras para los desafíos actuales de la agricultura en Venezuela. Invitamos a nuestros lectores, investigadores y profesionales del agro a profundizar en estos valiosos trabajos, que sin duda impulsarán nuevas investigaciones y aplicaciones en beneficio de la producción animal y vegetal de nuestro país.

Atentamente,

Equipo Editorial

Revista UNERG Agro-Científica

Área de Ingeniería Agronómica/ Decanato de Investigación, Producción y Socialización del Conocimiento.

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos" (UNERG)
Estado Guárico, Venezuela

Artículos Científicos

DEL SUELO AL SOFTWARE: LA DIGITALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA PARA UN MUNDO MÁS SOSTENIBLE

Lipsetotte de Jesús Infante Rivera^{1*}, Nibci Mercedes Gabriela Pinto Infante²,
Dulce Althayra Saulips Rodríguez Infante³

¹ Universidad Adventista de Chile, Núcleo de Investigación, Chillán, Chile, e-mail: linfante@continental.edu.pe, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6094-1070>

² Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos", Área de Ingeniería de Sistemas, San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: pinto.gabriela31@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6643-2316>

³ Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos", Área de Ingeniería Agronómica, San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: dulce.r0601@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7034-3550>

* Autor de correspondencia

Recibido: 09/04/2025; Aceptado: 15/ 05/2025; Publicado: 30/06/2025

RESUMEN

El estudio propuso examinar exhaustivamente el impacto de la digitalización en la agricultura, con el objetivo de sintetizar la evidencia existente sobre cómo las tecnologías digitales están transformando las prácticas agrícolas y contribuyendo a la sostenibilidad. Se empleó la metodología PRISMA para asegurar una revisión sistemática y transparente de la literatura, que incluyó la identificación de estudios relevantes en bases de datos como *PubMed*, *Scopus* y *Web of Science*, así como en repositorios de organizaciones internacionales. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión rigurosos, se seleccionaron estudios que abordan la aplicación de tecnologías digitales en la agricultura y su relación con la sostenibilidad, evaluando su calidad metodológica. Los principales hallazgos revelaron que la digitalización está impulsando mejoras significativas en la gestión de recursos y

la eficiencia productiva en la agricultura. La aplicación de tecnologías como el IoT, la IA y los sensores remotos permite una gestión más precisa de nutrientes, optimizando el uso de fertilizantes y reduciendo su impacto ambiental. Las conclusiones arrojaron que, la digitalización representa una oportunidad única para transformar la agricultura hacia un modelo más sostenible y resiliente, capaz de enfrentar los desafíos del cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria. En el contexto venezolano, la digitalización puede ofrecer una vía para revitalizar el sector agrícola, pero su implementación exitosa requerirá un enfoque estratégico que considere las particularidades del país y promueva la colaboración entre los diferentes actores involucrados.

Palabras clave: Suelo, software, digitalización, agricultura, mundo, sostenible.

FROM SOIL TO SOFTWARE: DIGITALIZING AGRICULTURE FOR A MORE SUSTAINABLE WORLD

ABSTRACT

This study aimed to comprehensively examine the

impact of digitalization on agriculture, with the objective of synthesizing existing evidence on how

digital technologies are transforming agricultural practices and contributing to sustainability. The PRISMA methodology was used to ensure a systematic and transparent literature review, which included the identification of relevant studies in databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science, as well as in repositories of international organizations. After applying rigorous inclusion and exclusion criteria, studies addressing the application of digital technologies in agriculture and their relationship with sustainability were selected, assessing their methodological quality. The main findings revealed that digitalization is driving significant improvements in resource management and production efficiency in agriculture. The application of technologies such as IoT, AI, and

remote sensing enables more precise nutrient management, optimizing fertilizer use and reducing their environmental impact. The conclusions showed that digitalization represents a unique opportunity to transform agriculture toward a more sustainable and resilient model, capable of addressing the challenges of climate change and ensuring food security. In the Venezuelan context, digitalization can offer a way to revitalize the agricultural sector, but its successful implementation will require a strategic approach that considers the country's specific characteristics and promotes collaboration among the various stakeholders involved.

Keywords: Soil, software, digitalization, agriculture, world, sustainable.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la agricultura enfrenta desafíos globales significativos como, por ejemplo, el cambio climático, el cual ha afectado en gran manera la escasez de recursos naturales y, por ende, garantizar la seguridad alimentaria se ha vuelto un reto tanto para los agricultores como para los gobernantes. Es importante destacar, que el cambio climático tiene un impacto especialmente significativo en la agricultura de los países en desarrollo que dependen fuertemente de la agricultura de subsistencia. En estos contextos, los agricultores son altamente vulnerables a las condiciones climáticas, lo que afecta directamente su producción y seguridad alimentaria. (Parra-López *et al.*, 2024)

Y es que, para abordar los desafíos crecientes en la producción agrícola, es crucial comprender mejor los ecosistemas agrícolas complejos. Las tecnologías digitales modernas permiten monitorear constantemente el entorno físico, generando grandes cantidades de datos a un ritmo acelerado (Kamilaris

et al., 2017).

Tecnologías utilizadas hoy en día, como los drones, los sensores remotos y las plataformas de gestión digital han permitido a los agricultores poder monitorear en tiempo real variables críticas tales como la calidad del suelo, el estado de los cultivos y las condiciones climáticas, entre otras. La agricultura inteligente marca un avance significativo hacia la sostenibilidad agrícola al incorporar tecnologías avanzadas como la computación en la nube, Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y sensores conectados, con el objetivo de mejorar y optimizar las prácticas agrícolas (Morchid, Marhoun, *et al.*, 2024). De acuerdo a (Morchid *et al.*, 2025) “este enfoque busca mejorar la eficiencia de los recursos, a la vez que reduce la huella ambiental y fortalece la resiliencia de los sistemas agrícolas ante los desafíos climáticos” (p. 2).

La automatización de los procesos agrícolas mediante el Internet de las Cosas (IoT) y la computación en la nube contribuye a un uso más eficiente de la

energía y los recursos, a la vez que optimiza el rendimiento y reduce los costos de producción (Morchid, El Alami, *et al.*, 2024). También (Kimiti *et al.*, 2009) citado por (Dhanaraju *et al.*, 2022) hace referencia a que la instalación de sensores inalámbricos en los campos agrícolas permite a los agricultores recibir información en tiempo real, lo que les facilita tomar decisiones informadas y actuar de manera efectiva para maximizar los rendimientos de sus cultivos. La agricultura inteligente emerge como un enfoque innovador de gestión que integra el monitoreo, la planificación y el control inteligente de los procesos agrícolas, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible (Leso *et al.*, 2022)

Para tratar el tema de la agricultura para un mundo más sostenible, hay que hacer referencia también a lo que es la agricultura sostenible, que de acuerdo a (Dhanaraju *et al.*, 2022) es una técnica agrícola que busca satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Asimismo, aporta en un factor muy importante, y es que desempeña un papel fundamental en la preservación de los recursos naturales, la detención de la pérdida de biodiversidad y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Obaisi *et al.*, 2022).

Un estudio presentado por (Srisruthi *et al.*, 2016) se centró en mejorar la eficiencia del uso de la tierra y la mano de obra, conservar el agua, aumentar el rendimiento de los cultivos, reducir el desperdicio de energía y promover la automatización. Esto se logró mediante la

adopción de tecnologías inteligentes y ambientalmente responsables, que permitieron implementar métodos agrícolas más innovadores y sostenibles, beneficiando a la sociedad en general.

Se puede hablar entonces de una agricultura digital, esa que se basa en la aplicación de la tecnología con el fin de aportar nuevas soluciones tecnológicas a la agricultura, llamada hoy en día Agricultura 4.0. Aportes como el riego inteligente, la predicción de cultivos y plagas, el control robótico de plagas, la cosecha inteligente y la mejora de la trazabilidad del campo a la mesa, entre otras (Rodríguez & Montilla Rodríguez, 2024) son soluciones que permiten avanzar en cuanto a precisión e innovación se refiere.

La población actual se mide por el uso de la tecnología, y el campo o la agricultura no se han quedado atrás. La mayoría de las personas se maneja a través de un móvil o por aplicaciones que contribuyan a mejorar la calidad de su trabajo. Además, se espera que para este año 2025 que 41.6 mil millones de dispositivos recopilen datos sobre cómo trabajamos, vivimos, navegamos por nuestras ciudades y usamos y mantenemos las máquinas de las que dependemos (Sujay Vailshery, 2024)

En la investigación de (Mishra *et al.*, 2024) se hace referencia a que mejorar la producción agrícola, abordar las preocupaciones relacionadas con la agricultura, como las necesidades alimentarias, y conectar y mejorar de manera inteligente las granjas se logran mediante el uso de sistemas agrícolas basados en IoT. Ellos llegan a la

conclusión de que, en los últimos seis años, se ha observado un notable aumento de los sistemas agrícolas basados en IoT.

Asimismo, (Cimino *et al.*, 2024) en su investigación encontraron que los pequeños agricultores se sienten más motivados a adoptar la plataforma digital cuando la perciben como valiosa y capaz de generar los resultados deseados. Esto surge en medio de la relación hombre – dispositivo móvil, ya que, actualmente la mayoría de agendas, aplicaciones y sistemas se manejan de forma personal en los móviles de cada persona.

Por otro lado, se encuentra la gestión eficaz de nutrientes en las explotaciones agrícolas que es un elemento crucial para alcanzar altos rendimientos, mantener la calidad del producto, optimizar el uso de nutrientes y minimizar las pérdidas ambientales. Sin embargo, actualmente las herramientas de software están limitadas a tareas específicas y no se dispone de un sistema integral que abarque toda la gestión de nutrientes a nivel de explotación agrícola (Donauer *et al.*, 2025).

En países europeos ya se utilizan los fertilizantes, haciendo cálculos a través de sistemas digitales, lo que ha sido promovido por leyes gubernamentales; esto hace que cada vez más sean los agricultores que hacen uso de la tecnología en pro de la dinámica tecnológica para el bienestar de estos y, además, contribuyendo a un mundo sostenible. De hecho, ya existen algoritmos más sofisticados para calcular los requerimientos de fertilizantes, teniendo en cuenta factores como el

desarrollo específico del cultivo por año (Henke *et al.*, 2009), (Olf *et al.*, 2005), (Morris *et al.*, 2018), (Reau *et al.*, 1994) o la variabilidad específica del sitio del potencial de rendimiento y la absorción de nutrientes utilizando sistemas basados en sensores y satélites (Basso *et al.*, 2016), (Argento *et al.*, 2021), (Hagn *et al.*, 2025), (Müller *et al.*, 2008), (Raun *et al.*, 2002).

Para América Latina y el Caribe, (Sotomayor *et al.*, 2021), en representación de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura exponen que, la inteligencia artificial (IA), a través del análisis predictivo, identifica patrones en los cambios ambientales, lo que ayuda a mitigar su impacto en los cultivos y mejorar su productividad. Además, la integración de sensores en maquinaria agrícola como tractores, pulverizadoras y cosechadoras permite monitorear su rendimiento, automatizar su uso, reducir costos operativos y disminuir el consumo de energía.

En esta región, se están implementando tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia en la cadena de valor agroalimentaria. Las empresas de agtech, que combinan conocimiento y tecnología innovadora, utilizan herramientas como big data, inteligencia artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT) y blockchain para optimizar diversos eslabones de las cadenas agrícolas, ganaderas y agroindustriales. Estos servicios suelen ofrecerse a través de plataformas digitales (Santos Valle y Kienzle 2020, Schroeder *et al.* 2021).

La región andina alberga 90 emprendimientos de Agtech que abarcan múltiples sectores y tecnologías. Estos emprendimientos ofrecen servicios en diferentes eslabones de la cadena de valor agroalimentaria, con una concentración significativa en Colombia y Perú, y una menor presencia en Ecuador, Bolivia y Venezuela. En estos países, la agricultura es diversificada, incluyendo cultivos extensivos tanto anuales como plurianuales, así como actividades ganaderas importantes para el empleo y las exportaciones (Bert *et al.*, 2023).

En Venezuela, un estudio reciente llevado a cabo por Chacón Ramírez *et al.* (2023) encontraron que los productores agrícolas están dispuestos a adoptar el paradigma AGRO 4.0, lo que implica gestionar eficientemente sus recursos hídricos y actividades productivas para lograr una producción más amigable con el medio ambiente. De la misma forma, se han llevado a cabo diferentes seminarios por parte de Agropecuarios de Venezuela (FEDEAGRO) y la Cooperación técnica directa del IICA en Venezuela entre otros, para incentivar la digitalización agroalimentaria en el país y que los productores puedan actualizarse en cuanto a las nuevas tecnologías se refiere (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2024). Es por ello que, en la presente investigación se quiso examinar la literatura necesaria a fin sintetizar la evidencia sobre la transformación de las tecnologías digitales en las prácticas agrícolas y contribuyendo a la sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para

evidenciar las revisiones que se llevaron a cabo en el estudio de manera sistemáticas de manera transparente y rigurosa.

Descripción de las bases de datos y motores de búsqueda utilizados:

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las siguientes bases de datos electrónicos y motores de búsqueda:

- **PubMed:** Base de datos de literatura biomédica mantenida por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.
- **Scopus:** Base de datos multidisciplinaria de resúmenes y citas de artículos de revistas revisadas por pares.
- **Web of Science:** Plataforma que proporciona acceso a múltiples bases de datos bibliográficas, incluyendo el *Science Citation Index Expanded*, *Social Sciences Citation Index* y *Arts & Humanities Citation Index*.
- **Otras fuentes:** Se incluyen repositorios de organizaciones internacionales como el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Universidad Nacional Abierta ya Distancia (UNAD) y plataformas de datos como Statista.

Términos de búsqueda específicos y estrategias de búsqueda utilizadas

Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda, combinados con operadores

booleanos (AND, OR) para optimizar la precisión y exhaustividad de la búsqueda:

- «Agricultura digital» O «agricultura inteligente» O «agricultura de precisión»
- “Tecnología agrícola” O “agrotecnología” O “digitalización en la agricultura”
- «Agricultura sostenible» O «agricultura ecológica» O «agricultura climáticamente inteligente»
- “IoT en la agricultura” O “Internet de las cosas en la agricultura” O “sensores en la agricultura”
- “Big data en la agricultura” o “análisis de datos en la agricultura”

Criterios de inclusión y exclusión

Definición de los criterios para seleccionar estudios relevantes:

- Tipo de estudio: Se incluyen estudios empíricos (cuantitativos, cualitativos y mixtos), revisados sistemáticamente, metaanálisis y estudios de caso que abordaran la digitalización en la agricultura y su relación con la sostenibilidad.
- Idioma: Se incluyen estudios publicados en inglés, español y portugués.
- Contexto geográfico: Se considerarán estudios realizados en cualquier región del mundo.

Criterios para excluir estudios que no cumplieron con los requisitos establecidos:

- Estudios que no se centraban en tecnologías digitales aplicadas a la agricultura.
- Estudios que no abordaban la sostenibilidad como un resultado clave.
- Artículos de opinión, editoriales, cartas al editor y resúmenes de conferencias.

Se implementó la metodología PRISMA para evidenciar transparencia sobre la recolección de la literatura de la digitalización en la agricultura sostenible, comenzando con la identificación de 67 registros de bases de datos como *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, IICA, CEPAL, UNAD y Statista, seguido de la eliminación de duplicados, el cribado de registros no relevantes basados en títulos y resúmenes, la evaluación de la idoneidad. a través de la lectura completa de los artículos preseleccionados, y finalmente, la inclusión de 28 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión definidos, tales como enfoques en tecnologías digitales aplicadas a la agricultura y abordar la sostenibilidad como un resultado clave (Figura 1).

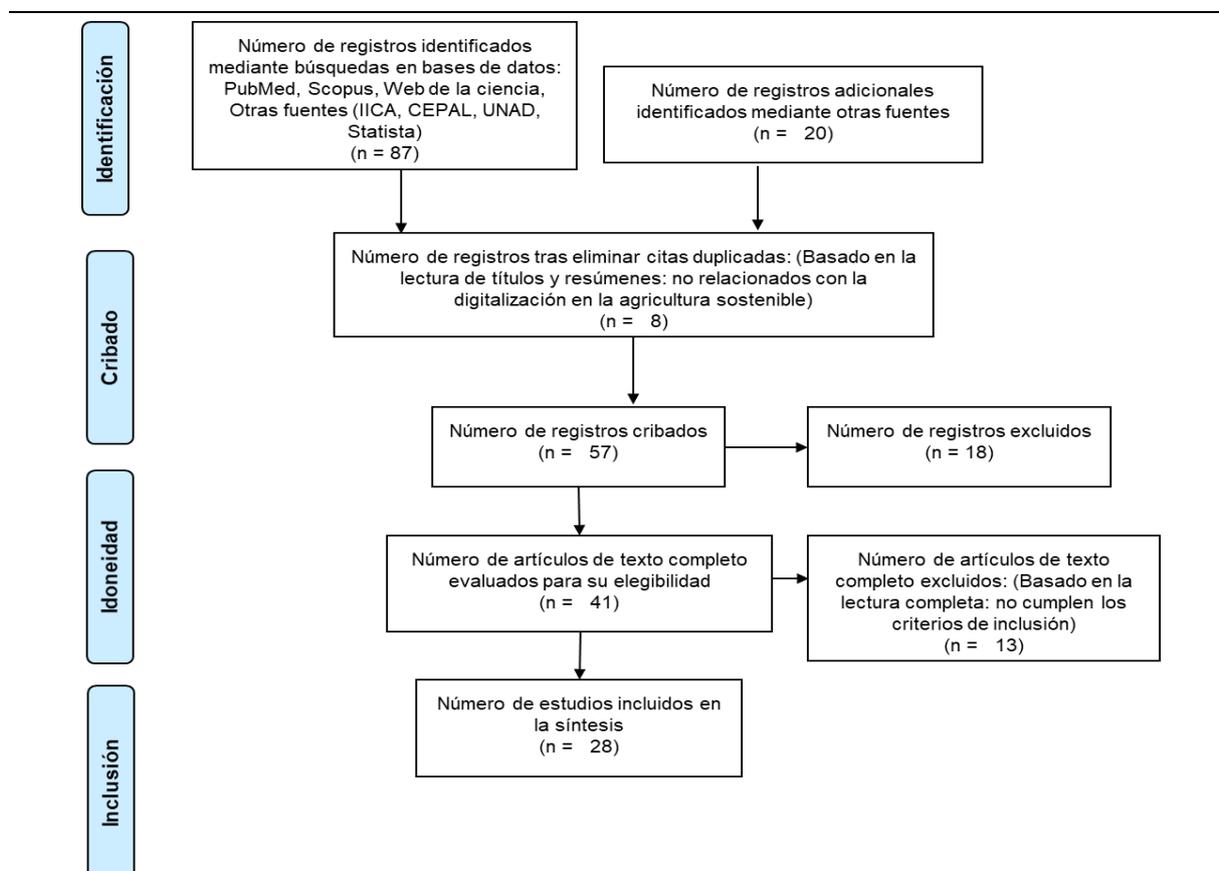


Figura 1. Metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digitalización de la agricultura, impulsada por tecnologías como el IoT, la IA y los sensores remotos, está redefiniendo las prácticas agrícolas hacia una mayor sostenibilidad y eficiencia. Estudios recientes destacan cómo la gestión específica de nutrientes basada en sensores mejora el rendimiento de los cultivos y reduce el impacto ambiental, con ejemplos concretos en la optimización del uso de nitrógeno (Hagn *et al.*, 2025; Donauer *et al.*, 2025; Argento *et al.*, 2021). Además, el IoT facilita el monitoreo en tiempo real de las condiciones de los cultivos, promoviendo prácticas más informadas y sostenibles (Morchid *et al.*, 2024; Dhanaraju *et al.*,

2022).

Sin embargo, la adopción generalizada de estas tecnologías enfrenta desafíos significativos, especialmente entre los pequeños agricultores. Las barreras económicas y técnicas limitan su capacidad para implementar soluciones AgTech, lo que subraya la necesidad de políticas de apoyo y programas de capacitación (Bert, Lanch y Del Río, 2023). Asimismo, es crucial prestar atención a la calidad de la arquitectura de software en los sistemas agrícolas basados en IoT para garantizar su robustez y eficacia (Mishra, Alzoubi y Gavrilovic, 2024).

En el futuro, la investigación debe centrarse en evaluar los impactos a largo plazo de la digitalización en la

sostenibilidad agrícola y en desarrollar soluciones innovadoras que sean enormes y accesibles para todos los agricultores. La colaboración entre investigadores, responsables de la formulación de políticas y el sector privado es esencial para impulsar la innovación y garantizar que las tecnologías digitales se utilicen de manera efectiva para promover un sistema alimentario más sostenible y resiliente (Parra-López *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES

Basado en los hallazgos derivados de la metodología PRISMA, se pudo evidenciar que, la digitalización de la agricultura emerge como un factor transformador con el potencial de revolucionar las prácticas agrícolas a nivel global. La implementación de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y el uso de sensores remotos ha demostrado ser efectiva para optimizar la gestión de recursos, reducir el impacto ambiental y mejorar la productividad agrícola.

Sin embargo, la transición hacia la agricultura digital enfrenta desafíos significativos, particularmente en países en desarrollo y entre los pequeños agricultores. Las barreras económicas, la falta de acceso a la tecnología y las limitaciones en la capacitación representan obstáculos importantes para la adopción generalizada de estas innovaciones.

En el contexto de Venezuela, donde la agricultura enfrenta desafíos únicos debido a la situación económica que ha vivido el país, la digitalización podría

ofrecer una oportunidad para revitalizar el sector y mejorar la seguridad alimentaria, lo que supone un hallazgo significativo en ese sentido. Sin embargo, los entes gubernamentales encargados de la parte agroalimentaria, han realizado mejoras en cuanto al conocimiento y formación de los agricultores para sumar esfuerzos y poder atacar las problemáticas que se puedan presentar, haciendo uso de la tecnología para contrarrestar los efectos del cambio climático. Para ello, se requerirá la reconstrucción de infraestructuras acorde a al entorno agricultor venezolano.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los autores del estudio por hacer sus aportes a la investigación.

REFERENCIAS

- Argento, F., Anken, T., Abt, F., Vogelsanger, E., Walter, A., and Liebisch, F. (2021). Site-specific nitrogen management in winter wheat supported by low-altitude remote sensing and soil data. *Precision Agriculture*, 22(2), 364-386. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09733-3>
- Basso, B., Fiorentino, C., Cammarano, D., and Schulthess, U. (2016). Variable rate nitrogen fertilizer response in wheat using remote sensing. *Precision Agriculture*, 17(2), 168-182. <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9414-9>
- Bert, F., Lanch, J., y Del Río, J. A. (2023). *Desarrollo agtech en la Región Andina: Casos de éxito y lecciones para el futuro* (Oficial V. Título. VI. Serie.; p. 87). Banco Interamericano de Desarrollo.

- <https://publications.iadb.org/es/desarrollo-agtech-en-la-region-andina-casos-de-exito-y-lecciones-para-el-futuro>
- Chacón Ramírez, E. A., Cardillo, J., Mora, L., y Hernández, M. Y. (2023). Agro 4.0: ¿Una posibilidad de mejora en el campo venezolano o una solución para la agricultura en Venezuela? *Agroalimentaria Journal - Revista Agroalimentaria*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.338829>
- Cimino, A., Coniglio, I. M., Corvello, V., Longo, F., Sagawa, J. K., and Solina, V. (2024). Exploring small farmers behavioral intention to adopt digital platforms for sustainable and successful agricultural ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 204, 123436. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123436>
- Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., and Kaliaperumal, R. (2022). Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. *Agriculture*, 12(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101745>
- Donauer, J., Luthardt, M., Peter, C., Grunert, M., Ostermaier-Welz, A., Leßke, F., and Hülsbergen, K.-J. (2025). Web-based nutrient management with the software webBESyD—Scientific principles, software architecture and model validation. *Smart Agricultural Technology*, 11, 100859. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100859>
- Hagn, L., Mittermayer, M., Kern, A., Kimmelman, S., Maidl, F.-X., and Hülsbergen, K.-J. (2025). Effects of Sensor-Based, Site-Specific Nitrogen Fertilizer Application on Crop Yield, Nitrogen Balance, and Nitrogen Efficiency. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 25(3), 795. <https://doi.org/10.3390/s25030795>
- Henke, J., Sieling, K., Sauermann, W., and Kage, H. (2009). Analysing soil and canopy factors affecting optimum nitrogen fertilization rates of oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 147(1), 1-8. <https://doi.org/10.1017/S0021859608008162>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2024, abril 19). *Primer Seminario Virtual IICA-FEDEAGRO “Opciones de tecnologías y emprendimientos digitales para el sector agropecuario de América Latina y el Caribe”* [Oficial]. Opciones de tecnologías/emprendimientos digitales sector agropecuario de América Latina y el Caribe; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://hdl.handle.net/11324/22500>
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., and Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Kimiti, J. M., Odee, D. W., and Vanlauwe, B. (2009). Area under grain legumes cultivation and problems faced by smallholder farmers in legume production in the semi-arid Eastern

- Kenya. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 11(4), 305-315. <http://repository.seku.ac.ke/xmlui/handle/123456789/279>
- Leso, B. H., Enrique, D. V., and Peruchi, D. F. (2022). O papel do ecossistema de inovação para desenvolver uma agricultura inteligente. *Exacta*, 20(1), Article 1. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.17362>
- Mishra, A., Alzoubi, Y. I., and Gavrilovic, N. (2024). Quality attributes of software architecture in IoT-based agricultural systems. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100523. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100523>
- Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., and Sabbar, Y. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3), 102509. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>
- Morchid, A., Et-taibi, B., Oughannou, Z., Alami, R. E., Qjidaa, H., Jamil, M. O., Boufounas, E.-M., and Abid, M. R. (2025). IoT-enabled smart agriculture for improving water management: A smart irrigation control using embedded systems and Server-Sent Events. *Scientific African*, 27, e02527. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02527>
- Morchid, A., Marhoun, M., El Alami, R., and Boukili, B. (2024). Intelligent detection for sustainable agriculture: A review of IoT-based embedded systems, cloud platforms, DL, and ML for plant disease detection. *Multimedia Tools and Applications*, 83(28), 70961-71000. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-18392-9>
- Morris, T. F., Murrell, T. S., Beegle, D. B., Camberato, J. J., Ferguson, R. B., Grove, J., Ketterings, Q., Kyveryga, P. M., Laboski, C. A. M., McGrath, J. M., Meisinger, J. J., Melkonian, J., Moebius-Clune, B. N., Nafziger, E. D., Osmond, D., Sawyer, J. E., Scharf, P. C., Smith, W., Spargo, J. T., ... Yang, H. (2018). Strengths and Limitations of Nitrogen Rate Recommendations for Corn and Opportunities for Improvement. *Agronomy Journal*, 110(1), 1-37. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.020112>
- Müller, K., Böttcher, U., Meyer-Schatz, F., and Kage, H. (2008). Analysis of vegetation indices derived from hyperspectral reflection measurements for estimating crop canopy parameters of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Biosystems Engineering*, 101(2), 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.07.004>
- Obaisi, A. I., Adegbeye, M. J., Elghandour, M. M. Y., Barbabosa-Pliego, A., and Salem, A. Z. M. (2022). Natural Resource Management and Sustainable Agriculture. En M. Lackner, B. Sajjadi, and W.-Y. Chen (Eds.), *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation* (pp. 2577-2613). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72579-2_133

- Olf, H.-W., Blankenau, K., Brentrup, F., Jasper, J., Link, A., and Lammel, J. (2005). Soil- and plant-based nitrogen-fertilizer recommendations in arable farming. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 414-431. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520526>
- Parra-López, C., Ben Abdallah, S., Garcia-Garcia, G., Hassoun, A., Sánchez-Zamora, P., Trollman, H., Jagtap, S., and Carmona-Torres, C. (2024). Integrating digital technologies in agriculture for climate change adaptation and mitigation: State of the art and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 226, 109412. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109412>
- Raun, W. R., Solie, J. B., Johnson, G. V., Stone, M. L., Mullen, R. W., Freeman, K. W., Thomason, W. E., and Lukina, E. V. (2002). Improving Nitrogen Use Efficiency in Cereal Grain Production with Optical Sensing and Variable Rate Application. *Agronomy Journal*, 94(4), 815-820. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.8150>
- Reau, R., Wagner, D., Palleau, J., Borin, M., and Sattine, M. (1994). *End of winter diagnosis: Winter rapeseed (Brassica napus) and nitrogen fertilization*. 220-221. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19960710742>
- Rodríguez, M., y Montilla Rodríguez, J. P. (2024). *Incidencia del internet de las cosas (IOT) en el sector agropecuario Colombiano en los últimos años* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/64212>
- Sotomayor, O., Ramírez, E., y Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina* (Oficial LC/TS.2021/65; p. 198). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/787ce64b-7f95-4a27-aad9-0a3dc9a3bb70/content>
- Srisruthi, S., Swarna, N., Ros, G. M. S., and Elizabeth, E. (2016). Sustainable agriculture using eco-friendly and energy efficient sensor technology. *2016 IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology (RTEICT)*, 1442-1446. <https://doi.org/10.1109/RTEICT.2016.7808070>
- Sujay Vailshery, L. (2024). *Topic: Internet of Things (IoT)* [Tecnología y comunicaciones]. Statista. <https://www.statista.com/topics/2637/internet-of-things/>

ACTITUD DE LOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS HACIA EL USO DE HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN LA COMUNIDAD DE OBONTICO DEL ESTADO YARACUY

Nelcar Senobia Duran Díaz ¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Venezuela; e-mail: nelcarduran1608@gmail.com, ORCID: [https:// orcid.org/0009-0004-2552-2806](https://orcid.org/0009-0004-2552-2806)

* Autor de correspondencia

Recibido: 27/03/2025; **Aceptado:** 12/05/2025; **Publicado:** 30/06/2025

RESUMEN

Con base a las experiencias desarrolladas en la comunidad de Obontico, se estudió la actitud de los productores agrícolas hacia el uso de herramientas biotecnológicas. La muestra estuvo conformada por 15 productores de la comunidad, pertenecientes al municipio, La Trinidad del estado Yaracuy (Venezuela). El instrumento utilizado fue una encuesta elaborada en base a la escala de Likert considerando aspectos cognitivos, conductuales y afectivos en el contexto biotecnológico. Los resultados mostraron que los productores, manejan con

claridad términos biotecnológicos. Así como el 90% otorga importancia a las herramientas biotecnológicas emergente, coincidiendo en que es viable arriesgarse a sembrar nuevos materiales biotecnológicos, siempre que se considere el cuidado al ambiente. De igual manera, expresan una actitud favorable hacia la posibilidad de incorporar herramientas biotecnológicas en sus sistemas de producción.

Palabras clave: Biotecnología, semilla, actitud, percepción, producción.

ATTITUDE OF AGRICULTURAL PRODUCERS TOWARDS THE USE OF BIOTECHNOLOGICAL TOOLS IN SEED PRODUCTION IN THE OBONTICO COMMUNITY OF YARACUY STATE

ABSTRACT

Based on the experiences developed in the community of Obontico, the attitude of agricultural producers towards the use of biotechnological tools was studied. The sample was made up of 15 producers from the community, belonging to the municipality, La Trinidad, Yaracuy state (Venezuela). The instrument used was a survey prepared based on the Likert scale considering cognitive, behavioral and affective aspects in the biotechnological context. The results showed that

producers clearly handle biotechnological terms. Likewise, 90% give importance to emerging biotechnological tools, agreeing that it is viable to risk planting new biotechnological materials, as long as caring for the environment is considered. Likewise, they express a favorable attitude towards the possibility of incorporating biotechnological tools into their production systems.

Keywords: Biotechnology, seed, attitude, perception, production

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos tecnológicos derivados de la actividad científica causan formidables avances en el conocimiento, que han transformado de forma positiva el modo de vida de comunidades entorno a la salud, la alimentación, la producción, la educación y las comunicaciones. Sin embargo, estos avances tecnológicos han sido utilizados con fines nocivos, para la creación de armas de destrucción masiva, o han originado desastres ambientales de grandes magnitudes: calentamiento del planeta, lluvia ácida, desertificación, por nombrar apenas algunos males que afectan a la humanidad toda por el mal uso de estas herramientas biotecnológicas.

La Biotecnología se ha convertido en un desarrollo de gran impacto y cuestionamiento a nivel mundial, donde los medios de comunicación, como soporte para la comunicación científica, juegan un papel importante en la difusión de la información. En Venezuela, el Instituto de Estudios Avanzados (IDEA) viene trabajando, desde 2002, en la constitución de redes nacionales e internacionales para estudios de percepción pública de la biotecnología, con fines de educación y divulgación (Ferrer, 2009). Por otra parte el Ministerio de Ciencia y Tecnología publicó en 2005 los resultados de la Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia, Cultura Científica y Participación Ciudadana (Cruces y Vessuri, 2005) al cual califican como una primera exploración de la cultura científica en Venezuela, entendiendo ésta como la

convergencia de tres corrientes de análisis: los estudios de percepción pública de ciencia y tecnología, los de cultura científica y los de participación ciudadana.

El mejoramiento genético ha avanzado considerablemente en las últimas décadas y va de la mano de la biotecnología, debido a una serie de descubrimientos que se inician con la identificación del ADN y la transformación del mismo lo cual ha permitido una revolución en las ciencias biológicas, que han acelerado no sólo el entendimiento de los procesos celulares, sino que han proporcionado las herramientas a la biotecnología moderna para la producción de bienes y servicios.

La ingeniería genética aplicada a los cultivos de importancia económica contribuye al mejoramiento genético convencional, con la generación de especies con características novedosas como resistencia a herbicidas e insectos (James, 2003) a nivel mundial el área global de cultivos transgénicos aumentó considerablemente en 189 millones de hectáreas en el 2017.

En tal sentido, la producción de organismos genéticamente modificados (OMG) en agricultura ha generado diversidad de opiniones en la comunidad mundial, en cuanto a su uso y aceptación (Priest, 2000). El estudio internacional más amplio sobre las percepciones del público acerca de la biotecnología es una encuesta realizada a unas 35 000 personas de 34 países de África, Asia, las Américas, Europa y Oceanía por Environics International (2000). Se

preguntó a 1 000 personas de cada país en qué medida estaban de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación: *“Los beneficios de utilizar la biotecnología, para crear cultivos alimentarios modificados genéticamente que no requieran plaguicidas y herbicidas químicos, son mayores que los riesgos”*.

Las respuestas a esta afirmación muestran diferencias importantes por regiones, las personas de países con ingresos más altos tienden a ser más escépticas sobre los beneficios de la biotecnología y a preocuparse más por los riesgos potenciales, si bien hay excepciones a esta norma. La aceptabilidad de la biotecnología para la producción de alimentos, sobre todo desde un punto de vista ético, reposa en que se garantice una serie de requisitos y se protejan valores ampliamente compartidos.

Las actitudes del público con respecto a la biotecnología son muy importantes para determinar la amplitud de la adopción de las técnicas de ingeniería genética en la alimentación y la agricultura. Se ha estudiado ampliamente la opinión pública en Europa y América del Norte, pero no tanto en otros países, y los datos comparables internacionalmente son muy limitados.

En cuanto a la percepción universitaria sobre el tema de la biotecnología, hay estudios sobre la Universidad Central de Venezuela y la Universidad del Zulia (Díaz y Michelangeli, 2004). Asimismo, Malacarne y Michelangeli (2003) y Malacarne (2004) realizaron una encuesta que arrojó como resultados que en Venezuela se conoce muy poco sobre

biotecnología, pero que los ciudadanos exigen mayor información sobre el tema, así como su decodificación en un lenguaje accesible. El trabajo realizado por Malacarne y Michelangeli (2003), consistentes en encuestas realizadas a una muestra de 200 investigadores asistentes a dos congresos científicos, donde solo el 31% de los consultados respondió a la encuesta, aduciendo complejidad o mala formulación del mismo. El 81% de los que respondieron la encuesta expresó su acuerdo con la biotecnología moderna y sus productos, aunque demostró desconocimiento y desconfianza con respecto a los organismos que regulan la materia.

En tal sentido, en esta investigación se planteó conocer el grado de conocimiento de la población sobre temas vinculados con la biotecnología, con el objetivo de investigación describir la actitud de los productores agrícolas hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy. Por lo antes mencionado se estableció como propósito describir la actitud de los productores agrícolas hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la producción de semilla en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy. Así como, examinar el grado de conocimiento de los productores agrícolas en el área biotecnología vegetal en una muestra poblacional y determinar la posición de los productores agrícolas en el área biotecnológica vegetal en una muestra poblacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Esta investigación se realizó en la

comunidad de Obontico, municipio La Trinidad, del estado Yaracuy, Venezuela. La población de estudio estuvo conformada por 50 productores, con una muestra representativa aleatoria del 30 % correspondiente a 15 productores.

El ensayo se estableció en tres fases: la primera fase correspondió a la información general de los productores en relación a sexo, edad, nivel de instrucción, experiencia en el área agrícola aunado a un diagnóstico participativo a través de una lluvia de ideas vs. debate donde se establecieron tres momentos interrogativos ¿qué es? ¿Qué espera? ¿Está dispuesto? La II fase correspondió a la aplicación de la encuesta y sistematización de la información. En la última fase se estableció la socialización de la información procesada.

Para el estudio se estableció un instrumento (encuesta) tipo escala de Likert (1932), el cual estuvo conformado por cuatro (4) datos personales y 15 preguntas distribuidas en 5 para actitud cognitiva, 5 de actitud conductual y 5 de actitud afectiva. Además, se incorporaron 5 preguntas para representar la importancia que el productor maneja en área biotecnológica. Cada ítem estuvo conformado de cuatro posibles respuestas (categorías) siguiendo el criterio establecido por Hernández *et al.* (2003) y su modificación en el año 2005.

Cuadro 1. Categorías de evaluación empleadas en el instrumento tipo encuesta.

Categorías	Actitud
Totalmente de acuerdo	Altamente favorable

De acuerdo	Favorable
Indeciso	Indiferente
En desacuerdo	Desfavorable

Fuente: Hernández *et al.* (2003).

Análisis estadístico

El instrumento fue sometido a la validez del contenido, utilizando la técnica de juicio de experto, para lo cual se consultaron tres profesionales del área temática. A los cuales se les entregó un modelo del instrumento diseñado para el estudio, con el propósito que evaluara cada ítem establecido para cada dimensión y su relación con sus objetivos, su congruencia y claridad en la redacción. Posterior a las correcciones se elaboró el instrumento definitivo. Aplicando como prueba estadística el coeficiente de *Alpha* de *Cronbach* (Oviedo y Campo, 2005) para dar mayor confiabilidad al instrumento, se obtuvo un resultado de 0,90 lo que indica una alta confiabilidad. Para el análisis de las categorías y las actitudes se consideró un estudio de frecuencia y el cálculo porcentual y promedio de cada uno de los eventos evaluados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis estadístico

Los estadísticos descriptivos indicaron la relación del cuadro 1 en sintonía con la información general de los productores (Cuadro 2). Se observó que el 90 % de los productores pertenece al género masculino y que solo un 10 % por ciento pertenece al género femenino. En esta comunidad el trabajo en el área agrícola se delega en mayor porcentaje al género masculino. Con relación a la edad se observó que el 80% de los productores están en un promedio de edad entre

menores de 40 años y 50 años haciendo una masa de trabajo activo para la comunidad, mientras que solo el 20 % corresponde a mayores de 50 años. Sin embargo, esta condición podría incidir en la adopción de tecnología vinculada al ámbito biotecnológico.

En cuanto al nivel de instrucción el 50% realizó estudios hasta el nivel de primaria, otro 35% secundaria, y solo el 10 % posee estudio de educación superior. Un 5 % el nivel de instrucción académico es nulo (ninguno). De acuerdo a estudios adicionales se pudo verificar que el 10%

que posee estudio a nivel superior no están relacionados con perfil del área agrícola. Esto podría influir en el nivel de adopción de tecnología. Sin embargo, hay autores que afirman que el nivel de instrucción no debería ser vinculante a la adopción de estas tecnologías si no el tema cultural. La experiencia es similar en las categorías de mayor de 25 años y entre 5 y 25 años para ambos casos se presenta un 45% sumando un total de 90%, dejando así solo un 10% con años de experiencia menor a los 5 años (Cuadro 2).

Cuadro 2. Información general de los productores de la comunidad Obontico del municipio, La Trinidad, estado Yaracuy.

Variables	Categorías ¹	%
Sexo	M	90
	F	10
Edad	Mayor de 50 años	20
	Entre 40 y 50 años	41
	Menor de 40 años	39
Nivel de instrucción	P	50
	S	35
	Su	10
	N	5
Experiencia	Mayor de 25 años	45
	Entre 5 y 25 años	45
	Menor a 5 años	10

¹ P: primaria S: secundaria Su: superior N: Ninguna; M: masculino; F: femenino

Según Pérez *et al.* (1997), cuando el agricultor tiene más años de experiencia en el sector agrícola es más tendente la adopción de nuevas tecnologías. Los años de experiencia le proporcionan habilidad y destreza en el campo agrícola, así como capacidad de análisis empírico (Betancourt y Pulido, 2006).

Diagnostico participativo

El diagnóstico participativo a través de la técnica de lluvia de ideas permitió conocer el nivel de conocimiento y el manejo de términos biotecnológicos en la comunidad. En el momento correspondiente a las interrogantes ¿qué es? existen más dudas e inquietudes entorno al concepto de ADN/planta transgénica, gen. Para el caso de términos de biotecnológica e ingeniería genética se realizó un constructor del término de forma más fluida porque se maneja más

la información lo cual alegan que se realiza a través de medios de comunicación televisivos, periódicos nacionales, radios comunitarias. En el tercer momento, surgieron diversas inquietudes y un amplio debate en cuanto a consumir y producir organismos genéticamente modificados (OGM). Sin embargo, hubo una aceptación positiva cuando se planteó si estaban dispuestos en participar en actividades vinculadas a biotecnologías (talleres, charlas, elaboración de biosinsumos, entre otras) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de preguntas empleadas en el diagnostico participativo

¿Qué es?	¿Qué espera?	¿Esta dispuesto a?
Biología	Biología agrícola	Consumir OGM
Ingeniería genética	Sean seguros para la salud y el medio ambiente	Producir OGM
Un gen	Comercialización y consumo	Aplicar labores biotecnológicas
ADN/Planta transgénica	Productividad y calidad de los cultivos	Romper esquemas de agricultura tradicional
Bioseguridad	Alimentos más nutritivos	Participar en actividades biotecnológicas

Actitud cognitiva, conductual y afectiva

En cuanto a la actitud cognitiva de los productores hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy, los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 4.

En el cuadro indicado se observa que existe un porcentaje de aceptación favorable, destacando las preguntas 3, 2, 1, con porcentajes de 90, 85, y 75 % para cada caso. Sin embargo, el items número 4 solo obtuvo un 10% aceptabilidad.

Cuadro 4. Actitud cognitiva de los productores hacia el uso de herramientas biotecnológicas en la comunidad de Obontico del estado Yaracuy.

Ítem	TDA ¹	DA	I	D
¿Utilizaría herramientas de Biotecnología para producción de semilla?	75	12	4	9
¿Recibiría asesoría de Ingeniería genética?	85	-	-	15
¿Se deben evitar la introducción de gen en plantas?	90	5	5	-
¿Sembraría ADN / Planta transgénica?	10	55	20	15
¿Sembraría si se establecen medidas de Bioseguridad para usted y el ambiente?	35	55	10	-
Promedio	59	25.4	7.8	7.8

¹ TDA (Totalmente de acuerdo) DA (de acuerdo), I (indeciso) D (en desacuerdo).

El 7,8 de los productores involucrados en las encuestas realizadas presentó una actitud indiferente otro 7,8% en promedio está en totalmente desacuerdo con los ítems formulados, los sintetiza que el 15,6% de los productores involucrados tiene una actitud altamente desfavorable. Sin embargo, las actitudes se presentan de forma porcentual más positiva observándose altamente favorable con un 59% y favorable con 25,4 % lo que representa un total de aceptación de 84,4%. Es decir, adoptan una posición objetiva hacia el uso de herramientas biotecnológicas.

CONCLUSIONES

- Se representa que más de la mitad de los productores maneja términos biotecnológicos.
- El 90% de los productores de la comunidad de Obontico le otorga

importancia a las herramientas biotecnológicas emergente como base fundamental para la producción de semilla

- Los productores coinciden en que es viable arriesgarse a sembrar nuevos materiales biotecnológicos, siempre que se considere el cuidado al ambiente.
- Los productores de la comunidad de Obontico expresan una actitud favorable hacia la posibilidad de incorporar herramientas biotecnológicas en sus sistemas de producción y multiplicación de semilla

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y la comunidad activa los productores de Obontico del Municipio La Trinidad.

REFERENCIAS

- Betancourt, P., y Pulido, P. (2006). Actitud de los agricultores hacia el manejo y conservación del suelo y agua en dos comunidades rurales del Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 18(3), 155-161.
- Cruces, J.M. y Vessuri, H. (2005). Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia, Cultura Científica y Participación Ciudadana. <https://www.oncti.gob.ve/wp-content/uploads/2023/12/pirmera-encuesta-de-percepcion-publica-Venezuela-2004.pdf>
- Díaz, L. y Michelangeli, C. (2004). Percepción pública de la biotecnología moderna en dos universidades venezolanas. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. UCV.
- Ferrer E., Argelia. (2009). Percepción pública de la biotecnología agrícola en la ciudad de Mérida, Venezuela. *Agroalimentaria*, 15(28), 67-89. Recuperado en 16 de mayo de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542009000100008&lng=es&tlng=es.
- Hernández, S.R., Fernández, C. y Baptista, L.P. (2003). Metodología de la Investigación. 3ª edición. McGraw-Hill. México.
- James, C. (2003). Preview-global status of commercialized transgenic crops. (ISAAA Briefs No 30). Consultado octubre 2019, http://www.isaaa.org/CBT/News/press_release/briefs30/es_b30.pdf.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 140: 1-55.
- Malacarne, F. (2004). Proyecto BID-Fonacit II: Percepción Pública, educación y divulgación de la biotecnología moderna. Mimeo.
- Malacarne, F. y Michelangeli, C. (2003). Percepción pública de la biotecnología moderna en Venezuela. Resultados de una encuesta flash. Resumen. En: Memorias del Encuentro Nacional 2003 Red de Biotecnología Agroalimentaria. RED BIO/FAO, Venezuela.
- Oviedo, H.C. y Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. Retrieved June 02, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009&lng=en&tlng=es
- Pérez, O., Ramírez, O., Hilje, L. y Karremans, J. (1997). Potencial de adopción de dos opciones tecnológicas de manejo integrado de plagas (MIP) aplicando tres técnicas de extensión con productores de tomate en el Valle Central Occidental, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 43:19-30.
- Priest, S.H. (2000). US public opinion divided over biotechnology? *Nat. Biotechnol.* 18: 939-942.

ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA EN EL SECTOR GUARATARO MUNICIPIO SAN FELIPE, ESTADO YARACUY

Eliasca Maruja Jiménez^{1*}, Carlos Alberto Morán Aranguren²

¹ Universidad Nacional Experimental "Simón Rodríguez" (UNESR), San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela; e-mail: eliasmj2110@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7331-5198>

² Universidad Nacional Experimental "Simón Rodríguez" (UNESR), San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela; e-mail: carlosmoran28@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2640-6795>

* Autor de correspondencia

Recibido: 24/02/2025; **Aceptado:** 28/05/2025; **Publicado:** 30/06/2025

RESUMEN

Los principales problemas que confronta la ganadería bovina del estado Yaracuy en los últimos años ha sido la disminución de la producción y la rentabilidad del sector, así mismo ha disminuido la aplicación de prácticas ganaderas, entre ellas: los registros de producción, los planes sanitarios, el manejo de potreros, el manejo del ordeño y de la leche; La baja disponibilidad de pastos, forrajes, alimentos. La presente investigación tuvo como propósito analizar los sistemas de producción bovina en el sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy. El trabajo estuvo enmarcado en el enfoque del paradigma positivista cuantitativo, concebido como un estudio de carácter descriptivo y apoyado en un diseño de campo no experimental. Se utilizó una muestra censal de 15 unidades de producción, la información se

recopiló mediante una encuesta como instrumento, elaborándose una base de datos para un análisis estadístico descriptivo. Estos valores se registraron en tablas y figuras gráficas para su mejor comprensión. El 90 % de las unidades de producción tuvo como principal actividad productiva la ganadería de leche y un sistema semintensivo del 100 %, en el manejo sanitario se evidenció que existe un bajo porcentaje de productores que realizan vacunaciones y diagnóstico de laboratorio, en cuanto al manejo nutricional se establece el pastoreo rotacional y la suplementación con sal melaza y mineral, existe poca atención al manejo reproductivo, debido a la ausencia de registros resaltando el método de monta natural.

Palabras clave: Análisis integral, Sistemas de Producción Bovina, ganadería, producción, ganadería bovina.

INTEGRAL ANALYSIS OF BOVINE PRODUCTION SYSTEMS IN THE GUARATARO SECTOR, SAN FELIPE MUNICIPALITY, YARACUY STATE

ABSTRACT

The main problems faced by cattle raising in Yaracuy state in recent years have been the decrease in production and profitability of the sector, as well as the decrease in the application of cattle raising practices, among them: production records, sanitary plans, paddock management, milking and milk management; low

availability of pasture, forage and food. The purpose of this research was to analyze the bovine production systems in the Guarataro sector in the municipality of San Felipe, Yaracuy state. The work was framed in the approach of the quantitative positivist paradigm, conceived as a descriptive study and supported by a non-experimental field design. A census sample of 15 production units was used, the information was

collected by means of a survey as an instrument, and a database was prepared for a descriptive statistical analysis. These values were recorded in tables and graphical figures for better understanding. Ninety percent of the production units had dairy cattle as their main productive activity and a semi-intensive system of 100 %, in the sanitary management it was evidenced that there is a low percentage of producers who perform vaccinations and laboratory diagnosis, in

INTRODUCCIÓN

En el sector ganadero nacional, en los últimos años, se han generado importantes cambios y expectativas, debido a la apertura de mercados en Europa, Corea, Japón y México, entre otras. Esto, como consecuencia de los Tratados de Libre Comercio firmados por nuestro país, que han producido un factor dinamizador de las exportaciones bovina, situación que hace unos años atrás era poco probable. Debido a esto, se ha producido circunstancias cambiantes en el mercado nacional, reflejando entre otros factores, la seguridad alimentaria, la nutrición, el alivio de la pobreza, y el crecimiento económico.

Los sistemas de producción no consisten en explotaciones agrícolas homogéneas, son muy diversas con diferentes características físicas, socioeconómicas o tecnológicas. El conocimiento de los mismos debe partir de una descripción de los tipos de explotación existentes, tradicionalmente se ha definido con un criterio único de agrupaciones pequeñas, medianas y grandes, de allí que, los sistemas de producción son el desarrollo de tecnologías que los productores puedan utilizar para mejorar su bienestar y el de su país. Por eso es sumamente importante entender el enlace generación - transferencia.

terms of nutritional management, rotational grazing and supplementation with molasses salt and mineral is established, there is little attention to reproductive management, due to the absence of records highlighting the natural mating method.

Keywords: Integral analysis, bovine production systems, cattle raising, production, bovine cattle raising.

Esta referencia implica que se deben realizar un diagnóstico a los productores de las unidades de producción, en cuanto a estructura y procesos tecnológicos, con la firme idea de brindar y permitir generar información que garantice la producción con sus conflictos, limitaciones y potencialidades en cuanto a la explotación de carne y leche a los mercados internos y externos más exigentes, en relación a calidad y sanidad. Esto debe visualizarse como un sistema, porque su conducta productiva no puede ser deducible de sus partes separadas sino de sus interrelaciones Capriles *et al.*, 2001). Todo sistema está constituido por una estructura y un funcionamiento; la estructura la constituyen los componentes y la función se refiere a los procesos internos de los sistemas de producción integrales que permiten transformar la producción de carne y leche, mediante la racionalidad económica de los productores y su intencionalidad productiva, estructural y tecnológica; así como la variabilidad existente en forma ordenada y sistemática; por tanto, para mantenerlo activo, es significativa la persistencia y tenacidad de los productores, los cuales explotan sus rebaños, tomando como uno de los aspectos relevantes a considerar en la utilización de sus fincas, el manejo del recurso animal que

garantice su eficacia aún en condiciones poco beneficiosa (Arteaga *et al.*, 2015).

La ganadería bovina con orientación productiva de doble propósito es un sistema tradicional encaminado a la producción de carne y leche al mismo tiempo, siendo un sistema que se avanza con animales mestizos derivados a partir de cruces de razas bovinas como el cebú (*Bos indicus*) y razas lecheras como Holstein, normando y pardo suizo (*Bos taurus*). Se encuentra principalmente en los trópicos bajos. La terminología que se le atribuye a estos sistemas de producción al denominarlos como doble propósito, Pérez *et al.* (2003), Esto se debe a que tienen que producir dos productos al mismo tiempo.

La cadena de valor del ganado vacuno es muy importante en la producción agrícola y agroindustrial del país. Es una de las principales actividades del sector agrícola, gracias a su aporte a la oferta de productos cárnicos y su participación en la balanza comercial del país. Su relevancia trasciende a las restante especies, debido a los patrones culturales de consumo de los diferentes productos cárnicos, la carne de bovino es el eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes.

Por otra parte, un sistema de producción bovina se caracteriza en primer lugar por el propósito que persigue, es decir si busca la producción de leche, carne, pie de cría, becerros de engorda para el mercado nacional o extranjero” (p. 45). Este objetivo obliga al ganadero a criar ciertos tipos de ganado que serán más beneficiosos para sus metas. Los principales tipos de ganado son: ganado

cebuíno (*Bos indicus*), ganado europeo (*Bos taurus*) y sus innumerables cruces. Un tercer factor que influye de manera significativa en un sistema de producción es la alimentación y los diferentes compuestos hormonales o promotores del crecimiento usado (Garzón y Suqitana, 2016; Pérez *et al.*, 2003).

En tal sentido, se hace fundamental en el logro de procesos de producción que se internalicen los costos ambientales para minimizar la pérdida de recursos y la degradación ambiental. Si bien es fundamental elevar la productividad, es indispensable para la sustentabilidad mantener un equilibrio entre la práctica económica, la tecnología y la agroecología, por ello se debe lograr un cambio de actitud para mejorar el ambiente y en consecuencia la calidad de vida (Leff, 2002).

Indudablemente que la actividad productiva y la ganadería, basada en explotaciones con vacas mestizas o de cruces no definidos de *Bos indicus* y *Bos taurus*, está influenciada por una estacionalidad en el régimen de precipitaciones que condiciona la producción de biomasa y nutrientes a partir de los pastos existentes y de recursos agrícolas fibrosos de bajo valor nutritivo requeridos para una producción sostenible en el año. De esta manera, Domínguez *et al.* (2014) refieren que “un sistema de clasificación de fincas debe ser capaz de recoger la diversidad de la estructura, el funcionamiento y la dinámica de las unidades de producción” (p. 26). Por lo tanto, necesita ser capaz de abarcar la variedad en la estructura, el funcionamiento y la dinámica de las unidades productivas un peso igual o

constante a cada tipo de variable asociada a cada posible tipo de sistema agrícola. Desde esta perspectiva, el sistema de producción agropecuario, así como el retorno económico, el balancear y optimizar la producción debe ser con equidad social, igualdad, viabilidad financiera y conservación de los recursos naturales (Domínguez *et al.*, 2015). De allí, que es evidente la influencia de la relación entre los sistemas de finca y sus entornos.

Al respecto, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2018), en el plan de desarrollo ganadero del estado de Yaracuy; indica que la producción ganadera bovina del estado Yaracuy, se ubica aproximadamente en 210.291 reses distribuidas en 3217 unidades de producción a través de los 14 municipios del estado. Así mismo, parafraseando lo planteado por dicho instituto mencionado anteriormente señala, que Geográficamente, las zonas más representativas son: el eje de los municipios Bolívar, Manuel Monge, la parte norte del municipio San Felipe y Veroes, con un 61% del total de la entidad; Bolívar, el municipio Nirgua con un 12%; y, zonas localizadas en los municipios Peña y Bruzual.

Entre los principales problemas que confronta la ganadería bovina del estado Yaracuy se registra la caída de la producción y rentabilidad del sector, por lo que ha disminuido la aplicación de prácticas ganaderas, entre ellas: los registros de producción, los planes sanitarios, el manejo de potreros, el manejo del ordeño y de la leche; la baja disponibilidad de pastos, forrajes y

alimentos en las unidades de producción; y, la escasa organización y formación de los productores (Borges, *et al.*, 2013). Por otro lado, la baja presencia y desarticulación de la acción de la instituciones pública y privada, la escasez de información relacionada con el manejo de la producción ganadera ocasiona ineficiencias en los arranques para la implementación de las políticas y planes para la sostenibilidad de los sistemas de producción, dificultando la posibilidad de alcanzar los resultados esperados.

Esta situación pone en riesgo a la seguridad alimentaria del Estado y el crecimiento económico como fruto del desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias que caracterizan este sector, debido a que los pastos y semillas a pesar de ser las formas más económicas de alimentación por si solos no llenan completamente los requerimientos nutricionales de animales en crecimiento, lo que origina una alimentación deficiente y por consiguiente, el progreso lento de estos animales, igual que el alto costo de mantenimiento de animales improductivos dentro del rebaño, en base a una variable altamente sensible y fundamental en los coeficientes del sistema de producción.

En este contexto, esta investigación tuvo como propósito fundamental el análisis de los sistemas de producción bovina en el sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy; haciendo énfasis en la descripción de los sistemas de producción bovina en el sector Guarataro; en la clasificación de los sistemas de producción bovina, y en el conocimiento de los niveles tecnológicos de los sistemas de producción bovina en la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector Guarataro del municipio San Felipe, estado Yaracuy, entre las coordenadas Latitud 10,54407° o 10° 32' 39" norte; Longitud -68,72403° o 68° 43' 27" oeste (Figura 1). La comunidad de

guarataro es una zona agrícola donde los habitantes tienen siembras de cultivos, cría de animales, aves para el autoconsumo de las familias y ventas de los huevos a las personas de la zona; cuentan con viviendas rurales o autoconstrucción, que tienen altas extensiones de terrenos.

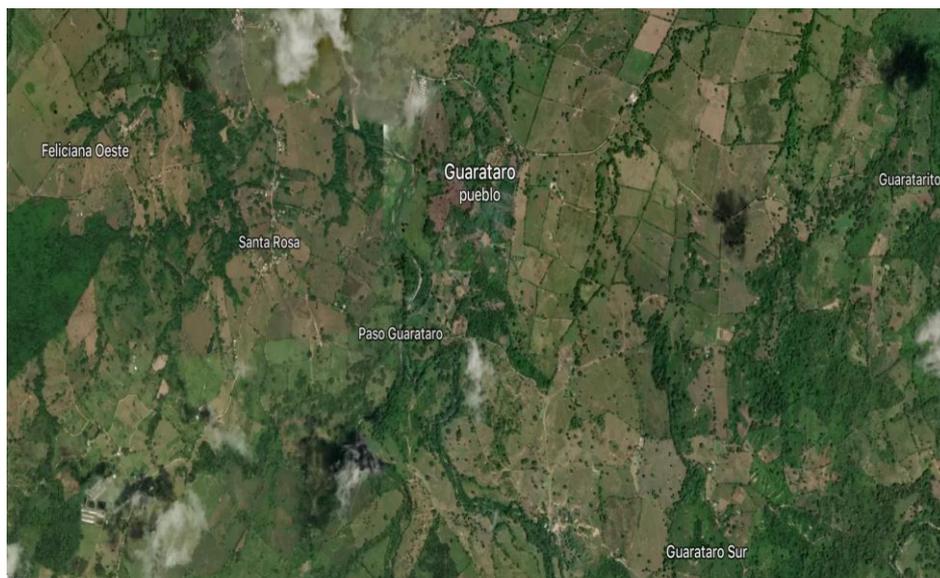


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad de Guarataro, en el municipio San Felipe, estado Yaracuy, Venezuela

Población y Muestra

La población de la investigación en cuestión estuvo determinada por 15 unidades de producción bovina, ubicadas en el sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy. En cuanto a la muestra, se tomó el cien por ciento (100%) de la población. La muestra es censal la cual quedó conformada por 15 unidades de producción bovina (Hernández *et al.*, 2010).

Procedimientos y Técnicas de Investigación para la recolección de los datos.

La técnica utilizada en esta investigación

para la recolección de datos en las unidades de producción fue la encuesta. En cuanto al instrumento de recolección de datos se utilizó el cuestionario (Ruíz, 2003; Arias, 2013), el cual estuvo conformado por doce (12) Ítems en escala tipo likert, encontrándose en ella una serie de alternativas para cada categoría: S: Siempre, CS: Casi Siempre, CN: Casi Nunca, N: Nunca, que dio respuesta a los objetivos del estudio (Ramírez, 2009; Arias, 2013).

Validez y Confiabilidad

El instrumento fue sometido a una validación de contenido a través de un

juicio de tres (3) expertos, quienes aportaron las observaciones convenientes para mejorar el contenido del mismo. Por otra parte, a través del instrumento de validación, se revisaron aspectos como: claridad, precisión, pertinencia y coherencia; planteados en el formato de validación, con su respectiva solicitud en función de los objetivos de la investigación.

Para evaluar la confiabilidad, se seleccionó, el Coeficiente de Confiabilidad Alpha – Cronbach, el cual es empleado en caso de que las escalas presenten ítems de varias alternativas> Este coeficiente se interpreta de manera muy similar al Coeficiente de Correlación, es decir, que el mismo puede oscilar entre los límites -1 y +1, en algunos análisis pueden obtenerse valores negativos y en la mayoría de los casos su valor es positivo (Ruiz, 2003).

La comprobación de confiabilidad del instrumento que se aplicó a la prueba piloto, la cual se realizó mediante la base de la varianza de los ítems con la siguiente fórmula:

$$a = \frac{k}{k - 1} \left[\frac{1 - \sum si^2}{s^2t} \right] \quad (1)$$

Dónde: **K** es el número de ítems del instrumento; $\sum si^2$ es la sumatoria de la varianza correspondiente a los ítems; y S^2t es la varianza total del instrumento. Una vez aplicada esta fórmula a los datos obtenidos de la prueba piloto, se obtuvieron resultados relacionados con la precisión del instrumento.

Técnica de Análisis de los Datos

La técnica de recolección de datos será el análisis de la encuesta tipo cuestionario aplicado a cada uno de las unidades de producción bovina y se realizará de la forma cuantitativa. En el análisis de los datos se empleó una hoja electrónica de cálculos (*Microsoft – Excel 2010* ®), haciéndose viable el uso de la computadora en esta etapa del análisis, el cual se deriva de la “Estadística Descriptiva”. Este se basó en el uso de cuadros que representan tablas de frecuencia absoluta (**f**) porcentaje (%) y promedios, junto a una representación gráfica donde se contrastan las opiniones, permitiendo así una mejor visión de los resultados, con el propósito de sintetizar lo evidenciado en cuanto a los sistemas de producción bovina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generados mediante la aplicación de los instrumentos diseñados para tal fin, se presentan tomando en cuenta tres (3) grandes aspectos relacionados con los sistemas de producción en la zona de estudio: i) tenencia de la tierra; ii) tiempo de permanencia de los productores en las unidades de producción, y iii) manejo de la superficie de las unidades de producción.

Tenencia de la tierra

En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la tenencia de la tierra en la zona de estudio. En opinión realizada a los productores con respecto a la pregunta Título de Propiedad, se obtuvo que, en la región de estudio, se identificaron tres tipos de tenencia de la tierra, siendo la adjudicación de tierras la

predominante con un 100 %. Esto se ha logrado con la aplicación de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario venezolana, de fecha 13/11/2001, la cual establece las bases del desarrollo rural integral y

sustentable con la finalidad de incrementar la productividad de la tierra, además de la equidad y de la justa distribución de la misma.

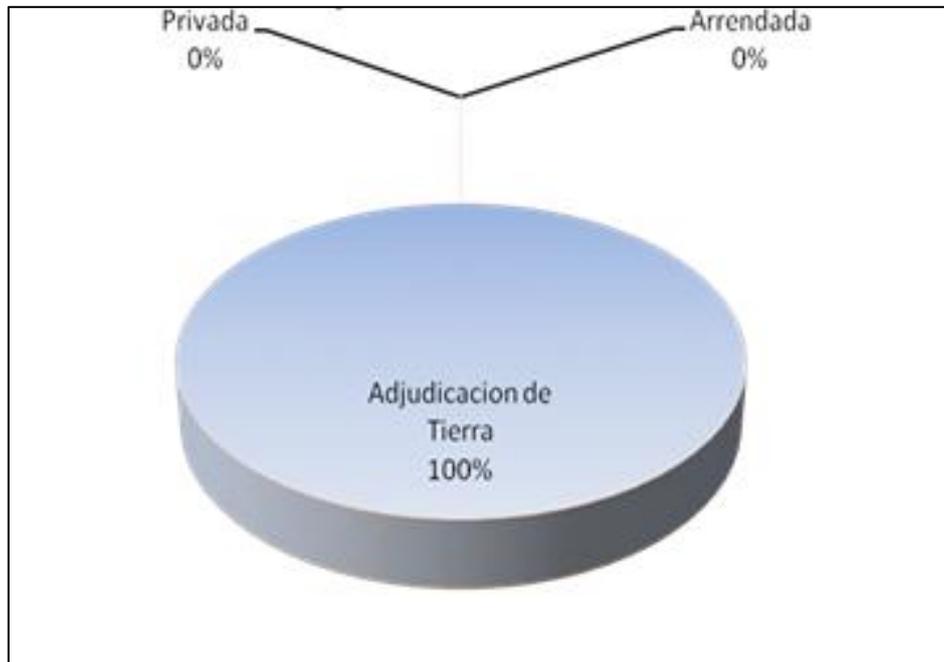


Figura 2. Tenencia de la tierra de los productores de la comunidad El Guarataro

Es importante destacar que “el título de propiedad es un documento legal que certifica la posesión legítima de un bien inmueble, permitiendo a su titular demostrar su propiedad ante las autoridades y en transacciones legales (Cruz, 2010). En este sentido, el marco legal vigente establece mecanismos orientados a fortalecer el desarrollo rural y aumentar la productividad de la tierra, con el objetivo de garantizar la seguridad agroalimentaria, ya que la exigencia productiva de la tierra como condición para mantener la propiedad agraria de la misma pretende como fin último garantizar la seguridad alimentaria de un

colectivo.

Tiempo de permanencia de los productores en las unidades de producción

Los resultados relacionados con el tiempo de permanencia en las unidades de producción se señalan en la figura 3, donde el 40 % de los casos se ubicó en la categoría de 1 a 10 años. Igualmente, en la categoría de 11 a 20 años se obtuvo un 40 % seguidamente en la categoría 21 a 30 años el 10 % y por último en la categoría 31 a 40 años se observó el 10% de experiencia en la actividad ganadera.

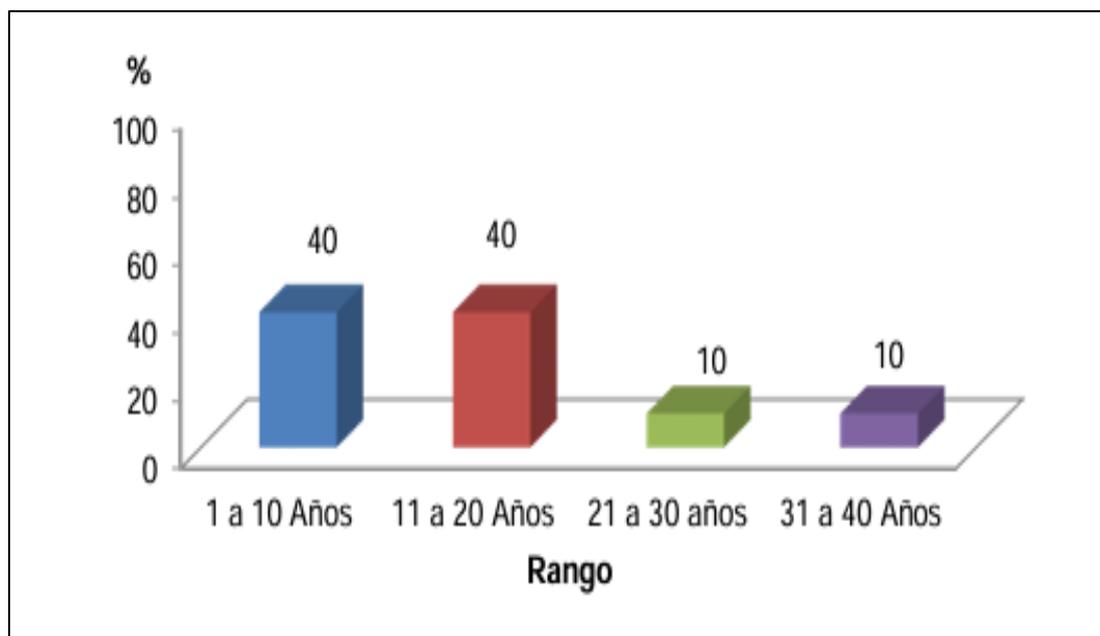


Figura 3. Tiempo de permanencia de los productores en las unidades de producción agrícola.

Al respecto, se puede señalar, que la permanencia en las unidades de producción está vinculada con factores como la productividad, rentabilidad de la tierra y desafíos estructurales que impactan el desarrollo rural. Para, Jaimes *et al.* (2002), la relación del hombre con la tierra no solo influye en la producción agrícola, sino también en el control de los mercados y precios, tanto de insumos como de productos y servicios.

Las diferencias en el tiempo de permanencia dentro de estas unidades productivas reflejan desigualdades en la distribución de bienes e ingresos agrícolas, lo que se vincula con la brecha entre haberes, saberes y poderes en el ámbito rural. Es decir, las disparidades en posesión de recursos, acceso al conocimiento y capacidad de influencia afectan directamente las oportunidades y beneficios derivados del proceso productivo de la tierra.

Manejo de la superficie de las unidades de producción

En cuanto a los resultados relacionados con opinión de los productores sobre el manejo de la superficie de las unidades de producción, se pudo detectar que cerca del 40 % de las unidades de producción poseen menos de 100 ha, mientras que un 30 % se encuentran en un rango de 100 a 150, y otras en una proporción de 30% están en un rango 200 a 250. Por lo tanto, se puede desprender que la superficie productiva de cada unidad corresponde a la extensión total desarrollada en el proceso productivo, pudiendo estar dedicada de manera directa o indirecta a actividades agrícolas y pecuarias (Cuadro 1, Figura 4).

Es pertinente en este mismo aspecto hacer referencia a lo planteado por Velis (2019), al referirse al manejo de las hectáreas en las unidades productivas está determinado por sus potencialidades, incluyendo la vocación agrícola del suelo

y su disponibilidad para cultivos o la cría de animales, tanto menores como mayores. Además, el desarrollo sostenible de estos espacios productivos contribuye al mejoramiento del nivel de vida de la población, generando oportunidades económicas y sociales.

Cuadro 1. Valores descriptivos de la superficie de las diversas unidades de producción de la zona.

<i>ha de la UP</i>	
Media	120,25
Mediana	110
Moda	120
Mínimo	4,5
Máximo	234
Cuenta	10

Fuente: Elaboración propia

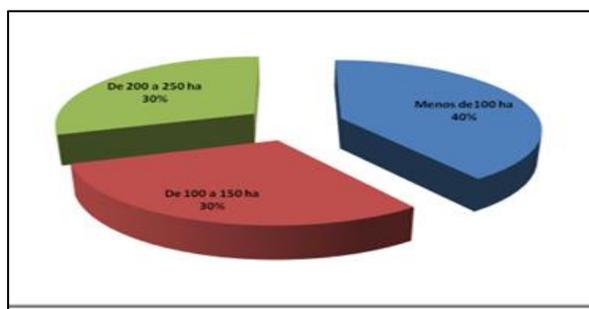


Figura 4. Distribución relativa de la superficie de las unidades de producción evaluadas.

Asimismo, el aprovechamiento estratégico de los recursos productivos permite explorar modelos de desarrollo sostenibles, incluso en un contexto de integración binacional, mediante la implementación de acciones y programas que favorezcan el crecimiento mutuo de las regiones involucradas.

La ganadería bovina desempeña un papel fundamental en el desarrollo agrícola, proporcionando productos esenciales para la alimentación y

generando beneficios económicos y sociales para las comunidades rurales. En el municipio San Felipe, estado Yaracuy, la eficiencia en la gestión de los recursos disponibles determina el éxito de la explotación de carne y leche, lo que resalta la necesidad de un análisis integral de los sistemas de producción bovina en la región. Razón ésta que este sector productivo no solo se enmarca dentro de la economía local, sino que también contribuye al desarrollo social, impulsando sistemas agrícolas enfocados en el beneficio colectivo. Así, la ganadería debe orientarse a garantizar el suministro de alimentos a costos razonables, alejándose de criterios meramente rentistas o mercantilistas.

Por consiguiente, González (2021) alude que los ganaderos se enfrentan a un proceso complejo de adaptación al cambio climático, sobre todo, al momento de implementar nuevas prácticas que sean sustentables y la falta de organización entre los ganaderos y las autoridades pertinentes que ofrezcan recursos alternos. No obstante, Jácome (2021) exterioriza que el poco desarrollo de las ganaderías está relacionado con la ausencia de controles sanitarios y la falta de conocimiento en cuanto al correcto manejo técnico de los animales. Sin embargo, Cuestas y Barro (2006) indican que ello será posible en la medida que se apliquen políticas integrales que las fomenten y revierta la perversa tendencia de las importaciones derivadas de condiciones macroeconómicas desfavorables para la producción local que las hacen competir deslealmente y en minusvalía frente a otros productos similares del mundo.

Actualmente en este sector de Guarataro, se determinó que los sistemas de producción bovino más predominante, está orientado a los tipos de producción de leche en un 90 % y producción de carne en un 10 %, así como el tipo de explotación que prevalece es la explotación semi intensiva en un 100 % de las unidades de producción encuestada. Lo que confirma la importancia de este sistema para la economía del sector.

En este sentido, el sistema de producción bovina se caracteriza por la diversidad y heterogeneidad en la organización técnica y económica de la producción. De allí, es necesario, promover y potencializar una clasificación, para cada región, que permita describir y centrar la perspectiva, acorde a la realidad de la explotación bovina local; es por ello, que resulta importante determinar, conocer algunos aspectos y sus semejanzas que permiten agruparlas para diversos propósitos, así como determinar el tipo de explotación, indispensable para tomar decisiones en la explotación.

Es importante señalar que la eficiencia de estos sistemas está dada por el comportamiento de un grupo de indicadores técnicos y de la situación financiera, entre los que destacan: la producción por animal, por unidad de área y por cantidad de insumos aplicados (Arreaza *et al.*, (2005). También influyen en los indicadores reproductivos, como el intervalo entre parto, natalidad y otros parámetros como la mortalidad que pueden ser económicamente decisivos en un análisis de la sostenibilidad de la unidad productiva (Velis, 2019).

Cabe señalar, que las fincas pequeñas desarrollan siempre a la mayor intencionalidad lechera de los sistemas, de acuerdo a Núñez (2022). Desde la perspectiva, de Borges *et al.*, (2013), afirmaron que las fincas con menores extensiones de tierra permitían el mantenimiento de un control estricto de los procesos, catalogándolo como factores importantes de éxito. Así mismo, González (2021) expresa que la modalidad productiva de doble propósito se asoció a la cantidad disponible de tierra, en situaciones de mayor cantidad, la escala vaca novillo tendió a prevalecer, en vez de las modalidades vaca-maute y vaca-becerro que requirieron menor área de este recurso. Por lo cual, Mora (2022). Indica que la producción de doble propósito extensiva necesitó de mayor cantidad de recursos de tierra y ganado para asegurar buenos niveles de productividad.

En este contexto, es relevante del manejo sanitario adecuado en las unidades productivas reside en prevenir la expansión de enfermedades que puedan perjudicar la producción, ya que representan una limitación crucial en la producción ganadera que impacta la productividad y la seguridad alimentaria, tal como lo señalan Gizaw *et al.* (2020); mientras que la suplementación alimentaria se presenta como una opción para impulsar el crecimiento y desarrollo de los animales en crecimiento y contrarrestar el impacto depresivo de ciertas prácticas de manejo, y simultáneamente, evitar situaciones de sobrepastoreo de potreros.

Por otra parte, los grandes productores

se caracterizan por poseer alta tecnología, ya que estas utilizan maquinaria para ordeño, cercas eléctricas y establos, catalogándose como fincas sobresalientes debido a la estabilidad de la producción y de la actividad económica. Al respecto, Rodríguez *et al.* (2021) indica que los productores con mayor experiencia conocen mejor sus sistemas de producción y suelen gestionar sus propiedades de manera más eficiente. Ahora bien, Tejada (2021) señala como requisitos para el crecimiento tecnológico del sector ganadero el fortalecimiento de capacidades para la elaboración y mantenimiento de registros y el desarrollo de inversiones en la infraestructura de corrales, mangas, cargaderos y el cercado perimetral de la unidad de producción. No obstante, Perdomo (2023), indica que en la caracterización forrajera en fincas lecheras familiares del estado Trujillo, Venezuela, existe un alto avance tecnológico en el manejo de las pasturas. En cuanto, al sector Guarataro municipio San Felipe, el crecimiento de la tecnología agrícola es relativamente reciente, pues la producción agrícola se basó en gran medida en la subsistencia y se caracterizó por una escasa productividad.

CONCLUSIONES

Se identificaron aspectos fundamentales sobre los sistemas de producción bovina. Se concluye que los modelos tradicionales de producción de carne, leche y doble propósito dependen principalmente del uso de pastos nativos e introducidos en condiciones de potrero,

siendo influenciados por factores como clima, suelo, planta, animal y manejo humano. En el manejo sanitario se evidenció que existe un bajo porcentaje de productores que realizan vacunaciones y diagnóstico de laboratorio, en cuanto al manejo nutricional se establece el pastoreo rotacional y la suplementación con sal melaza y mineral, existe poca atención al manejo reproductivo, debido a la ausencia de registros resaltando el método de monta natural. Por consiguiente, se sugiere elaborar registros de tal manera que se emplee un sistema de control efectivo, a fin de lograr el progreso, acciones y decisiones.

Se evidenció en el manejo sanitario, que en las unidades productivas realizan algunas actividades zoonosológicas básicas para asegurar la salud de los animales como vacunaciones y diagnóstico de laboratorio, resaltando que solo el 40 % de las unidades de producción aplican vacunaciones, como medida de control y prevención para las enfermedades de fiebre aftosa en un 100%, rabia bovina en un 75 %, carbón sintomático en un 25% y para Leptospirosis un 25 %, realizando las prácticas de vacunación en un 100 % por organismos de la empresa privada. Solo el 30 % de las unidades de producción encuestadas realizan pruebas de laboratorio con un 100 % para descartar brucelosis y un 33,33 % para prueba de tuberculosis. Por lo tanto, se recomienda la implementación de programas sanitarios gubernamentales, incluyendo planes de inmunización y diagnósticos, que permitan fortalecer la salud y productividad del rebaño.

Asimismo, se sugiere establecer sistemas de registro reproductivo que optimicen el manejo y permitan tomar decisiones basadas en datos precisos.

En cuanto al manejo nutricional quedó asentado que el tipo de alimentación es con pastoreo rotacional en un 100 %, con un 30 % de productores que suministran alimento concentrado al momento del ordeño y un 10 % proporcionan pasto de corte. El 50 % de las unidades de producción adicionan melaza en un 100%, sal y minerales en un 40 % como suplemento a sus animales en producción. Por lo tanto, para mejorar el estado nutricional del ganado, es esencial optimizar la suplementación en todas las unidades productivas, garantizando el aporte adecuado de nutrientes.

Se determinó que el 50 % de las unidades de producción del sector Guarataro poseen variedades de pastos como pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*), pasto Bermudas (*Cynodon dactilón*) y pasto Estrella (*Cynodon plectostachium*, *Cynodon nlemfuensis*) y en menor proporción con un 30 % el pasto guineo (*Panicum maximum*) siendo estos pastos la base de la alimentación en el sector. Dado su relevancia, se recomienda la introducción de nuevos forrajes con alto valor nutricional, considerando suelo, clima, disponibilidad de agua y topografía de la región, para incrementar el rendimiento y la productividad del sistema.

Finalmente, las unidades de producción del municipio San Felipe sector Guarataro, son pequeños productores con un área promedio de 120 ha, y un

rango entre 4,5 y 234 hectáreas, encontrándose que en las unidades de producción encuestadas hay un total de 1100 animales (semovientes) los cuales están distribuidos en vacas mautes toros y becerros. Existe poca atención al manejo reproductivo, debido a la ausencia de registros de los eventos con monta natural, con una relación vaca/toro muy variable entre las unidades productivas las cuales van desde un mínimo de 1:20 hasta un máximo de 1:72.

AGRADECIMIENTOS

A todos los productores de las 15 unidades de producción bovina del sector Guarataro municipio San Felipe, estado Yaracuy, por la oportunidad que nos dieron de conocerlos, de aprender junto a ellos, por su amabilidad, hospitalidad y por brindarnos la oportunidad de vivenciar un proceso referente.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2013). Proyecto Metodología de Investigación. Caracas: Episteme. Sexta Edición
- Arreaza L, Franco A, Mallorca J, Mateos H y Pardo O. (2005). Programa de computador para manejo de praderas con bovinos en el trópico colombiano. Rev. Corpoica. Vol. 6 N° 2. <http://www.corpoica.org.co/Archivos/oferta/mep-2programadecomputador.pdf>.
- Arteaga, G; Casanova, A; Peña, M (2015) Ganadería Bovina de Doble Propósito. Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Zulia. y Urdaneta, F. Caracterización del Recurso Animal en Sistemas de Venezuela.

- Balestrini (2009), Como se elabora el Proyecto de Investigación. Fotolito. Quintana, Caracas.
- Bertalanffy, L. von, Teoría general de los sistemas. FCE, Madrid, (1976).
- Borges, J., Bastardo, Y., Carrillo, H., Barrios, M., Sandoval, E., Sánchez, D., & Márquez, O. (2013). Caracterización del subsistema pastizal en fincas Doble Propósito del Valle de Aroa, estado Yaracuy, Venezuela.
- Capriles, M; Hidalgo, V; Morín, D; Núñez, R; Paredes, L; Rodríguez, Y. y Vargas, T. Rodríguez, Y; (2001). Diagnóstico Estructural de Fincas Doble Propósito en Santa Bárbara, Municipio Colón - Estado Zulia. 19(1). Zootecnia Tropical. Zulia - Venezuela.
- Cuestas M, Mateus H, Oliva M Y Barro J. (2006). IV Estrategias de manejo de praderas para el mejoramiento de la productividad de la ganadería en las regiones Caribe y Valles interandinos. Tomado del Manual Técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles interandinos". 2006, p (43 – 64) <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Foros/CAPITULOCUATRO.pdf>.
- Cruz, L. (2010). Una gobernanza responsable en la tenencia la tierra: factor esencial para la realización del derecho a la alimentación. Documento de Discusión. FAO. Roma. 2010, p. 6. Disponible en: <http://www.fao.org/3/al382s/al382s.pdf>.
- Domínguez C. Garmendia J. y Colmenares O. (2015). Caracterización de fincas y efectos de la suplementación sobre las variables reproductivas en vacas de doble propósito. Universidad Central de Venezuela en el estado Guárico.
- Hernández, Fernández y Baptista (2016). Metodología de la Investigación. México: Editorial McGraw – Hill Interamericana.
- Hurtado, J. (2006). El proyecto de investigación. Metodología de la investigación holística. Cuarta edición. Caracas. Ediciones Quirón Sypal
- Garzón, A. y Suquitana, M. (2016). Análisis de los sistemas productivos bovinos del cantón Cuenca". Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Medicina Veterinaria. Ecuador.
- Gizaw, S., Desta, H., Alemu, B., Tegegne, A. y Wieland, B. (2020). Importance of livestock diseases identified using participatory epidemiology in the highlands of Ethiopia. *Trop Anim Health Prod* 52, 1745–1757. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02187-4>.
- Gonzalez, K. (2021). Análisis de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático del sector ganadero en la Mancomunidad de la Bioregión del Chocó Andino del noroccidente de Quito, parroquia Nono. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental.
- Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura-IICA (2018). Plan de Desarrollo Ganadero del Estado de Yaracuy Gobernación del Estado

- De Yaracuy.
- Jaimes, E.; Mendoza, J.; Ramos, Y. y Pineda, N. (2002). Propiedad de la tierra y la seguridad agroalimentaria de Venezuela. *Interciencia*, 27(12), 656-663.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002001200002&lng=es&tlng=es.
- Jácome, G. (2021). Caracterización de sistema de producción de ganado bovino criollo en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena, trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de: ingeniero agropecuario.
- Leff, E. (2002). Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. México: siglo XXI.
- Martínez, M (1991). La Nueva Ciencia: su desafío, lógica y método. México.
- Méndez, C. (2006). Metodología. Guía para Elaborar Diseño de Investigación en Ciencias Económicas, Contables y Administrativas 2 da Edición. México; Mc Graw Hill
- Mora, M. (2022). Análisis de los sistemas de producción de ganado bovino de pequeños y medianos productores del cantón salitre. Universidad Agraria Del Ecuador Facultad De Medicina Veterinaria.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORA%20VERA%20MYLENA%20KATTYBETH.pdf>.
- Núñez, I. (2022). Caracterización socioeconómica y productiva de las ganaderías bovinas en el cantón Palenque (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ). <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/>.
- Perdomo, N. 2023. Monagas tiene capacidad para más de 1,8 millones de cabeza de ganado. <https://crn.com.ve/actualidad/monagas-tiene-capacidad-para-mas-de-18-millones-de-cabeza-de-ganado/>.
- Pérez, P.; Rojo, R.; Álvarez, A.; García, J.; Ávila C.; López, S.; Villanueva, J.; Chalate, H.; Ortega, E. y gallegos, J. (2003). Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz.
- Ramírez, T. (2009). Como Hacer un Proyecto de Investigación. Guía Práctica. Editorial Panapó de Venezuela, C.A. Caracas.
- Rodríguez, D., Luna, L., Campo, J., Guerrero, G., Meneses, D., Ramos, H. y Rincón, L. (2021). Tipología de productores de uchuva en el departamento de Nariño, Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7):1313-1318.
- Ruíz, C. (2003). Instrumentos de investigación educativa, procedimiento para su diseño y validación. Segunda edición. CIDEG, C.A. Barquisimeto
- Tejada, E. (2021). Percepción de los productores de ganado bovino sobre el impacto del cambio climático con énfasis en sequía prolongada en los sistemas de producción de leche de la provincia Santiago Rodríguez,

República Dominicana. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 56p. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10349>.

Veliz, A. (2019). Plan Estratégico Gerencial para el desarrollo de Huertos Escolares dirigido al Personal Directivo y Docente de la Escuela Técnica Agropecuaria Robinsoniana Iboa, municipio Arístides Bastida, estado Yaracuy.

FUENTES ALTERNATIVAS LOCALES DE CRÍA DE GALLINAS DE TRASPATIO: CASO DE GUARATARO SAN FELIPE ESTADO YARACUY

Carlos Alberto Morán Aranguren^{1*}, Eliasca Maruja Jiménez²

¹ Universidad Nacional Experimental "Simón Rodríguez" (UNESR), San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela; e-mail: eliasmj2110@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7331-5198>

² Universidad Nacional Experimental "Simón Rodríguez" (UNESR), San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela; e-mail: carlosmoran28@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2640-6795>

* Autor de correspondencia

Recibido: 24/02/2025; **Aceptado:** 30/05/2025; **Publicado:** 30/06/2025

RESUMEN

La avicultura en las zonas rurales de Venezuela es una tradición familiar y un elemento estratégico de la seguridad alimentaria, ya que potencialmente aporta proteínas de alto valor biológico. Es por ello, cuyo propósito fundamental fue diagnosticar las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso de Guarataro San Felipe, estado Yaracuy. El estudio se fundamentó en las siguientes teorías: Teorías Constructivistas del Aprendizaje, Teoría Crítica, Desarrollo Endógeno. El paradigma epistémico abordado es el cualitativo, asumiendo la postura mediante el uso del método de la investigación acción, La investigación constará de 4 fases: (a) Diagnóstico, (b) Planificación, (c) Ejecución, y por último (d) la Evaluación, en la que se registraron las reflexiones como resultado de las acciones desarrolladas. Las técnicas e instrumentos de recolección fueron la observación, la entrevista y registros descriptivos, estos ayudaron a recopilar

información que se analizó para el estudio. Entre los hallazgos se tiene la necesidad de apoyo para la solución de sus problemas, la importancia de la participación de los sectores vinculados con el campo, las comunidades, en el marco de una visión agroecológica articulada de carácter nacional, con responsabilidad global. Las reflexiones finales ponen de manifiesto que, en la comunidad de Guarataro, la praxis formativa se sustenta en la combinación entre la teoría y la práctica, y les permitió generar propuestas para el manejo y conservación de los recursos vegetales y producción animal, por tanto, de esta forma manejan la importancia económica de estos recursos para las familias.

Palabras clave: Producción de Gallinas Criollas, Alimentos Alternativos, Endógeno, Recursos Alternativos, Alimentación de Gallinas Traspatio.

LOCAL ALTERNATIVE SOURCES FOR BACKYARD CHICKEN FARMING: THE CASE OF GUARATARO, SAN FELIPE, YARACUY STATE

ABSTRACT

Poultry farming in rural areas of Venezuela is a family tradition and a strategic element of food security, since it potentially provides proteins of high biological value. Therefore, the main purpose of this study was to diagnose the local alternative sources of backyard chicken farming: the case of

Guarataro San Felipe, Yaracuy State. The study was based on the following theories: Constructivist Learning Theories, Critical Theory, Endogenous Development. The epistemic paradigm approached is qualitative, assuming the position through the use of the action research method. The research will consist of 4 phases: (a)

Diagnosis, (b) Planning, (c) Execution, and finally (d) Evaluation, in which the reflections as a result of the actions developed were recorded. The collection techniques and instruments were observation, interview and descriptive records, which helped to gather information that was analyzed for the study. Among the findings is the need for support for the solution of their problems, the importance of the participation of the sectors linked to the field, the communities, within the framework of an articulated agroecological vision of national character, with global responsibility.

The final reflections show that, in the community of Guarataro, the training praxis is based on the combination of theory and practice, and allowed them to generate proposals for the management and conservation of plant resources and animal production, therefore, in this way they manage the economic importance of these resources for the families.

Keywords: Creole Hen Production, Alternative Food, Endogenous, Alternative Resources, Backyard Hen Feeding.

INTRODUCCIÓN

Las actividades que realizan los pequeños agricultores. Solamente un programa avícola adaptado a las condiciones locales conseguirá satisfacciones a sus participantes. El sistema de producción avícola rural traspatio se caracteriza por contribuir a mejorar la seguridad alimentaria en muchos países en desarrollo, al generar ingresos a los agricultores de escasos recursos económicos. Además, este sistema contribuye a mejorar la seguridad alimentaria en muchos países en desarrollo, al generar ingresos a los agricultores pobres (González, 2012). Esta actividad hace un uso eficiente de los recursos locales con baja inversión y ha realizado importantes contribuciones económicas, religiosas, sociales y culturales para mejorar las condiciones de vida de los agricultores. Las aves de corral tienen muchas ventajas, especialmente cuando se crían en un sistema de producción diversificado. Son pequeños, fáciles de propagar, no requieren grandes inversiones y pueden ser al menos parcialmente autosuficientes. Son capaces de alimentarse con los desechos de cocina, granos de descarte, gusanos, caracoles, insectos y vegetación.

En otro orden de ideas, los seres humanos en todos los tiempos y en todas las sociedades transmiten a sus descendientes, conocimientos, destrezas y habilidades que le permite vivir en sociedad, de manera abierta al cambio y a la innovación. La educación cumple por lo tanto un doble papel, transmitir la herencia del pasado y preparar la transformación social del futuro. Antes esta situación, solamente una participación comunitaria en la producción avícola adaptada a las condiciones locales otorgará satisfacciones a sus actores sociales.

Cabe destacar, que mundialmente en las zonas rurales, es común encontrar familias que crían varios tipos de aves domésticas, a lo largo del último decenio. A este respecto, la población avícola mundial aumentó el 23 por ciento en los países desarrollados, y 76 por ciento en los países en desarrollo. Tal es el caso, en la cría de pollos, pavos, patos, gansos, pintadas, palomas, torcazas, y en el caso de la cría de faisanes, codornices y avestruces son generalmente criadas en explotaciones comerciales.

Por consiguiente, el sistema de producción avícola rural contribuye a

mejorar la seguridad alimentaria en muchos países en desarrollo, al generar ingresos por las ventas de sus crías a los agricultores pobres, en los cuales se requiere pocos insumos y hace importantes contribuciones de carácter económico, social y cultural al mejoramiento de las condiciones de vida de los hogares campesinos.

De esta manera, la agricultura familiar es característica en diferentes regiones rurales, urbanas y periurbanas del mundo, especialmente en Latinoamérica la cual tiene un importante auge como consecuencia de la crisis alimentaria y el deseo de sectores de la población de producir sus propios alimentos, se ha evidenciado que es una forma de vida que respeta el ambiente, una opción viable para promover la seguridad alimentaria, conservar la biodiversidad y genotipos aborígenes, Proteger las tradiciones culturales, la diversidad étnica y promover el desarrollo rural en nuestros países.

A este respecto, la Asamblea General de la Organización de la Naciones Unidas (ONU), declaró oficialmente 2014 como Año Internacional de la Agricultura Familiar (AIAF), cuyo propósito según la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2014) fue aumentar la visibilidad de la agricultura familiar y en pequeña escala y llamar la atención mundial sobre su importante papel en la erradicación del hambre y la pobreza, proporcionando alimentos y nutrición. Así mismo, en Bélgica, en el Programa de Desarrollo Rural Ichilo-Sara (PRODISA), una institución dependiente de la prefectura y

que cuenta con el apoyo económico del Gobierno Belga, tiene como objetivo general, promocionar el desarrollo económico productivo de la microrregión, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores e impulsando acciones que favorezcan el manejo sostenible de los recursos naturales.

Conviene destacar, que en Latinoamérica existen evidencias de las estrategias y acciones municipales en las comunidades urbanas y rurales, como tácticas para una gestión más sostenible y equitativa, promoviendo el desarrollar una gobernabilidad más participativa y menos excluyente, así como para proteger la biodiversidad, brindándonos una serie de lecciones aprendidas y temas a profundizar en el futuro.

Desde este punto de vista, FAO (2014) indica que en Latinoamérica “el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar, e incluyen a más de 60 millones de personas que producen la mayor parte de los alimentos para el consumo interno de los países de la región”, habitualmente desarrollan actividades agrícolas diversificadas, que les otorgan un desempeño vital para garantizar la sostenibilidad ambiental y proteger la biodiversidad.

Cabe destacar, que la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), según el artículo 305, establece que “el reconocimiento para valorar aspectos primordiales como la inclusión y la participación”, en conjunto con los diversos programas que establecen estrategias a seguir las instituciones nacionales, estatales y municipales para

el desarrollo integral de las localidades rurales, haciendo necesario la comprensión del comportamiento de las comunidades, basado en su historia, cultura, relaciones internas junto a las relaciones con actores externos de las mismas, para de esta forma promover la participación de las comunidades, pero en igualdad de condiciones a través de la integración plena o mayoritaria.

En este mismo orden de ideas, la República Bolivariana de Venezuela está impulsando el establecimiento de su plan de crecimiento económico para el periodo 2023-2030, anclado a los 18 motores de la agenda económica, asegura el desarrollo integral del país. Así mismo, el conjunto de leyes que instrumenta el dictado de la carta magna, para el contexto rural son de particular importancia: la Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria (2008), la Ley de Salud Agrícola Integral (2008), la Ley de Crédito para el Sector Agrario (cartera agrícola obligatoria a cumplir por la banca nacional), la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2005) y la Ley de Pesca y Acuicultura, que regula a este último sector. La reforma de la (Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, 2010), elimina la tercerización en el campo, crea el impuesto sobre las tierras ociosas, y habilita el Poder Popular para aplicar las normas establecidas, como la que dicta que los predios recuperados pasen a ser manejados bajo la figura de Unidades de Propiedad Social.

Por consiguiente, los proyectos comunitarios referentes a la gestión avicultura rural sostenible, sustentable y equitativa en la observación directa

realizada una de las realidades que obtuve como investigador y parte de la comunidad es la poca participación, los cuales son fundamentales para contribuir a mejorar la calidad de vida y a diversificar las fuentes de producción y de ingresos.

Es de gran importancia mencionar, que la comunidad Guarataro, ubicada en el estado Yaracuy, la misma vive de la producción de algunos rubros agrícolas. En dicha comunidad se evidencia poca participación de sus habitantes en la toma de decisiones para la formulación de proyectos y la mejora de calidad de vida. Lo que evidencia la necesidad de revisar y reflexionar sobre el accionar de las comunidades e instituciones, para comprender las causas que pudieron crear la poca participación, desinterés, poca credibilidad, paternalismo, siendo fundamental el intercambio reflexivo para fortalecer la gestión de proyectos, a través de las comunidades y organizaciones que hacen vida activa dentro de la comunidad, además de conocer que piensan o creen, su historia, saber que proponen para mejorar la realidad actual.

Ante este escenario, se formuló el propósito de investigación para diagnosticar las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso Guarataro, San Felipe, estado Yaracuy. la investigación contribuyó a elevar el interés del desarrollo personal del ser humano en estimular la integración y el trabajo colectivo (organización e innovación) así como el fortalecimiento de los valores del colectivo, tal como lo demanda las nuevas políticas agrarias del Estado, que

están dirigidas a impulsar la igualdad social, promoviendo el enfoque de género, entre otros.

En cuanto a lo antes mencionado, la interpretación que se hizo de la comunidad Guarataro, dio lugar a diferentes miradas sobre lo que para ellas y ellos significan la producción de gallinas criollas con uso de alimentos alternativos endógeno. Al respecto, se pudo constatar que algunas instituciones han realizado actividades, para la elaboración de proyectos, con escasa participación de la comunidad y dificultando la ejecución de los mismos.

Desde la perspectiva epistemológica se evidenció otro aporte de esta investigación, ya que pretende develar el significado que desde los actores tiene la formación integral para generar un nuevo ciudadano y así contribuir con la seguridad alimentaria local, su potencial aporte de proteínas de alto valor biológico, contribución al reciclaje de desperdicios de alimentos y residuos de cosechas, generalmente como un sistema económico de subsistencia, lo cual permitirá tomar medidas que impulsen el mejoramiento de la situación actual.

La investigación es un aporte significativo que permitió establecer las bases para implementar actividades por parte de las instituciones con las comunidades, que favorezcan el desarrollo sustentable, así como proteger la salud, el ambiente y la suprema felicidad social, con una estructura social incluyente, con un nuevo modelo social, productivo, humanista y endógeno. Al igual que en la

democracia protagónica revolucionaria, con la cual se busca la consolidación de la organización social, es decir transformando la debilidad individual en fuerza colectiva.

METODOLOGÍA

Enfoque de Investigación

Este estudio se fundamenta en una metodología de estudio social, en el cual se utilizan los conocimientos y datos informativos acerca de la realidad social dependiendo de la historia de la ciencia misma (Duarte y Parra, 2012). El enfoque se inserta dentro del marco del estudio cualitativo (Martínez, 2006), fundamentada en el manejo de estrategias metodológicas para comprender o conocer aspectos sociales que permiten la acción práctica e interpretación de los procesos que ocurren en la comunidad, por medio del dialogo directo e interacción con los habitantes se logra obtener información valiosa para evaluar el proceso participativo para la gestión de proyectos comunitarios. Por lo tanto, esta investigación buscó introducirse en la situación real que viven los productores en relación a las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso Guarataro San Felipe, estado Yaracuy, desde allí construirá cambios favorables en la comunidad.

La investigación-acción en consideración presentó unas características particulares que la distinguen de otras opciones bajo el enfoque cualitativo; entre ellas resaltaron la manera como se abordó el objeto de estudio, las intencionalidades o propósitos, el

accionar de los actores sociales involucrados en la investigación, los diversos procedimientos que se desarrollaron y los logros que se alcanzaron (Teppa, 2006; Martínez, 2009; Villegas, 2010).

Es importante resaltar que las fases de la investigación acción participativa; según, Teppa (2006), presentan cinco fases para este tipo de estudio, los cuales son: momento 1: diagnosticar; momento 2: elaboración del plan; momento 3: ejecución de plan en el cual se encuentra inmersa la observación acción; momento 4: Producción, y para culminar el momento 5: De transformación, los cuales se adaptan a la investigadora según la propia realidad vivencial en el contexto específico y problema identificado.

Fase I.- Diagnosticar y descubrir una preocupación temática “problema”

En esta fase se realiza actividades tales como conversaciones informales con los productores y la identificación clara y precisa del tema objeto de estudio, la fundamentación, análisis del problema precisa desde la reflexión diseño inicial del Proyecto.

Fase II.- Diseño del Plan de Acción

El diseño del plan de acción permitió organizar y orientar estratégicamente acciones, talento humano, procesos, instrumentos y recursos disponibles hacia el logro de objetivos y metas Gutiérrez (2009). Es decir, el plan de acción sirvió para definir las acciones y tareas a realizar. Este nos permitirá organizar la planificación a ejecutar estructurada de la siguiente forma: fecha, acciones, estrategias, recursos,

participantes, tiempo y evaluación del plan de acciones basado en a las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso de Guarataro San Felipe, estado Yaracuy, desde allí construirá cambios favorables en la comunidad.

Fase III.- Ejecución del Plan de Acción

Consistió en realizar las acciones planificadas, se ponen en práctica los planes acordados; además permite percibir la realidad del estudio, sus causas y consecuencias. Para abordar la siguiente fase, se emprendió diferentes acciones referentes a fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso de Guarataro. Las acciones se realizaron con diferentes recursos empleados por los investigadores, que permitió fortalecer las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio, orientar sobre la nutrición, la importancia, mejores condiciones sanitarias entre otras.

Fase IV.- Evaluación del Plan de Acción

Esta fase permitirá la valoración de las acciones, evaluar los resultados, analizar los éxitos y fracasos; en consecuencia, rectificar el rumbo de los planes, así como establecer nuevas metas. Las actividades realizadas en los distintos espacios permitieron a los investigadores obtener los resultados específicos para evaluar la ejecución del plan de acción, para posteriormente realizar una reflexión exhaustiva y crítica de la efectividad de las acciones en pro de la solución de la problemática encontrada.

Escenario del Estudio

El escenario de estudio está

representado en la comunidad Guarataro San Felipe Estado Yaracuy, (Figura 1) donde lo peculiar y subjetivo de su quehacer ocupa el criterio central de su selección dado su potencial avícola, y permitió alcanzar el desarrollo de los conceptos asociados al foco de estudio.

En este escenario la investigación tuvo fácil acceso y buena relación con los sujetos de estudio que permitieron recoger la información directamente con el tema investigado. Cabe señalar que fue de agrado para la comunidad por los beneficios que aportó (Mejías, 2013).

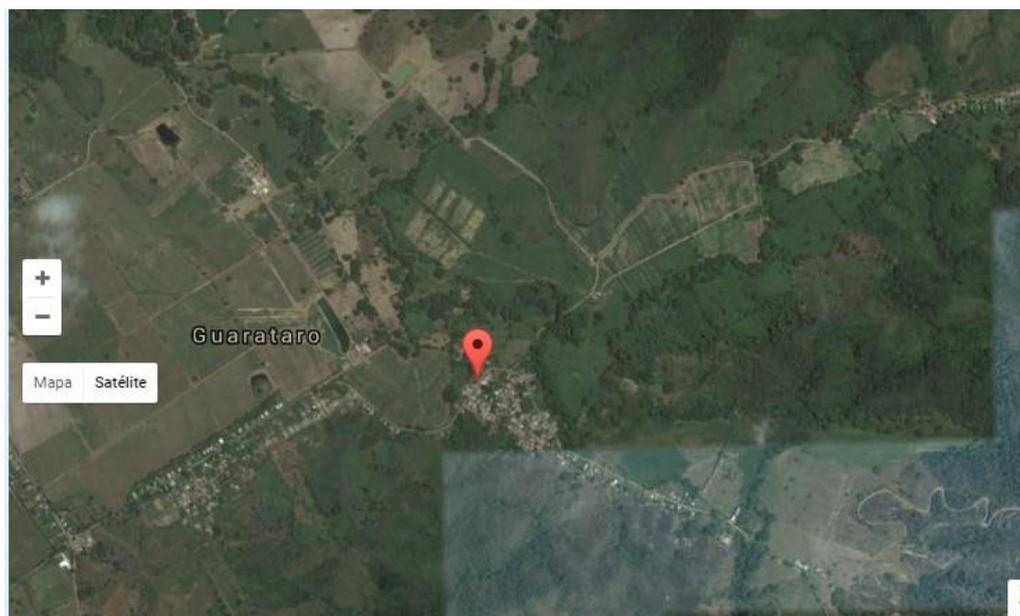


Figura 1. Imagen satelital de la comunidad Guarataro, municipio San Felipe, estado Yaracuy.
Fuente: Google Earth, 2025.

Selección de los Sujetos de Estudio

La selección de los informantes clave fue flexible y abierta hasta llegar a la saturación o redundancia teórica de las unidades de análisis, por lo que se incluyeron grupos focales con las siguientes características: tamaño de los grupos, roles de las personas investigadoras, axiología, valores humanos, y andragogía (Martínez, 2009). Además, se consideraron grupos focales integrados por productores, cuyo objetivo fue conocer sus impresiones con relación al tema en estudio (Balcázar, 2005).

Para tal fin, se contó con la participación

de informantes clave como fuente primaria de información, considerando la disposición para participar en la investigación, la disponibilidad de tiempo y los conocimientos sobre la temática estudiada (Hurtado y Toro, 2001). De esta manera, se trabajó con una matriz conformada por 12 informantes clave, con un perfil de productores agrícolas, y experiencias comprendidas entre 31 y 40 años en la actividad agrícola.

Técnicas e Instrumentos de Recolección

Las técnicas utilizadas para el diagnóstico fueron la observación y la

entrevista, considerando la necesidad de identificar las necesidades de las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: caso Guarataro San Felipe, estado Yaracuy, a fin de que fueran propuestas estrategias convenientemente estructuradas para dar solución a las mismas como resultado del estudio (Teppa, 2006). La entrevista fue utilizada a fin de conversar con los productores avícolas de la comunidad de guarataro en cuanto a las fuentes alternativas de cría de gallinas de traspatio referente a la autosuficiencia en la producción de huevo y obtener excedentes en la venta en el mercado local, incrementando así el ingreso familiar, lo cual complementó de manera especial el proceso de diagnóstico (Arias (2014; Pérez, 2011).

Las técnicas de observación y entrevista permitieron la obtención de una serie de información referente a las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio, así como una interacción entre tres personas, que obedece a un objetivo, en la que el entrevistado da su opinión sobre un asunto y, el entrevistador recoge e interpreta esa visión particular.

Interpretación y Criterios de Credibilidad de los datos.

La interpretación de los datos incluyó diversas acciones que facilitaron el análisis de la información, destacándose las siguientes: 1) Categorización (tipo axial), estableciendo las categorías de las opiniones emitidas por los actores sociales de la institución en estudio (Rodríguez *et al.*, 1999; Martínez, 1994; Sandin y Paz, 2003); 2) Triangulación, tomando en cuenta la recolección de los

datos de las personas, como fuente para validar los hallazgos. En este caso se aplicó triangulación con datos aportados por productores avícolas de Guarataro San Felipe, Yaracuy (Arias (2014). Este mecanismo de interpretación facilitó la interpretación de la información aportada por los sujetos de investigación.

Credibilidad y Confiabilidad.

En la determinación de los criterios para garantizar el nivel de confiabilidad y credibilidad del estudio se estableció la triangulación como técnica fundamental, la cual permitió el abordaje de la información y la corroboración de la credibilidad de los significados expresados por los informantes y develados en la interacción con el contexto, al contrastarlos entre sí dentro de una estructura lógica que cumple la función de esquematizar los diferentes puntos de vista (González, 2007).

Con relación a los criterios establecidos para determinar el grado de confiabilidad y credibilidad del presente estudio fue necesaria la revisión detallada y permanente de las pautas de contrastación de los significados que subyacen en la ocurrencia de los eventos que integran el fenómeno, tomando en consideración las percepciones de los diferentes informantes, desde la visión de los actores sociales, considerando para ello, la intersubjetividad, la cual permitió resaltar una mayor aproximación a la realidad, para clarificar el fenómeno que se estudió.

Técnicas para analizar la información

Las técnicas para el análisis de información se establecieron mediante el registro sistemático, para obtener una

visión general y completa del objeto de estudio en la comunidad Guarataro San Felipe, estado Yaracuy. Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para recolectar los datos e informaciones condujeron al desarrollo del mismo, determinando su credibilidad y validez; cuya corroboración se determinó por medio de la técnica de la Triangulación, que implica la realización de una evaluación comparativa de más de una forma de evidencia acerca del objeto de análisis (Ghiso, 2010).

En este caso, se sistematizó la información como un proceso de recuperación, tematización y apropiación de una práctica formativa determinada, que al relacionar en forma sistémica sus componentes teórico-prácticos, permitió a los sujetos comprender y explicar los contextos, sentido, fundamentos, lógicas y aspectos problemáticos que presenta la experiencia, con el fin de transformar y cualificar la comprensión, experimentación y expresión de las propuestas educativas de carácter comunitario. Por tanto, la información se compiló en la comunidad Guarataro San Felipe, estado Yaracuy mediante observación directa de los hechos y el aporte de los informantes clave. Posteriormente, fue preciso relacionar entre sí los conceptos para elaborar una explicación integrada del fenómeno estudiado, tomando en cuenta dos aspectos: a) análisis del material, examinación y comparación dentro de cada categoría, y b) comparación del material entre las diferentes categorías, buscando los vínculos que puedan existir

Cuadro 1. Actividades realizadas en la fase de diagnóstico

entre ellas.

RESULTADOS Y HALLAZGOS

En la consulta realizada durante tres reuniones con los doce productores de gallinas criollas para el desarrollo del trabajo de investigación, se pudieron obtener los datos suficientes para proceder a realizar bajo su participación y apoyo en el diseño del modelo de producción con gallinas criollas deseables para la comunidad de Guarataro.

Alcances y logros de la fase del diagnóstico

El presente estudio se realizó con la técnica de la observación y registro descriptivo sistemático debido a los antecedentes de la interacción profunda, que se tiene con los miembros de la comunidad de Guarataro, a través de las diversas visitas guiadas y desarrollo de talleres a través de la Fundación DANAC. Seguidamente se desarrolló la fase de acercamiento con la comunidad de Guarataro, se evidenció la receptividad de la misma y la necesidad de apoyo para la solución de sus problemas, además permitió generar confianza, armonía y aclarar las expectativas sobre el trabajo desarrollado.

En la fase de diagnóstico se cumplió con el objetivo de generar reflexiones acerca de las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio, tomando en cuenta los indicadores del Cuadro 1, relacionadas con el diagnóstico realizado (Figura 2).

Morán y Jiménez (2025): Fuentes Alternativas Locales de Cultivo de Gallinas de Traspatio: Caso Guarataro, San Felipe, Estado Yaracuy.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTENIDO	ACTIVIDADES	LUGAR Y FECHA	TÉCNICAS	RECURSOS	RESPONSABLE
<p>Conocer la percepción que tienen los productores avícolas, acerca de las fuentes alternativas locales de cultivo de gallinas de traspatio</p> <p>Comprender el significado que le asignan productores avícolas, acerca de las fuentes alternativas locales de cultivo de gallinas de traspatio</p>	<p>Fuentes alternativas locales de cultivo de gallinas de traspatio</p>	<p>Inicio: Palabras de bienvenidas a los productores. Presentación y disertación de la representante de DANAC y representante de la junta comunal. Entrega de distintivos y material impreso referente al tema. Establecimiento de negociación referente a las normas de convivencia en la actividad. Formulación de expectativa del grupo a cerca de la actividad.</p> <p>Desarrollo: Distribución en equipo de 4 integrantes. Discutir referente a las fuentes alternativas locales de cultivo de gallinas de traspatio, importancia, ventajas, apoyo. Sistema de producción, Comparación de los sistemas de producción Narrar experiencias prácticas relacionadas con la actividad. Los investigadores aclararán dudas y reorientará referente al tema.</p> <p>Cierre. Despedida y agradecimiento a la participación de la actividad realizada.</p>	<p>Lunes Comunidad de Guarataro. 5 horas</p>	<p>Grupo de discusión. Observación participante. Conversatorio.</p>	<p>Recursos humanos Investigadores, representante de la junta comunal y Productores. Recursos materiales Distintivos Material impreso Cámara fotográfica Papel Boom Marcadores Refrigerios</p>	<p>Investigadores Msc. Carlos Alberto Moran Aranguren Msc. Eliasca Maruja Jiménez</p>

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de este diagnóstico, se presentaron alcances y logros de la información proporcionada por los informantes, cuya visión interpretativa asociada al estudio de carácter cualitativo, de acuerdo al contexto se vinculó con el fenómeno abordado, procurando la descripción, análisis y reflexión de los hechos con el fin. Considerando lo expuesto, se logró comprobar que existen indicios de una problemática que

conllevan a acciones que pueden dar solución a la problemática referente a fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio. De esta manera, se acordó la realización de talleres teóricos-prácticos que lleven por objetivo difundir la información necesaria para fortalecer las debilidades encontradas. Quedando todos en común acuerdo con los investigadores para el desarrollo de la fase II plan de acción.

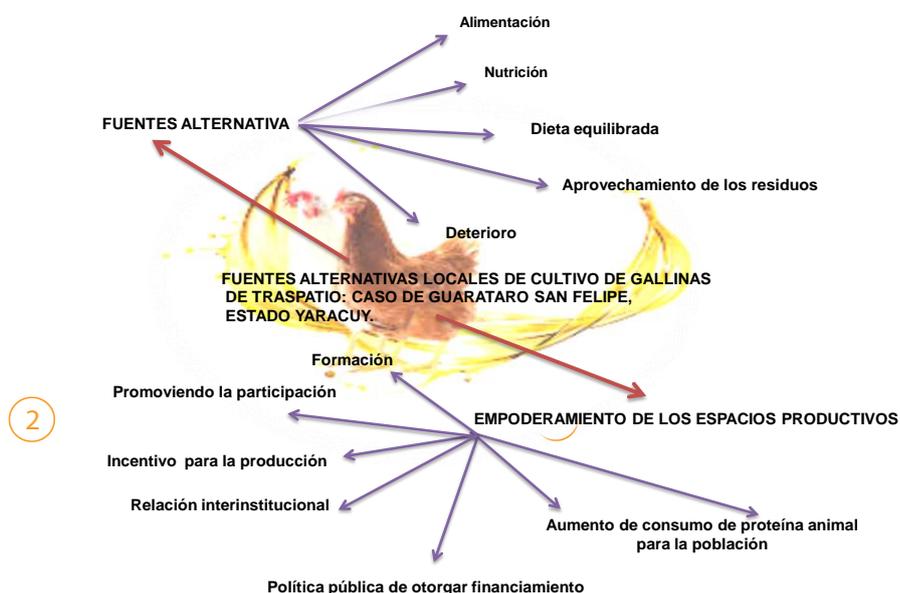


Figura 2. Representación de la información suministrada por un informante para el diagnóstico.

Fuente: Elaboración propia

Los productores respondieron de acuerdo con la experiencia y criterios personales, los cuales indicaron que, la avicultura familiar presenta restricciones y desafíos que han obligado al avicultor a adoptar ciertas prácticas tradicionales. La importancia trascendental de esta indagación en el diagnóstico radica, en que la alimentación con recursos locales representa una de las restricciones, ya que no cuentan con investigaciones que evalúen la eficacia nutricional de las dietas proporcionadas, ni se disponen de parámetros productivos en gallinas criollas para elaborar alimentos equilibrados. Así como a la poca innovación tecnológica desarrollada para su cosecha y aprovechamiento adecuado. En este contexto, los productores

revelaron la inclinación hacia los alimentos concentrados industriales esto se debe a la falta de conocimiento sobre las contribuciones nutricionales de cada ingrediente local empleado en la creación de las dietas alternativas empleadas en la nutrición de las gallinas criollas, lo que resulta en un desequilibrio de las dietas.

Otro aspecto importante que revelaron algunos productores fue la incorporación de aves a los traspacios, la cual surge de la búsqueda de recursos financieros que contribuyan a mejorar la calidad de vida y de las familias rurales. Estos, después de la crisis económica que afecta a su municipio, se vieron forzados a buscar nuevos ingresos en sus fincas, transformándolas en unidades complejas de producción y consumo, donde se

fomentan interacciones de índole social, económica y ambiental. Igualmente, plantearon otros aspectos como, escasa formulación de proyectos agrícolas y pecuarios para subsanar las diferentes problemáticas que enfrenta la comunidad (agua, luz, vialidad, producción agrícola y pecuaria), la falta de formación de las personas de la comunidad en las áreas de: producción agrícola y pecuaria y la vialidad (difícil acceso a las plantaciones debido al mal estado de la vialidad agrícola).

Otros productores indicaron que la escasa facilidad de transporte no ayuda para apoyar la comercialización y distribución agrícola, la falta de apoyo técnico por parte de algunas instituciones y la inexistencia de un centro de acopio y de viveros comunales.

Plan de Acción desarrollado en Comunidad de Guarataro

Durante la ejecución de una serie de actividades realizadas por los investigadores, se buscó crear un ambiente motivador que permitiera a los actores sociales integrarse a las actividades y lograr las orientaciones necesarias en el desarrollo de las mismas. Las cuales estuvieron sustentados a través de un registro fotográfico, descriptivo, observaciones y entrevistas para tal fin, los cuales facilitaron las acciones realizadas y de esta manera conseguir los objetivos planteados en el plan de acción establecidos. El plan contempló los objetivos plasmados en los cuadros 2, 3 y 4, basados en el fomento del consumo de proteínas de origen animal, el incentivo a la avicultura familiar, y la promoción del consumo de proteína animal a partir de la avicultura.

Cuadro 2. Plan de acción para fomentar el consumo de proteínas de origen animal en la comunidad.

ÁREA	OBJETIVO	TEMAS	ESTRATEGIA	DURACIÓN
Avicultura Familiar (Patio Productivo) en comunidad de Guarataro, estado Yaracuy	Fomentar el consumo de proteína de origen animal y de otros rubros alimenticios a través de patios productivos en la comunidad de Guarataro.	• Ventajas del consumo de proteína de origen animal y hortalizas.	Talleres, conversatorios, Encuentro de saberes en comunidades u otras Organizaciones	16 horas
		• Procesamiento artesanal de productos derivados de la avicultura y agricultura familiar.		168 horas
		• Preparación de dietas balanceadas nutricionalmente.		16 horas

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Plan de acción para incentivar la avicultura familiar en la comunidad.

ÁREA	OBJETIVO	TEMAS	ESTRATEGIA	DURACIÓN
Avicultura Familiar (Patio Productivo) en comunidad de Guarataro, estado Yaracuy	Incentivar la Avicultura Familiar con la comunidad de Guarataro bajo una estrategia de comunidad organizada.	• Organización en la comunidad.	Talleres, conversatorios Encuentro de saberes en comunidades u otras Organizaciones	16 horas
		• Importancia del Consejo Comunal.		16 horas
		• Función de Asamblea de ciudadanos y ciudadanas.		16 horas
		• ¿Qué es la Avicultura Familiar y la Agricultura Familiar? y Cómo funciona la Avicultura Comunal		24 horas
		• Formulación de Proyectos socioproductivos Comunitarios		32 horas

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Plan de acción para promover la producción de proteínas de origen animal en la comunidad.

ÁREA	OBJETIVO	TEMAS	ESTRATEGIA	DURACIÓN
Avicultura Familiar (Patio Productivo) en comunidad de Guarataro, estado Yaracuy.	Promover la producción de proteína animal a partir de la avicultura y hortalizas a partir de patios productivos en la comunidad de Guarataro.	• Alimentación de aves con recursos alternativos de la zona.	Mesas de Trabajo, conversatorios, Encuentro de saberes en comunidades u otras Escuelas Campesinas	24 horas
		• Métodos alternativos para la salud animal preventiva y curativa		24 horas
		• Producción y conservación de huevos.		24 horas
		• Proceso de Incubación		24 horas
		• Construcción de gallineros artesanales con recursos alternativos de la zona.		24 horas
		• Selección de aves		24 horas
		• Establecimiento de patios productivos		24 horas

Fuente: Elaboración propia

Ejecución del plan de acción en la Comunidad

De acuerdo con la experiencia obtenida en la realización de las diferentes actividades, estas permitieron poner en práctica los conocimientos generados en cada encuentro, así como el intercambio de información referente a las fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio. Permitiendo desarrollar la capacidad de reconocer la relevancia de

desarrollar su propia unidad productiva utilizando los recursos materiales e insumos disponibles en la comunidad y construyendo la infraestructura necesaria, con el propósito de mejorar el manejo, para la crianza de gallinas traspatis, buscan satisfacer las necesidades propias de cada unidad productiva. La figura 2 ensambla los detalles del esquema generado con la información obtenida de los informantes.

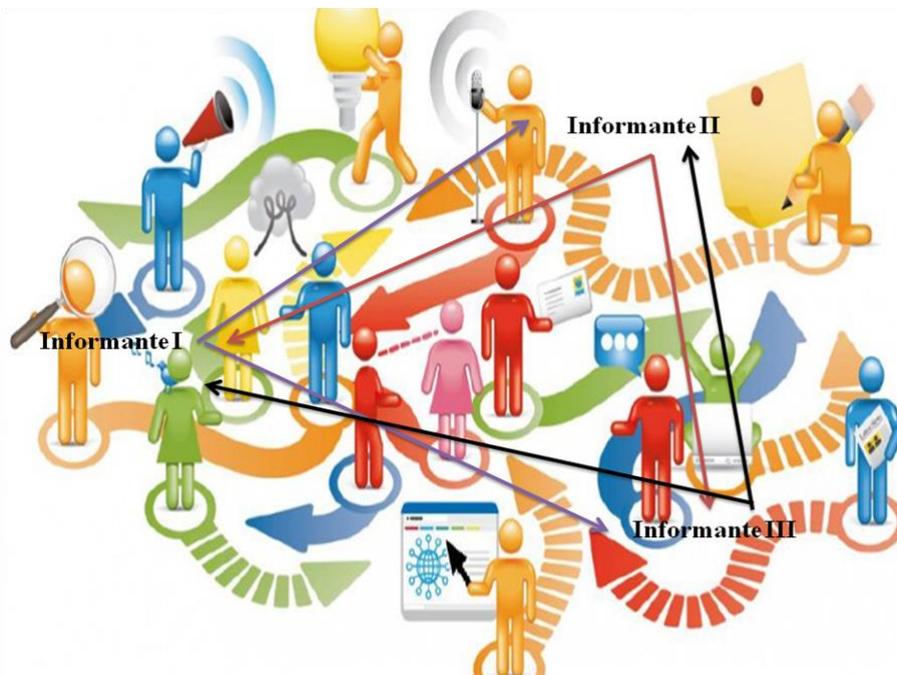


Figura 2. Esquema de hallazgos proporcionados a la investigación por los informantes clave.
Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del Plan de Acción (Actividades facilitadas a los productores)

La ejecución es el proceso dinámico de convertir en realidad la acción que ha sido planeada, preparada y organizada. Es aquí donde se pusieron en práctica las actividades programadas, cada una de las cuales se diseñó de tal manera que propiciaron actitudes y cambios en los actores sociales, para la consolidación de las metas específicas planteadas en el inicio del estudio, así como también en cada acción específica.

En esta ocasión, los investigadores siguieron una observación permanente sobre las conductas de los productores avícolas y verifican sus adelantos dentro del plan de acción y establecer las competencias indicadas. Para tal fin, se hizo énfasis en la observación participante, para tener observación

directa y real, verificar las fuentes de información a emplear en la investigación, generando de esta forma la particularidad de introducir al investigador, todo centrado en el comportamiento de los productores que requieran un elemento motivador (Teppa, 2006). Así mismo, este proceso se realizó de manera permanente a través de registro descriptivo y observación con las potencialidades desarrolladas por ellos y la intensidad en la cual se manifiestan para luego, poder realizar informes descriptivos. De allí, se realizó una sistematización de experiencias la cual constituye una herramienta importante para apropiarse de los conocimientos adquiridos en la práctica, además de ser una estrategia para fomentar la generación de saberes prácticos y el desarrollo del pensamiento crítico.

Resumen de los hallazgos

En la comunidad Guarataro se realizó el diagnóstico participativo de las problemáticas Agrícolas de su comunidad, se procedió a reunir a representantes de diferentes organizaciones de la comunidad (productores, estudiantes y artesanos) a fin de conversar con ellos las diferentes problemáticas productivas presentes, en el cual mediante una dinámica de conversatorio el colectivo procedió a expresar cada uno de las debilidades y fortalezas que posee su comunidad, en virtud del desarrollo agrícola endógeno y sostenible, lo que nos permitió generar un análisis FODA.

Se determinó mediante el diagrama de *Venn* las organizaciones e instituciones que regularmente interaccionan con la comunidad, el cual reflejo las principales causas que aqueja a la comunidad de Guarataro para completar su desarrollo endógeno y sustentable, aun así, con la voluntad a favor de los productores y emprendedores que habita en la comunidad, sin exclusión de género, como tampoco de edad.

En este contexto, adquiere relevancia la actividad que la mayoría de los pequeños productores de aves, manejan sus animales en forma rudimentaria con construcciones inadecuadas que no permiten una producción eficiente, dado que las instalaciones comerciales son costosas por el tipo de materiales utilizados.

Ahora bien, uno de los informantes clave (informante 3), manifestó que cada explotación tiene al menos una especie animal; las gallinas son las que

predominan en la comunidad aproximadamente en un 66,3%, las cuales están destinada principalmente al consumo, y a la venta un 31,9%, al ser fuente de ingresos y bajo costo. En lo que respecta a las instalaciones, el informante 1 indicó que la mayoría de la comunidad se encuentran en malas condiciones; las de nivel intermedio tienen un lugar techado, emplean materiales de la región y están bien ordenados y limpios; y presentan buenas condiciones, están bien ordenados, limpios y con accesorios para alimento y agua.

Se evidenció al realizar el diseño y ejecución del plan de acción en la comunidad de Guarataro, estado. Yaracuy, se propuso que fuera posible en la comunidad que a través de estas actividades la implementación de una metodología que combine un proceso básico de capacitación usando la estrategia de talleres, cursos o conversatorios, encuentro de saberes en las comunidades y acompañamiento técnico a las familias, grupos, junto a un proceso participativo de construcción de indicadores o parámetros locales para evaluar la sustentabilidad del sistema productivo, permitiendo de esta forma que los productores se empoderen en las actividades avícolas.

A través de la implementación de teorías/prácticas para el mejoramiento de los sistemas tradicionales de gallinas criollas, se ha podido contribuir a mejorar la sustentabilidad de la agricultura desarrollada por las familias y, por ende, generar fuentes alternativas locales de cría de gallinas de traspatio: que les

permiten mejorar su calidad de vida. En este sentido, los productores de Guarataro, expresaron que tener conocimiento de lo que es la avicultura familiar, más todos conocen el tema referente a la agricultura familiar (patios productivos), realizando la solicitud en la encuesta de cursos de formación dirigidos hacia la producción agrícola y pecuaria a fin de que la comunidad se organice y participe en la producción para promover las actividades de siembra y cría de animales que se manejaban hace muchos años en Guarataro

En función de la información sistematizada en el taller, la mayoría de los productores avícolas coinciden en el uso de recursos disponibles de las zonas tales como desechos domésticos materia del entorno insectos (*Coptotermes formosanus*), gusanos, lombrices rojas (*Eisenia foetida*), materia verde fresca, follajes de naranjillo (*Trichanthera gigantea*), caro-caro molido (*Enterolobium cyclocarpum*), moringa (*Moringa oleifera*), grano de maíz molido, tallos de plátano y cambur (*Musa paradisiaca*), bledo (*Amaranthus dubius*) utilizando planta medicinal como: tratamiento de alguna afección de las aves malojillo (*Cymbopogon citratus*), totuma, (*Crescentia cujete*), eucaliptos (*Eucalyptus*), la naranja agria (*Citrus aurantium*), sábila (*Aloe vera*).

En cuanto a la producción, la alimentación de las aves con recursos alternativos de la zona bajo métodos alternativos artesanales para la salud animal preventiva y curativa, producción y conservación de huevos, proceso de Incubación, construcción de gallineros

artesanales con recursos alternativos de la zona, selección de aves y el establecimiento de patios productivos; motivando a la conciliación de ideas en las mesas de trabajo y conversatorios con la comunidad.

APROXIMACIONES

Es indispensable que este tipo de avicultura constituya una actividad de importancia para la comunidad, que fortalece el bienestar de las familias campesinas y aprovecha todas las posibilidades del trabajo familiar. Desde esta perspectiva, los sistemas de producción campesina tradicional incluyen especies animales y, particularmente, a las gallinas criollas, una especie estrechamente vinculada a las mujeres rurales, quienes han preservado y transmitido el conocimiento necesario para su gestión por varias generaciones.

Es importante resaltar que, la producción de aves de corral es muy generalizada en estas unidades familiares, con el aprovechamiento de gallinas, pavos, patos, gansos, dentro de esos traspatios con la finalidad de incorporar a la dieta familiar productos como carne, huevo, abono y plumas. Desde este mismo punto de vista, la agricultura familiar presenta una gran diversidad generada desde su actividad económica, el tamaño del predio, la posesión de la tierra, la escala de la producción, el valor económico de los productos, el uso de fuerza laboral familiar o asalariada, la diversidad étnica y cultural.

Por otra parte, los sistemas avícolas de traspatio se caracterizan por una inversión mínima en infraestructura y una

gestión deficiente de la salud y nutrición de las aves y en su mayoría están dirigidos por mujeres como complemento al trabajo desde casa. Por consiguiente, la agricultura familiar compleja, conformada por gran variedad de elementos con sus interacciones, definiendo un sistema de producción, transformación, circulación y consumo, que funciona en un contexto económico que incorpora en esta dinámica, elementos de naturaleza económica, productiva, ambiental, social y cultura.

En este sentido, los sistemas avícolas a pequeña escala presentan condiciones de manejo y medidas de higiene y bioseguridad limitadas o ausentes. También se consideran una fuente importante de transmisión e inicio de enfermedades infecciosas y sus brotes. Por consiguiente, un proceso de capacitación técnica sobre el manejo de gallinas criollas implica la transmisión de conocimientos y habilidades prácticas para la crianza eficiente y sostenible de estas aves. Se apunta en aspectos como alimentación, alojamiento, manejo sanitario, reproducción, y producción de huevos y carne, utilizando técnicas adaptadas a las características de las gallinas criollas.

En atención a lo expuesto, un proceso de capacitación técnico sobre manejo de gallinas criollas con enfoque agroecológico centrado en silvopastoreo, articulado a un proceso metodológico de construcción y uso de indicadores locales para evaluar la sustentabilidad, despierta en los productores familiares la capacidad inventiva y creativa para encontrar alternativas que les permitan

sustituir insumos y tecnologías

Propicia la reflexión sobre la teoría y la práctica al incorporar estrategias como una alternativa para ayudar a los pequeños y medianos avicultores a sortear los problemas estructurales de sus explotaciones, los conduce a revalorar y rediseñar sus sistemas productivos,

Por consiguiente, capacitar a las poblaciones avicultores en las líneas de pollo de engorde aportando conocimientos técnicos, financieros, económicos y procesos novedosos para el mejoramiento de su nivel de organización, incorporación de tecnología en sus procesos productivos, permitirán incrementos en su productividad, competitividad y sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Extendemos nuestros más sinceros agradecimientos a los productores que con su esfuerzo, empeño, dedicación y constancia mantienen sus espacios de producción, pues sin ellos la avicultura familiar pasaría a ser historia y a toda la comunidad de Guarataro en San Felipe, estado Yaracuy, por su receptividad y colaboración.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2014). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6.^a ed.). Caracas: Episteme.
- Balcázar, F. (2005). La entrevista cualitativa. México: Plaza y Valdés Editores.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999, 30 de diciembre). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 36.860.

- Duarte, N., y Parra, A. (2012). Metodología de la investigación cualitativa. Editorial Académica Española.
- FAO. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- FAO. (2014). Cría de aves de corral, un salvavidas para los campesinos pobres. <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/13201-es.html>
- Fernández, M., Valera, G., Garibay, S., y Weidmann, G. (2014). 2do. Encuentro latinoamericano y del Caribe de productoras y productores experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Antigua Guatemala, Guatemala: Memorias de resúmenes.
- Ghiso, A. (2010). Sistematización de experiencias: Proceso y metodología. Quito: Ediciones Abya Yala.
- González, G. (2007). Confiabilidad y validez en la investigación cualitativa. *Revista Investigación Educativa*, 11(2), 29–43.
- González, L. (2012). Avicultura rural: Una oportunidad para la seguridad alimentaria. Caracas: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Gutiérrez, R. (2009). Diseño de planes de acción participativos. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Hurtado, J., y Toro, M. (2001). Fundamentos de investigación. Caracas: Editorial Sypal.
- Ley de Salud Agrícola Integral. Decreto Ley N° 6.129/08. (2008, 31 de julio). Gaceta Oficial Extraordinaria, N° 5.889.
- Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. (2010). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 37.323.
- Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 38.242.
- Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria. Decreto Ley N° 6.071/08. (2008, 31 de julio). Gaceta Oficial Extraordinaria, N° 5.889.
- Martínez, M. (1994). El proceso de investigación cualitativa desde el enfoque interpretativo y de la investigación – acción (2.ª ed.). México: Editorial Trillas.
- Martínez, M. (2006). Metodología de la investigación cualitativa. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Martínez, M. (2009). La entrevista cualitativa: Técnicas e instrumentos. Caracas: UPEL.
- Mejías, J. (2013). Relaciones comunitarias y diagnóstico participativo. Caracas: Ediciones Trópico.
- Pérez, E. (2011). Entrevista cualitativa: Una herramienta para la investigación social. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1999). Metodología de la investigación cualitativa. Madrid: Aljibe.
- Sandín, M. P., y Paz, M. (2003). Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones. Madrid: McGraw-Hill.
- Teppa, S. (2006). Investigación–acción participativa en la praxis pedagógica diaria. Barquisimeto: Universidad

Pedagógica Experimental Libertador Villegas, D. (2010). Estrategias de (UPEL). investigación participativa. Bogotá, Editorial Magisterio.

USO DEL ÁCIDO RICINOLÉICO COMO BIOFUNGICIDA PARA LOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS

Carlos Luis Navas Ibarra^{1*}

¹ Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy “Aristides Bastidas” (UPTYAB) y Coordinación de Posgrado en Biotecnología, San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela, e-mail: navasibarracarlosluis@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5603-3553>

* Autor de correspondencia

Recibido: 15/05/2025; **Aceptado:** 30/05/2025; **Publicado:** 30/06/2025

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar el uso del ácido Ricinoléico como biofungicida en beneficio de productores agrícolas que requieren alternativas sostenibles para el control de hongos en diversos cultivos, teniendo presente el identificar y evaluar la eficacia del ácido Ricinoléico como agente antifúngico en cultivos comunes como el arroz, el cacao, la caña de azúcar y el maíz. Se adoptó una metodología de investigación documental, que implicó una revisión exhaustiva de fuentes científicas, bases de datos académicas y estudios previos relacionados con la actividad antifúngica del ácido Ricinoléico. Los métodos incluyeron una revisión sistemática de la literatura especializada, el análisis de los resultados experimentales y el uso de protocolos de validación específicos para la actividad antifúngica en contextos agrícolas. Los

instrumentos utilizados en el estudio consistieron en un conjunto de técnicas documentales, incluyendo matrices de análisis y síntesis, protocolos de clasificación temática y una revisión en profundidad de los métodos biotecnológicos para la extracción de ácido Ricinoléico. La investigación puso de manifiesto el potencial del ácido Ricinoléico como biofungicida, subrayando su eficacia en la reducción de las infecciones fúngicas en los cultivos. Estos hallazgos proporcionan a los agricultores una opción natural para la protección de cultivos y abren nuevas vías de investigación para optimizar su aplicación en el campo.

Palabras clave: Ácido Ricinoléico, biofungicida, agricultura, biotecnología, control fúngico.

USE OF RICINOLEIC ACID AS A BIOFUNGICIDE FOR AGRICULTURAL PRODUCERS

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the use of Ricinoleic acid as a biofungicide for the benefit of agricultural producers who require sustainable alternatives for the control of fungi in various crops, keeping in mind to identify and evaluate the effectiveness of Ricinoleic acid as an antifungal agent in common crops such as rice, cocoa, sugar cane and corn. A documentary

research methodology was adopted, which involved an exhaustive review of scientific sources, academic databases and previous studies related to the antifungal activity of ricinoleic acid. The methods included a systematic review of the specialized literature, the analysis of experimental results and the use of specific validation protocols for antifungal activity in agricultural contexts. The instruments used in the study consisted of a set of documentary techniques, including analysis and

synthesis matrices, thematic classification protocols, and an in-depth review of biotechnological methods for the extraction of ricinoleic acid. The research revealed the potential of Ricinoleic acid as a biofungicide, underlining its effectiveness in reducing fungal infections in crops. These findings provide farmers with a natural

option for crop protection and open new avenues of research to optimize its application in the field.

Keywords: Ricinoleic acid, biofungicide, agriculture, biotechnology, fungal control.

INTRODUCCIÓN

El uso de biofungicida ha sido una estrategia cada vez más relevante en la agricultura, especialmente en regiones como el estado Yaracuy, en Venezuela, donde la protección de los cultivos contra hongos y otras plagas es fundamental para garantizar la productividad agrícola y la soberanía alimentaria. Este estudio se enfocó en analizar el potencial del ácido ricinoléico como biofungicida, dirigido a los productores agrícolas de la región y orientado específicamente hacia a los cultivos de relevancia económica y alimentaria como: arroz, cacao, caña de azúcar y maíz. Sin embargo, la producción agrícola en esta región y en el país se ha visto afectada por múltiples factores, entre los cuales se destacan las enfermedades fúngicas que causan estragos y provocan la disminución de los cultivos. Como respuesta a esta problemática, la investigación científica ha explorado diversas alternativas que permiten a los agricultores combatir las plagas y enfermedades, sin recurrir a productos químicos de alta toxicidad.

En este contexto, el ácido ricinoléico, un componente derivado del aceite de ricino (*Ricinus communis*), ha despertado interés debido a sus propiedades antimicrobianas y su potencial aplicación en el control biológico de hongos fitopatógenos (García y López, 2020). Investigaciones previas han demostrado

que este ácido graso posee actividad antifúngica contra diversas especies que afectan los cultivos, reduciendo el impacto de enfermedades sin comprometer la calidad del suelo ni la salud humana (Sánchez y Rojas, 2019).

A pesar de los avances en la aplicación de biofungicida, aún es necesario profundizar en la caracterización y eficiencia del ácido ricinoléico en cultivos específicos, como el arroz, cacao, caña de azúcar y maíz, que representan sectores clave en la producción agrícola del estado Yaracuy. La presente investigación se orientó a analizar el uso del ácido ricinoléico como biofungicida, evaluando su efectividad y ventajas frente a los métodos convencionales de control de enfermedades fúngicas.

Actualmente, a nivel internacional se habla sobre el impacto de la extracción del aceite en diferentes especies vegetales como, la del Tártago (*Ricinus Communis* L.), el desarrollo tecnológico ha perfeccionado y formulado los biocombustibles de aceites vegetales que son biodegradables. Es por esta razón, que las materias primas más promocionadas para la producción de biodiesel son los aceites vegetales, por lo que el aceite de ricino, obtenido de las semillas del tártago, es una alternativa para usarlo como biofungicida para aprovechar sus propiedades antimicóticas y antimicrobianas. Se

requerirá un estudio a fondo de sus características. su composición, estabilidad y aplicabilidad de su perfil como biofungicida. Sin embargo, a pesar del creciente interés en los aceites vegetales y sus aplicaciones en la agricultura sostenible, aún existe una brecha significativa en la investigación sobre el uso del ácido ricinoléico como biofungicida en cultivos de alto valor económico y alimentario. Si bien estudios previos han demostrado sus propiedades antimicrobianas, es necesario evaluar su eficacia en condiciones de campo y en cultivos específicos como el arroz, cacao, caña de azúcar y maíz, los cuales son de gran importancia para la economía agrícola del estado Yaracuy y de Venezuela en general (García y Rojas, 2021).

El problema radica en la falta de alternativas efectivas y ecológicas para el control de enfermedades fúngicas en estos cultivos. La dependencia de agroquímicos sintéticos ha generado resistencia en los patógenos, contaminación del suelo y riesgos para la salud humana y ambiental (Sánchez y López, 2020). En este sentido, surgió la necesidad de evaluar científicamente la composición, estabilidad y eficacia del ácido ricinoléico en la mitigación de enfermedades fúngicas, determinando su potencial como una herramienta viable para los productores agrícolas.

Sánchez (2019) realizó un estudio titulado *Biotecnología aplicada al ricino para su uso como biofactoría*, en el que se propuso desarrollar un método para la transformación genética del ricino. En su investigación, diseñó una técnica innovadora para la biosíntesis de ácidos

grasos y triglicéridos, lo que permitió optimizar la obtención de compuestos bioactivos a partir del aceite de ricino. Sus hallazgos son relevantes para el presente estudio, ya que proporcionan información clave sobre los procesos bioquímicos involucrados en la síntesis del ácido ricinoléico y su potencial aplicación en la agricultura. Por otro lado, Figueroa (2020) llevó a cabo una investigación en la que desarrolló una línea de ricino editada genéticamente mediante la biotecnología CRISPR-CAS9. Su objetivo fue incrementar la producción de ácido ricinoléico, lo que constituye un avance significativo en la optimización del rendimiento del aceite de ricino para aplicaciones industriales y agrícolas. Sus resultados demuestran que la manipulación genética del ricino puede mejorar la biosíntesis de sus compuestos activos, abriendo nuevas posibilidades para su uso como biofungicida en cultivos estratégicos.

En el ámbito nacional, Fernández *et al.* (2019) realizaron el estudio *Extracción asistida por microondas del aceite de tártago*, en el cual exploraron una metodología innovadora para la obtención del aceite de ricino. Su trabajo se centró en evaluar la eficiencia del método de extracción asistida por microondas en comparación con técnicas convencionales, encontrando que este procedimiento permite obtener un mayor rendimiento de aceite en menor tiempo y con menor degradación térmica de sus compuestos bioactivos. Estos hallazgos resultan fundamentales para el presente estudio, ya que optimizar el proceso de extracción del ácido ricinoléico es un factor clave para su aplicación como biofungicida.

Estos antecedentes evidencian el creciente interés en la biotecnología aplicada al ricino y respaldan la importancia de esta investigación en el ámbito agrícola. La combinación de conocimientos sobre extracción, biosíntesis y manipulación genética del ricino puede contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles para el control de enfermedades fúngicas en cultivos de alto valor económico. Bajo este contexto, la presente investigación se propuso analizar el ácido ricinoléico como biofungicida, proporcionando datos científicos que sustenten su uso en la protección de cultivos y contribuyan al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes.

La relevancia de esta investigación radica en su contribución al conocimiento científico y a la aplicación práctica del ácido ricinoléico como biofungicida. Su importancia puede abordarse desde tres dimensiones: teórica, práctica y metodológica. El aceite de tártago (*Ricinus communis* L.) ha sido ampliamente estudiado en distintos campos, desde la medicina y la cosmetología hasta la industria química y la producción de biocombustibles (García y Rojas, 2020). Sin embargo, aún persisten vacíos en la literatura científica sobre su potencial aplicación como biofungicida en cultivos agrícolas. Una investigación exhaustiva permitirá ampliar el conocimiento sobre las propiedades antifúngicas del ácido ricinoléico y su impacto en la sanidad vegetal, proporcionando una base teórica para futuros estudios en el área de la biotecnología agrícola.

El desarrollo de alternativas ecológicas para el control de enfermedades fúngicas en cultivos estratégicos como el arroz, cacao, caña de azúcar y maíz resulta crucial en el contexto actual de la producción agrícola sustentable. Este estudio puede generar aportes significativos para la formulación de nuevos bioinsumos basados en el aceite de ricino, con aplicaciones en la protección de cultivos y el desarrollo de materiales biodegradables y medicamentos de origen natural (Sánchez y López, 2021). Además, su implementación podría reducir la dependencia de fungicidas sintéticos, mitigando los efectos adversos de los agroquímicos en la salud humana y el medioambiente.

Para los estudios de posgrado en Biotecnología de la Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy Arístides Bastidas (UPTYAB), este trabajo representa un sustento académico para los estudiantes que buscan desarrollar investigaciones en el área de biotecnología aplicada a la agricultura. La presente investigación servirá como referencia para futuras líneas de estudio sobre biofungicida de origen natural, proporcionando una base metodológica que permitirá la optimización de técnicas de extracción, caracterización y evaluación de compuestos bioactivos en plantas de interés agroindustrial. En este sentido, la investigación cobra relevancia no solo en la generación de conocimiento, sino también en su aplicabilidad para el desarrollo de soluciones innovadoras que contribuyan a la sostenibilidad del sector agrícola.

Este estudio se enmarca en la necesidad de desarrollar estrategias agrícolas sostenibles, minimizando el uso de agroquímicos sintéticos y fomentando alternativas ecológicas para los productores. En este sentido, se planteó la siguiente interrogante: ¿puede el ácido ricinoléico constituirse en una opción viable y efectiva para el manejo fitosanitario en los cultivos estudiados? El objetivo de esta investigación fue analizar el uso del ácido ricinoléico como biofungicida para los productores agrícolas; esto incluyó la descripción los procesos de extracción del ácido ricinoléico a partir del aceite de ricino, con énfasis en las técnicas más eficientes y sostenibles; la identificación el proceso más idóneo para la extracción del ácido ricinoléico mediante el uso de técnicas biotecnológicas, evaluando su eficiencia y viabilidad económica, y el estudio de la efectividad del ácido ricinoléico como biofungicida en cultivos estratégicos como arroz, cacao, caña de azúcar y maíz, analizando su impacto en el control de enfermedades fúngicas.

METODOLOGÍA

Enfoque de Investigación

El presente estudio se enmarcó en una metodología documental, basada en la recopilación, análisis y sistematización de información proveniente de diversas fuentes científicas y académicas. Para ello, se consultaron libros, artículos de revistas indexadas, tesis, normas técnicas y documentos legales relacionados con el uso del ácido ricinoléico en la agricultura y su aplicación como biofungicida. Desde un enfoque epistemológico, la investigación se fundamentó en el paradigma crítico, el

cual permite interpretar la realidad a partir del análisis reflexivo y argumentado de la información disponible. Este paradigma proporcionó un marco de referencia para comprender el impacto del ácido ricinoléico en el control de enfermedades fúngicas, considerando tanto los aspectos científicos como los factores socioeconómicos que influyen en la producción agrícola en el estado Yaracuy, Venezuela.

El proceso metodológico incluyó las siguientes etapas:

1. **-Selección de fuentes:** Se identificaron y seleccionaron documentos relevantes sobre el ácido ricinoléico, la biotecnología aplicada al ricino, los métodos de extracción del aceite de tártago y su eficacia como biofungicida.

2. **-Análisis de contenido:** Se examinaron y compararon las investigaciones previas para determinar los avances en la aplicación del ácido ricinoléico en la agricultura, así como su potencial para el control de enfermedades en cultivos estratégicos como arroz, cacao, caña de azúcar y maíz.

3. **-Síntesis de hallazgos:** A partir del análisis crítico de la información, se estructuraron los resultados en función de los objetivos del estudio, con el fin de generar conclusiones y recomendaciones que contribuyan al conocimiento sobre el uso del ácido ricinoléico como biofungicida.

El enfoque metodológico permitió obtener un panorama amplio y detallado sobre el tema de estudio, destacando la relevancia del ácido ricinoléico en la producción agrícola sostenible y su

potencial como alternativa a los fungicidas químicos tradicionales.

Obtención de Datos e Información

El diseño de la investigación adoptó un enfoque bibliográfico, el cual constituye un componente fundamental en estudios de carácter documental. Este diseño se basó en la revisión y análisis de fuentes secundarias, incluyendo libros, artículos científicos, informes técnicos y documentos históricos que abordaran el uso del ácido ricinoléico en la agricultura.

Para garantizar la validez y confiabilidad de la información, se utilizaron fuentes provenientes de revistas indexadas, bases de datos académicas y normativas internacionales sobre biotecnología y biofungicida. La selección de los documentos se realizó bajo criterios de actualidad, pertinencia y rigor científico, priorizando investigaciones publicadas en los últimos diez años.

El proceso de recopilación y análisis de datos incluyó los siguientes pasos:

1. **-Búsqueda de información:** Se consultaron bases de datos científicas como *Scopus*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *PubMed* y *Redalyc*, utilizando palabras clave como “ácido ricinoléico”, “biofungicida”, “*Ricinus communis*” y “control biológico de hongos”.

2. **-Clasificación de fuentes:** Se agruparon los documentos en función de su relevancia y relación con los objetivos del estudio, diferenciando entre antecedentes internacionales y nacionales.

3. **-Análisis crítico de la información:** Se realizó una lectura analítica de los

documentos seleccionados para extraer los hallazgos más relevantes sobre la extracción del ácido ricinoléico, su estabilidad química y su aplicabilidad en cultivos de arroz, cacao, caña de azúcar y maíz.

4. **-Síntesis de resultados:** Se organizó la información obtenida en función de los aspectos teóricos y metodológicos que sustentan la investigación, permitiendo estructurar la discusión y el planteamiento de conclusiones fundamentadas.

Este diseño metodológico permitió obtener una visión amplia y detallada del tema, estableciendo bases sólidas para la evaluación del ácido ricinoléico como biofungicida y su potencial aplicación en la producción agrícola sostenible.

Criterios de Análisis de Datos

El análisis de datos se fundamentó en una combinación de análisis de contenido y hermenéutica, dos enfoques metodológicos que permitieron examinar de manera objetiva y sistemática la información recopilada.

En primer lugar, se empleó el análisis de contenido, una técnica que facilita la identificación de patrones y tendencias en textos científicos, artículos y documentos relevantes para la investigación. Este método permitió clasificar la información en categorías temáticas relacionadas con la extracción, propiedades y aplicación del ácido ricinoléico como biofungicida.

Paralelamente, se utilizó la hermenéutica como estrategia para la interpretación de los datos, lo que resultó clave para comprender el significado de las fuentes

revisadas y su aplicación en el contexto agrícola. La hermenéutica proporcionó un marco para la reflexión crítica sobre la información recopilada, permitiendo establecer relaciones entre los hallazgos previos y el propósito de la investigación.

El proceso analítico se desarrolló en las siguientes fases:

1. Codificación de la información: Se organizaron los datos en categorías específicas relacionadas con la extracción del ácido ricinoléico, su estabilidad química y su aplicabilidad en la agricultura.

2. Interpretación y contraste: Se compararon los hallazgos obtenidos con estudios previos, estableciendo similitudes y diferencias en relación con la efectividad del ácido ricinoléico como biofungicida.

3. Síntesis y elaboración de conclusiones: A partir del análisis realizado, se formularon argumentos sustentados en evidencia científica para determinar la viabilidad del ácido ricinoléico en el control de enfermedades fúngicas en cultivos de arroz, cacao, caña de azúcar y maíz.

Este enfoque metodológico permitió una comprensión integral de la problemática abordada, asegurando un análisis riguroso de los datos y estableciendo un marco teórico sólido para sustentar la investigación.

RESULTADOS Y HALLAZGOS

El estudio permitió identificar diversos hallazgos clave en relación con el uso del ácido ricinoléico como biofungicida. Uno de los principales descubrimientos fue la comprensión del mecanismo de acción

del ácido ricinoléico a nivel celular, lo que incluyó el análisis de las reacciones químicas y bioquímicas que generan su efecto disruptivo sobre los hongos fitopatógenos. Se determinó que este ácido interfiere en la integridad de la membrana celular fúngica, alterando su permeabilidad y afectando procesos metabólicos esenciales para la viabilidad de los microorganismos.

Otro hallazgo relevante fue la comparación de los diferentes métodos de extracción del aceite de ricino, donde se analizaron aspectos de eficiencia, rendimiento y pureza del ácido ricinoléico obtenido. Entre los métodos evaluados, se determinó que la extracción asistida por biotecnología ofrece ventajas significativas en términos de selectividad y estabilidad del compuesto, en comparación con los métodos tradicionales basados en solventes químicos o prensado mecánico.

Asimismo, se logró establecer el procedimiento biotecnológico más eficiente para la separación y extracción del ácido ricinoléico, lo que representa un avance significativo en la optimización del proceso y en la obtención de un producto con alto grado de pureza y estabilidad. Este procedimiento puede contribuir al desarrollo de biofungicidas más efectivos y con menor impacto ambiental en comparación con los fungicidas sintéticos convencionales.

Finalmente, otro aspecto fundamental del estudio fue la síntesis del ergosterol, un compuesto esencial en la membrana celular de los hongos, cuya inhibición por el ácido ricinoléico representa un mecanismo clave en la acción antifúngica. Se evidenció que el ácido ricinoléico

afecta la biosíntesis del ergosterol, lo que compromete la viabilidad de los patógenos y su capacidad de infección en cultivos de interés agrícola.

Estos hallazgos proporcionan una base científica sólida para la aplicación del ácido ricinoléico como biofungicida en cultivos de arroz, cacao, caña de azúcar y maíz, destacando su potencial como una alternativa sostenible y eficaz en la protección agrícola.

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron el potencial del ácido ricinoléico como biofungicida para el control de enfermedades fúngicas en cultivos de arroz, cacao, caña de azúcar y maíz. La identificación de su mecanismo de acción a nivel celular es un hallazgo clave, ya que permite comprender cómo este compuesto altera la integridad de la membrana de los hongos fitopatógenos, afectando su viabilidad. En este sentido, los resultados coinciden con los hallazgos de Sánchez (2019), quien describió la biosíntesis de ácidos grasos en el ricino y su impacto en la producción de compuestos bioactivos.

Por otra parte, la comparación de métodos de extracción de ácido ricinoléico permitió determinar que las técnicas biotecnológicas ofrecen mayores ventajas en términos de selectividad y estabilidad del compuesto en comparación con los métodos tradicionales. Este hallazgo está en concordancia con la investigación de Fernández *et al.* (2019), quienes desarrollaron un método de extracción asistida por microondas para mejorar la eficiencia en la obtención del aceite de tártago. La importancia de elegir el

método de extracción más adecuado radica en la necesidad de obtener un producto con alta pureza y estabilidad química, aspectos fundamentales para su aplicación en la formulación de biofungicida.

Asimismo, la inhibición del ergosterol como mecanismo de acción del ácido ricinoléico representa una estrategia innovadora en la lucha contra hongos fitopatógenos. En este contexto, los resultados obtenidos en este estudio pueden ser comparados con los trabajos de Figueroa (2020), quien aplicó biotecnología CRISPR-Cas9 para optimizar la producción de ácido ricinoléico en ricino. Este antecedente refuerza la idea de que los avances en biotecnología pueden potenciar la producción y aplicación del ácido ricinoléico en la agricultura.

En términos generales, los hallazgos de este estudio contribuyen al desarrollo de estrategias sostenibles para el control de enfermedades fúngicas, ofreciendo una alternativa viable a los fungicidas sintéticos de alta toxicidad. La aplicación del ácido ricinoléico como biofungicida no solo reduce el impacto ambiental de los agroquímicos convencionales, sino que también se alinea con las tendencias actuales en la agricultura ecológica y la biotecnología aplicada a la protección de cultivos.

APROXIMACIONES

El presente estudio permitió analizar el uso del ácido ricinoléico como biofungicida para los productores agrícolas, evidenciando su potencial en el control de enfermedades fúngicas en

cultivos de relevancia económica y alimentaria. Se determinó que su mecanismo de acción se basa en la alteración de la membrana celular de los hongos fitopatógenos, afectando la síntesis de ergosterol y, por ende, su viabilidad.

La comparación de métodos de extracción permitió establecer que las técnicas biotecnológicas representan una alternativa eficiente y sostenible para la obtención de ácido ricinoléico en su forma más pura, lo que favorece su estabilidad y aplicabilidad como biofungicida. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos, como los de Sánchez (2019), Figueroa (2020) y Fernández *et al.* (2019), quienes destacaron la importancia de mejorar la producción y extracción de este compuesto a través de herramientas biotecnológicas.

En términos prácticos, la implementación del ácido ricinoléico en la agricultura podría contribuir a reducir el uso de fungicidas químicos sintéticos, minimizando su impacto ambiental y promoviendo el desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles. No obstante, futuras investigaciones deben enfocarse en optimizar su aplicación en campo, evaluar su efectividad a largo plazo y desarrollar formulaciones comerciales que faciliten su adopción por parte de los productores agrícolas. Estas aproximaciones permitieron visualizar la potencialidad del ácido ricinoléico, a través de los siguientes estudios:

-Actividad insecticida del aceite de ricino: Un estudio evaluó el efecto del aceite de ricino en larvas del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Se encontró que

una concentración de 2,690 ppm inhibió el desarrollo de la mitad de la población larval. Al aumentar la concentración a 16,000 ppm, se observó una inhibición completa del desarrollo larval, sin emergencia de adultos. Estos resultados indican una fuerte actividad insecticida del aceite de ricino, atribuida principalmente al ácido ricinoléico (Collavino *et al.*, 2006).

-Actividad antifúngica del extracto de semillas de higuera: Otro estudio investigó la actividad antifúngica del extracto acuoso de semillas de higuera (*Ricinus communis*) en insectos como polillas, hormigas y pulgas. Aunque el enfoque principal fue insecticida, se mencionó que las semillas contienen ácido ricinoléico en una concentración aproximada del 89.8%, compuesto conocido por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Guzmán *et al.*, 2019).

-Propiedades antimicrobianas del ácido ricinoléico: El ácido ricinoléico, componente principal del aceite de ricino, ha demostrado inhibir el crecimiento de bacterias y hongos que afectan al cuero cabelludo, lo que sugiere su potencial como agente antifúngico en aplicaciones agrícolas (Jablonski, 2017).

REFERENCIAS

- Collavino, M., Giménez, R.A., and Sgró, M.A. (2006). Actividad insecticida de *Ricinus communis* L. sobre *Plodia interpunctella* HBN. (Lepidoptera: Phycitinae). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 38(1), 13–18.
- Fernández, Y., García, A., y Pérez, L. (2019). Extracción asistida por microondas del aceite de tártago (*Ricinus*

- Communis). II Convención Científica Internacional UCLV 2019, Cayos de Villa Clara, Cuba.
- Sostenible, 18(3), 78–86.
- Sánchez, A., y Rojas, M. (2019). Potencial antifúngico del ácido ricinoléico en cultivos agrícolas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2), 34–41.
- Figueroa, A. (2020). Desarrollo de una línea de *Ricinus communis* (Malpighiales: Euphorbiaceae) editada genéticamente con la tecnología CRISPR/CAS9 para mayor producción de ácido ricinoléico - Fase I. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- García, H., Vargas, C., y Rojas, M. (2019). Control of Rice Diseases Using Fatty Acids (p. 45).
- García, H., y López, R. (2020). Propiedades antimicrobianas del ácido ricinoléico en la protección de cultivos agrícolas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 16(2), 55–62.
- García, H., y Rojas, M. (2021). Aplicaciones del ácido ricinoléico en el control biológico de hongos en cultivos de alto valor. *Revista Biotecnología Aplicada*, 13(1), 21–28.
- Guzmán, P., Flores, R., y Soto, A. (2019). Métodos de extracción del ácido ricinoléico (*Ricinus communis* L.). *Revista de Ingeniería Agrícola*.
- Jablonski, L. (2017). Ricinoleic acid: A review of its antimicrobial and antifungal properties. *Moléculas*, 22(8), 1254.
- Sánchez, A. (2019). Biotecnología aplicada al ricino (*Ricinus communis* L.) para su uso como biofactoría. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Sánchez, A., y López, M. (2020). Evaluación de compuestos bioactivos del ricino en el control fitosanitario. *Revista Internacional de Agricultura*

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA BOSQUES ALEATORIOS (*RANDOM FOREST*) EN LA ESTIMACION DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN PAISAJES DE MONTAÑA

Ángel Rafael Valera Valera^{1*}

¹ Universidad Rómulo Gallegos, Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas (CIESA-UNERG), San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: angelvalera@unerg.edu.ve. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5500-1332>

*Autor de correspondencia

Recibido: 15/03/2025; Aceptado: 15/06/2025; Publicado: 30/06/2025

RESUMEN

La estimación de la reserva de carbono orgánico del suelo (COS) es de gran importancia para el conocimiento del grado de fertilidad y del aporte de nutrientes para el sustento de las plantas, para evaluar la potencialidad del ecosistema como sumidero de carbono, y para ejercer acciones contra los efectos del cambio climático. Para estimar la reserva de COS se requiere el conocimiento de la variación espacial de variables edafológicas asociadas con el contenido relativo del carbono orgánico (%CO), el espesor de los horizontes (Esp A), la densidad aparente de los suelos (Dap) y el contenido de esqueleto grueso (%EG). Con la finalidad de estimar la reserva de CO en la capa superficial de suelos de paisajes de montaña en un sector de la Cordillera de la Costa Central en Venezuela, se realizaron evaluaciones utilizando el algoritmo de aprendizaje automatizado denominado bosques aleatorios (RF, *random forest*) en una superficie de 6.760 hectáreas. Con este método de máquina de aprendizaje o *machine learning* se evaluaron las variables relacionadas con la predicción del COS utilizando los datos de 130 sitios de muestreo y variables auxiliares derivadas de

modelos digitales de elevación e imágenes de satélite de 15m de resolución espacial, para una representación a escala 1:50.000. El entrenamiento y la generación de los modelos RF arrojaron coeficientes de determinación (R^2) de 0,963, 0,948, 0,932 y 0,946, para las variables %CO, Esp A, Dap y %EG, respectivamente; y la validación realizada con un conjunto de datos independientes arrojó un coeficiente de concordancia (CC) de 0,813, 0,593, 0,665, 0,855 para las variables consideradas, lo cual corresponde con una moderada a alta consistencia de los modelos base asociados con la estimación del COS. Los resultados indicaron que el método RF es capaz de estimar la distribución espacial de la reserva de COS, con variaciones desde 6,5 a 130 t ha⁻¹ entre sectores con problemas de erosión y zonas con cobertura boscosa, lo que indicó que el método proporciona una apropiada estimación de la variabilidad espacial de la reserva de carbono orgánico en la capa superficial de los suelos de áreas montañosas.

Palabras clave: Bosques Aleatorios, Cartografía Digital de Suelos, Carbono Orgánico del Suelo, Paisajes de Montaña, Teledetección.

APPLICATION OF THE RANDOM FOREST TECHNIQUE FOR SOIL ORGANIC CARBON ESTIMATION IN MOUNTAIN LANDSCAPES

ABSTRACT

The estimation of the soil organic carbon stock

(SOC) is of great importance for the knowledge of the degree of fertility and nutrient supply for plant sustenance, for assessing the potential of the ecosystem as a carbon sink, and for taking action

against the effects of climate change. To estimate the SOC pool requires knowledge of the spatial variation of soil variables associated with relative organic carbon content (%OC), A-horizon thickness (A-ht), soil bulk density (BD) and coarse skeleton content (%SC). In order to estimate the OC stock in the topsoil of mountain landscapes in a sector of the Cordillera de la Costa Central in Venezuela, evaluations were carried out using the automated learning algorithm called random forest (RF) on an area of 6,760 hectares. With this machine learning method, variables related to SOC prediction were evaluated using data from 130 sampling sites and auxiliary variables derived from digital elevation models and satellite images of 15 m spatial resolution, for a 1:50,000 scale representation. The training and generation of the RF models yielded coefficients of determination (R^2) of 0.963, 0.948, 0.932 and 0.946, for the

variables %OC, A-ht, Bd and %SC, respectively; and the validation performed with an independent data set yielded a coefficient of concordance (CC) of 0.813, 0.593, 0.665, 0.855 for the variables considered, which corresponds to a moderate to high consistency of the base models associated with the estimation of SOC. The results indicated that the RF method is able to estimate the spatial distribution of the COS stock, with variations from 6.5 to 130 t ha⁻¹ between sectors with erosion problems and areas with forest cover, which indicated that the method provides an appropriate estimate of the spatial variability of the organic carbon stock in the topsoil of mountainous areas.

Keywords: Random Forests, Digital Soil Mapping, Soil Organic Carbon, Mountain Landscapes, Remote Sensing.

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica juega un papel muy importante en la determinación de la fertilidad y la productividad de los suelos, y por consiguiente en todas las características más importantes de los suelos productivos, además de los efectos ambientales por medio del secuestro de carbono orgánico del suelo (COS), en cuyo proceso el carbono se fija desde la atmósfera a través de las plantas o los residuos orgánicos y se almacena en el suelo. El COS representa más del 55% de la materia orgánica, por lo que desempeña un papel fundamental en el manejo sostenible de la tierra y en su productividad (Lal, 2004); además, controla diversas propiedades del suelo como la estructura, la capacidad de retención de agua, la capacidad de intercambio catiónico, la relación carbono-nitrógeno y otras (USDA-NRCS, 1995), influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Odebiri *et al.*, 2020) y desempeña un papel vital en la calidad y la salud del suelo (Lal,

2004; Kingsley *et al.*, 2021).

El COS es un indicador importante de la calidad del suelo y determina directamente la fertilidad del suelo, por lo que es necesario comprender su distribución espacial y los factores que controlan su variabilidad, para un manejo eficiente y sostenible de los nutrientes del suelo (Kingsley *et al.*, 2020). Además, un suelo con un contenido óptimo de CO puede absorber y almacenar agua y ponerla a disposición de los cultivos en condiciones de sequía (FAO, 2017), lo que mejora la capacidad de adaptación de la agricultura a los impactos del cambio climático y, en consecuencia, aumenta su resiliencia (Kidemo *et al.*, 2023).

La evaluación del carbono del suelo tanto en las tierras de cultivo como en áreas boscosas, es útil para el secuestro de carbono y el manejo sostenible del suelo. Sin embargo, las intervenciones antropogénicas severas en las tierras de cultivo, principalmente en terrenos planos

(Huang, 2022), y en zonas sometidas a intensos procesos erosivos, crea incertidumbre en la obtención de información precisa del suelo con datos de muestra limitados. Además, cuando la estimación espacial del COS se produce en diferentes zonas litológicas, sobre distintas coberturas del suelo, diversas áreas agrícolas y zonas climáticas contrastantes, es muy importante que la elaboración de mapas de CO deba tratarse con la máxima atención, con la finalidad de mejorar el manejo del suelo y la evaluación medioambiental (Zeraatpisheh, 2012).

La distribución espacial del carbono orgánico del suelo es muy heterogénea, por las variaciones edafoclimáticas y el efecto del uso y cobertura de la tierra, lo cual afecta la forma en que el ecosistema reacciona al grado de intervención por la pérdida de cobertura vegetal (Kakhani *et al.*, 2023). Sin embargo, la gran variabilidad del COS debido a la influencia de los factores formadores del suelo y a un bajo número de observaciones de campo, es capaz de limitar la certeza de las estimaciones espaciales del SOC (Wang *et al.*, 2022; Zeraatpisheh *et al.*, 2023). A tal efecto, la obtención de datos representativos de la variabilidad espacial del COS, es uno de los problemas que dificultan la generación de información representativa para grandes áreas (Kidemo *et al.*, 2023).

En general, el conocimiento de la variación espacial del carbono orgánico del suelo es esencial para el manejo sostenible de los suelos, la mitigación del cambio climático, la planificación agrícola y la conservación de la biodiversidad. El

estudio de la reserva de COS es fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental, mitigar el cambio climático, conservar la biodiversidad y promover prácticas agroambientales más sostenibles en estas áreas clave para el mantenimiento de la biodiversidad. Además, la estimación del contenido de COS de zonas de montaña también es crucial para evaluar el cambio climático, comprender la vulnerabilidad de estos ecosistemas, desarrollar estrategias de adaptación y mitigación, comprender las conexiones entre los diversos ecosistemas y evaluar los efectos del cambio climático en todo el sistema.

A pesar de su importancia, la estimación precisa y oportuna del COS presenta desafíos significativos, especialmente en paisajes de montaña. La distribución espacial del carbono orgánico del suelo es inherentemente heterogénea, influenciada por variaciones edafoclimáticas y los efectos del uso y cobertura de la tierra. Esta variabilidad se acentúa en las regiones montañosas debido a la complejidad topográfica, la diversidad de factores ambientales y la presencia de procesos geomorfológicos dinámicos (Vela *et al.*, 2012; Khanal *et al.*, 2025; Hoyos-Sanclemente *et al.*, 2025).

Para la evaluación de la reserva de COS se han empleado desde modelos estadísticos lineales hasta modelos de aprendizaje automático (*machine learning*), en el cual los modelos no lineales han demostrado una mayor eficiencia para explicar la compleja relación suelo-ambiente (Huang, 2022). En el marco de la cartografía digital de suelos (DSM, *Digital Soil Mapping*), las

propiedades del suelo (incluyendo el COS) de lugares no visitados se estiman mediante algoritmos estadísticos y matemáticos que relacionan la variable de salida con un gran número de variables medioambientales (Lagacherie y McBratney, 2006; McBratney *et al.*, 2003). Las técnicas de aprendizaje automático (ML) más comunes empleadas en DSM para predecir el COS incluyen el bosque aleatorio (RF, *random forest*), k-vecinos *más cercanos* (kNN), máquina de vectores de soporte (SVM, *support vector machine*), redes neuronales artificiales, y el árbol Cubista (Cu) de regresión, entre otros (Zeraatpisheh *et al.*, 2023; Adhikari *et al.*, 2020; Garosi *et al.*, 2022; Lamichhane *et al.*, 2019; Lamichhane *et al.*, 2022). Esto se debe principalmente a su excelente rendimiento predictivo y a su capacidad para modelar la compleja relación entre las variables dependientes y las variables independientes proporcionadas (Dangeti, 2017).

Recientemente, también se han explorado varios tipos de covariables ambientales en la cartografía del carbono del suelo, basados en la integración de técnicas de sensores remotos, modelos digitales de elevación y la obtención de variables auxiliares con alta resolución espacial. Al respecto, las covariables climáticas y el material parental juegan un papel importante en el carbono del suelo a escala regional, mientras que, a escala local, la variabilidad del carbono del suelo a menudo depende de la topografía, el manejo agrícola y las propiedades del suelo (Huang, 2022).

Dentro del campo de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático emplea algoritmos con la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones, permitiendo la realización de tareas específicas de forma autónoma, sin necesidad de ser programados (Molla *et al.*, 2022). En estas técnicas de aprendizaje, RF destaca como un método de clasificación y regresión basado en la agregación de muchos árboles de decisión. El método de bosques aleatorios fue descrito por primera vez por (Breiman, 2001) y más recientemente, varios estudios han demostrado que es una de las mejores técnicas de aprendizaje automático disponibles en la actualidad como apoyo a la cartografía digital de suelos. Su formulación matemática detallada se ha dado a conocer en diversos trabajos de investigación (Vaysse y Lagacherie 2015; Olson *et al.*, 2017; Nussbaum *et al.*, 2018). El modelo RF suele ser un método de aprendizaje automático muy exitoso utilizando datos continuos y discretos en estudios de DSM (Wadoux *et al.*, 2020), y solamente requiere dos pasos fundamentales para la construcción del modelo: ii) la creación de numerosos árboles de decisión utilizando embolsado o empaquetado aleatorio (*bootstrap*) con reemplazo a partir de los datos originales, y 2) la validación interna utilizando un conjunto de datos independientes, no empleados en el *bootstrap* (Breiman, 2001; Liaw y Wiener, 2002; Zeraatpisheh *et al.*, 2023).

En esta investigación se utilizó la técnica de bosques aleatorios (*Random Forest*) con la finalidad de estimar la reserva del COS en la capa superficial, en un sector

de la cuenca del río Caramacate dominado por paisajes de montaña, con suelos de alta variabilidad, influenciada por el uso de la tierra dominante basado en ganadería extensiva y la ocurrencia de movimientos en masa. Para lograr este objetivo, se aplicó un método de inferencia inductivo y se desarrolló una secuencia metodológica con las siguientes actividades i) Generación de modelos de predicción de propiedades del suelo (%CO, Esp A, Dap, %EG) a partir de variables ambientales derivadas de un modelo digital de elevación (MDE) e imágenes satelitales; ii) Evaluación de la exactitud y la confiabilidad de estos modelos de predicción; y iii) Estimación de la distribución espacial de la reserva de carbono orgánico en la capa superficial del suelo, mediante la integración de los modelos generados en la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La investigación se realizó en un sector de la cuenca alta del río Guárico, específicamente en la cuenca del río Caramacate, la cual está ubicada entre los municipios Santos Michelena y San Sebastián de los Reyes del estado Aragua (Venezuela), entre las coordenadas geográficas 9,55° a 10,09° Norte y -67,12° a -67,03° Oeste, (Figura 1). La cuenca del río Caramacate representa el 8,5% de la cuenca alta del río Guárico, de la cual es tributaria. El área muestra (piloto) utilizada para el presente estudio corresponde a una superficie de 6.760 ha, cuyo paisaje está dominado por laderas de montaña con pendientes del 40%.

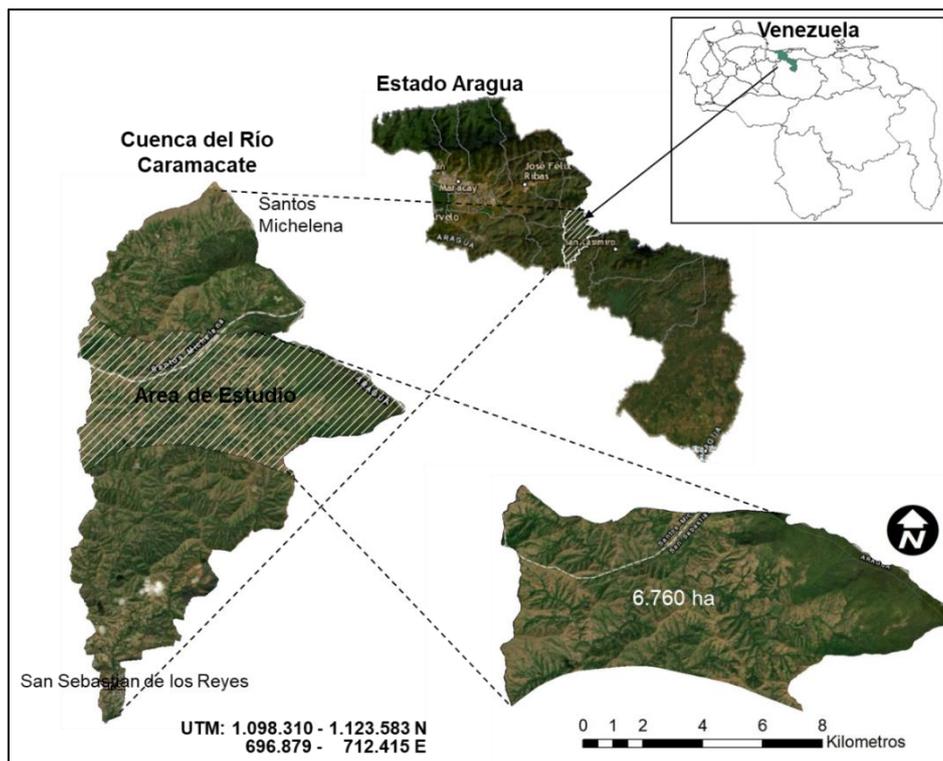


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio dentro de la cuenca del río Guárico, estado Aragua, Venezuela.

La geología está representada por rocas metavolcánicas y basaltos de la formación El Caño-El Chino, por metalavas máficas de la formación El Carmen (Urbani y Rodríguez 2004), sedimentos aluviales acarreados por el río Caramacate y los mantos coluvio-aluviales del Grupo Villa de Cura. La zona presenta una altitud comprendida entre 334 a 1.405 msnm, con una precipitación media anual que oscila entre 1.100 y 1.400 mm y una temperatura media anual varía entre 22 y 26 °C. La vegetación herbácea ocupa más del 50% de la cobertura del sector, como producto de la deforestación y las quemas para el uso de la ganadería en condiciones extensivas. Los suelos en su mayoría son Entisoles, Inceptisoles y Alfisoles, cuya variabilidad se ha incrementado por el

uso de la tierra dominante y la incidencia de los movimientos en masa (Pineda *et al.*, 2011; Valera, 2018).

Datos de suelo

El conjunto de datos en la zona de estudio seleccionada está conformado por 130 muestras superficiales derivadas de perfiles de suelo, ubicados en diferentes posiciones geomorfológicas de laderas de paisajes de montaña y valles, de la cuenca del río Caramacate (Valera, 2018). Los sitios de muestreo corresponden a observaciones del horizonte superficial de calicatas, cortes, y barrenos agrológicos, cuya distribución se presenta en la Figura 2, donde los círculos (color rojo) corresponden a los perfiles empleados en la generación y validación de los modelos.

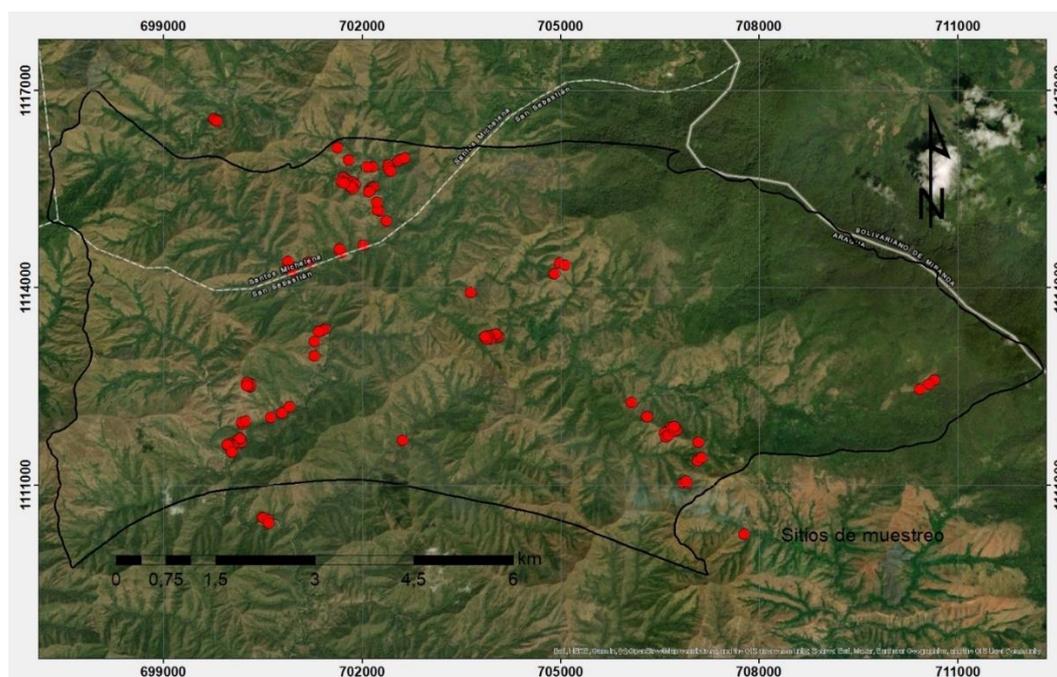


Figura 2. Distribución de los sitios de muestreo en el sector de estudio de la cuenca del río Caramacate.

Las variables del suelo seleccionadas

para esta investigación, por su vinculación directa con la reserva de COS,

fueron: el porcentaje de carbono orgánico (%CO), el espesor del horizonte A (**Esp A**, en cm), la densidad aparente (**Dap**, en g cm^{-3}) y el contenido de esqueleto grueso (%EG). La variable morfológica Esp A se obtuvo en campo al momento del muestreo; la Dap se obtuvo mediante muestreo con toma muestra tipo *Uhland* con el método del cilindro metálico; el %EG se determinó mediante técnicas de tamizado en base a peso, y el %CO se realizó por el método de combustión húmeda (Walkley y Black, 1934) modificado, en el cual el suelo se oxida con una solución de dicromato de potasio estandarizada, utilizando el calor producido por la dilución de ácido sulfúrico concentrado, en la solución crómica (Walkley y Black, 1934), con lectura a 650 nm en espectrofotómetro de luz visible (Valera, 2018).

Variables auxiliares

Las variables auxiliares empleadas en este estudio se seleccionaron en concordancia con el modelo de factores de formación de suelos de Jenny (1941) y el modelo geoespacial multivariado *scorpan*, formulado por McBratney *et al.* (2003) para la predicción de propiedades del suelo. Este modelo establece las relaciones entre las propiedades del suelo y los factores de formación espacialmente referenciados, incluyendo otros datos de suelo (**s**), clima (**c**), organismos (**o**), relieve (**r**), material parental (**p**), tiempo (**a**) y localización espacial (**n**). Las fuentes de datos digitales utilizadas para generar estas covariables ambientales incluyeron un modelo digital de elevación (MDE) de 15 m de resolución espacial (Figura 3), a partir del cual se derivaron los diversos parámetros morfométricos (variables

auxiliares o variables topográficas) tales como: altitud (Alt) (Zevenbergen y Thorne, 1987; Burrough y McDonnell, 1998), gradiente (Pend) y orientación (Asp) de la pendiente (Moore *et al.*, 1991), posición relativa (PR) (Verbrugge, 2006), perfil de curvatura (Perfil_C, curvatura vertical o longitudinal), y plano de curvatura (Plano_C, curvatura horizontal o transversal) (Moore *et al.*, 1993), área de captación (Area_C) (Tarboton *et al.* 1991), el índice topográfico de humedad (ITH) (Wilson y Gallant, 2000), el índice del potencial de escorrentía (ISP) y el índice de transporte de sedimentos (LS), los cuales fueron generadas con el programa SAGA v. 2.1.4. (Conrad *et al.*, 2015).

También se utilizó un mapa de precipitación media anual (PP) realizado por kriging ordinario (Pineda *et al.*, 2011), y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) calculado a partir de las bandas roja e infrarroja de una imagen Spot 5 multiespectral 658-330 (Rouse, 1974). Estas variables auxiliares fueron empleadas como parámetros de correlación ambiental para la estimación de las propiedades específicas del suelo en áreas no muestreadas.

Análisis estadístico

Los datos de las variables de suelo y las variables auxiliares se sometieron a un análisis exploratorio (AED) con apoyo del paquete estadístico SPSS® (IBM® *Statistics*, versión 20), para determinar los estadísticos descriptivos, como: media, mediana, varianza, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos, y los índices de asimetría y curtosis. Para detectar la presencia de valores atípicos se utilizó la metodología de cercas externas e internas de Tukey (1977), y

posteriormente se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar la distribución de los datos.

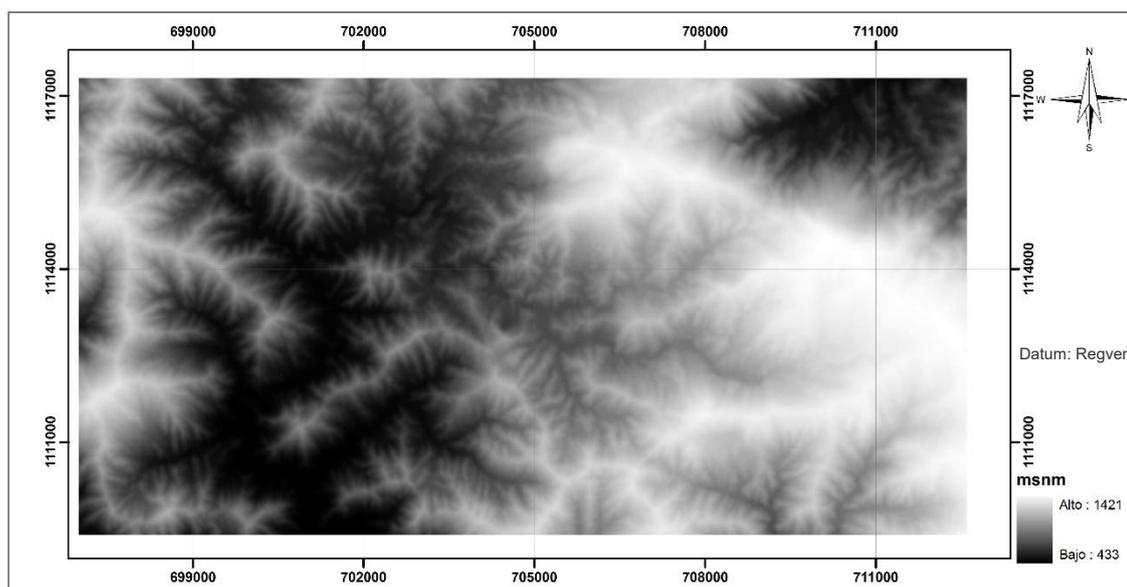


Figura 3. Modelo digital de elevación del área de referencia espacial de la cuenca del río Caramacate. **Fuente:** Valera (2018).

Técnica de predicción basada en bosques aleatorios (RF, *Random Forest*)

Para la predicción y evaluación de la distribución espacial del COS, se utilizó el algoritmo de aprendizaje automático de bosques aleatorios (RF, *Random Forest*) (Breiman, 2001). El método RF es un algoritmo de aprendizaje automático (*machine learning*) que se ha utilizado con éxito para predecir el carbono orgánico del suelo en varias regiones y condiciones de suelo. *Random Forest* es un algoritmo de aprendizaje automático de tipo ensamble, lo cual significa que combina varios algoritmos de aprendizaje individuales para producir una mejor precisión en las predicciones. El algoritmo crea varios árboles de decisión y combina las predicciones hechas por

cada árbol para producir una predicción final.

RF consiste en un conjunto de clasificación aleatoria y árboles de regresión, cuyo algoritmo de hace crecer diferentes árboles seleccionando al azar y repetidamente variables predictoras y casos de entrenamiento para desarrollar una población aleatoria de árboles. El funcionamiento del algoritmo RF implica dos pasos fundamentales: i) Creación de árboles de decisión, en la cual se generan numerosos árboles de decisión utilizando un método de remuestreo llamado *bootstrap aggregation (bagging)* con reemplazo a partir de los datos originales. Para cada árbol, se selecciona aleatoriamente un subconjunto de variables predictoras en cada nodo para la división, lo que introduce aleatoriedad y reduce la correlación entre los árboles;

y ii) Validación interna, donde se utiliza un conjunto de datos independientes, no empleados en el *bootstrap* (conocidos como datos *out-of-bag* u OOB), para la validación interna del modelo. La salida final de RF es el promedio de las predicciones de los árboles individuales. (Breiman, 2001). La eficiencia de RF es notable, especialmente cuando el número de descriptores es muy grande, ya que puede manejar simultáneamente variables categóricas y continuas, así como relaciones complejas de alto orden, incluyendo la no linealidad y los efectos de interacción entre factores.

En esta investigación, se utilizó el software ArcGIS Pro® para llevar a cabo la predicción de los modelos RF de los atributos edafológicos en consideración, utilizando las variables auxiliares más importantes del sector. Para la predicción de las propiedades del suelo se utilizaron mapas en formato ráster de la precipitación anual media (PP), el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), y los atributos morfométricos derivados de un MDE de 15 m de resolución espacial de la zona estudiada.

Generación de modelos de predicción de variables del suelo

La generación de modelos de propiedades del suelo (%CO, Esp A, Dap, %EG) con el programa Arc GIS Pro® se realizó en tres fases: i) Entrenamiento con un 75% de los datos, hasta obtener la mejor combinación de variables predictoras para el ajuste de los parámetros del modelo para minimizar el error de predicción, las variables predictoras de mayor importancia, y el

mejor ajuste del coeficiente de determinación (R^2); ii) Entrenamiento con las variables de mayor importancia, y generación de los mapas de propiedades del suelo en formato *raster*, conjuntamente con el grado de incertidumbre de cada modelo de predicción; y iii) Validación de los modelos de predicción con un conjunto de datos independientes equivalente al 25% del total.

El entrenamiento del *Random Forest* y la posterior combinación de sus resultados para inferir el COS total es un proceso de inferencia a partir de datos, lo cual es la esencia del razonamiento inductivo. El método se caracteriza por partir de observaciones o datos específicos (en este caso, los datos de variables del suelo utilizados para entrenar el algoritmo *Random Forest* y generar mapas individuales) para luego construir una generalización a través de un mapa final de COS). El algoritmo *Random Forest*, al aprender patrones de los datos de entrada para predecir las propiedades del suelo, opera de manera inductiva, partiendo de lo particular (cada propiedad del suelo por separado) a lo general (el contenido total de COS).

Evaluación de la bondad de ajuste de modelos de predicción variables del suelo

En la evaluación de la bondad de ajuste y precisión de los modelos (fase de calibración de modelos o entrenamiento) de los modelos de predicción se utilizaron los índices del diagnóstico de regresión generado en el proceso de entrenamiento. Al predecir una variable continua, el valor observado para cada

una de las entidades de prueba se compara con las predicciones de dichas entidades en función del modelo entrenado, y se obtienen los siguientes índices: el coeficiente de determinación (R^2), valor P y el error estándar (SE, *Standard Error*) del valor estimado, más la raíz del error cuadrático medio (RMSE, *Root Mean Square Error*). El coeficiente R^2 describe el grado de colinealidad entre los datos observados (medidos) y estimados. Un valor del error estándar de la predicción más bajo indica una estimación más precisa del modelo, y el RMSE evalúa la precisión de la predicción y sus valores deben ser lo más pequeño posible. Las ecuaciones que definen los índices R^2 y RMSE son:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2)$$

donde: y_i es el valor observado o medido en un sitio determinado i ; \hat{y}_i es el valor estimado o inferido de y ; \bar{y} es el valor medio de y ; y n es el número de observaciones.

Validación de los modelos de predicción de variables del suelo

Para la evaluación de la confiabilidad de los modelos de predicción de COS (validación) se utilizaron seis (6) índices: 1) error medio (ME, *Mean Error*), 2) error absoluto medio (MAE, *Mean Absolute Error*), 3) raíz del error cuadrático medio (RMSE), 4) error medio estandarizado (SME), 5) raíz del error cuadrático medio estandarizado (SRMSE), y 6) coeficiente de concordancia (CC). Los índices, ME, MAE y RMSE contribuyen al análisis de los resultados indicando el error en los

valores de la propiedad del suelo de interés (Hengl *et al.*, 2004). El ME evalúa el error sistemático e indica la presencia de subestimación (-) o sobrestimación del modelo (+). El MAE expresa el tamaño del error producido por el modelo en comparación con el valor real (Chicco *et al.*, 2021). RMSE evalúa la precisión de la predicción y mide la cantidad de error que hay entre los conjuntos de datos medidos y estimados. El índice RMSE y ME fueron estandarizados con la desviación estándar de los residuos de los datos. El SME indica la variabilidad de las predicciones, cuyas estimaciones serán más adecuadas si sus valores están más cerca de cero. El índice SRMSE es más preciso mientras más se aproxime al valor ideal de la unidad (1), si el error estandarizado de la raíz cuadrada media es mayor que 1, existe subestimación de la variabilidad en sus predicciones, y si es menor que 1, se sobreestima la variabilidad en sus predicciones. El índice CC refleja el grado en el cual las observaciones son estimadas en forma correcta por el modelo. No es una medida de correlación como tal, sino una medida del grado en el cual las predicciones del modelo están libres de errores. Este índice CC se emplea como una medida estandarizada del grado de error de predicción del modelo y varía entre 0 y 1. Un valor calculado de 1 indica una concordancia perfecta entre los valores medidos y los predichos, y 0 indica que no hay concordancia en absoluto (Willmott *et al.*, 2012). Las ecuaciones complementarias de ME, MAE y CC son:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) \quad (3)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (4)$$

$$CC = 1 - \frac{n \cdot (RMSE)^2}{PE} \quad (5)$$

$$PE = \sum_{j=1}^n (|\hat{y}_j - \bar{y}| + |y_j - \bar{y}|)^2 \quad (6)$$

donde **n** es el número de observaciones y **PE** es el error potencial de la varianza; \bar{y} es el valor medio observado; \hat{y}_i y y_i son los valores estimados y medidos, respectivamente.

Estimación de la reserva de carbono orgánico del suelo

La reserva de COS expresada en t ha⁻¹ se calculó utilizando la siguiente fórmula (Penman *et al.*, 2003); FAO, 2017):

$$COS (t ha^{-1}) = CO \times Dap \times p \times (1 - \%EG) \times 10 \quad (7)$$

donde **CO** es el contenido de CO en gkg⁻¹, **Dap** es la densidad aparente del suelo en t m⁻³, **p** es el espesor o profundidad del suelo en metros (m), y **EG** es la corrección por presencia de material grueso en los suelos (> 2 mm) expresado como fracción decimal, y el factor 10 se utiliza para la conversión de unidades. En la estimación del COS se emplearon los mapas raster de 15 m de resolución espacial de cada una de las variables edafológicas de la ecuación 7, empleando la calculadora *raster* de la herramienta SIG ArcGIS Pro®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadísticos descriptivos

Los resultados de los estadísticos descriptivos de las propiedades edáficas empleadas en la generación y validación de los modelos de predicción, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las variables edáficas empleadas en la generación y validación de los modelos de predicción.

Variable	N	Min	Max	Media	Mediana	S	Varianza	CV (%)
CO (%)	130	0,59	3,65	1,77	1,71	0,41	0,24	23,2
Esp A (cm)	130	5,00	38,0	16,1	14,0	7,30	53,6	45,6
Dap (g cm ⁻³)	100	1,11	1,70	1,36	1,36	0,12	0,002	9,1
EG (%)	130	0,00	73,0	26,9	22,4	19,3	373,0	71,7

S: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, CO: Carbono orgánico, Esp A: Espesor A, EG: Esqueleto grueso, Dap: Densidad aparente.

En el conjunto de datos edáficos destacan los siguientes aspectos: a) las altas variaciones del espesor del contenido de fragmentos gruesos en la superficie; b) las moderadas variaciones del espesor del horizonte superficial de

los suelos, y c) la baja variabilidad del contenido de carbono orgánico y la densidad aparente de los suelos, con CV del 23,2% y 9,1% respectivamente.

La correlación lineal entre las propiedades edáficas y las variables

auxiliares derivadas de MDE e imágenes satelitales se presenta en el Cuadro 2, en el cual se destacaron las siguientes tendencias entre propiedades edáficas y variables ambientales: a) el espesor del horizonte superficial expresa una ligera correlación positiva con el índice de humedad y el área de captación, y correlación negativa con la pendiente del terreno; b) el contenido de esqueleto

grueso refleja una ligera correspondencia positiva con la altitud, la pendiente del terreno y la precipitación; y la densidad aparente correlaciona negativamente con el índice topográfico de humedad y la orientación de la pendiente; y c) el carbono orgánico está relacionado directamente con la altitud, la precipitación y el índice de vegetación.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación lineal entre las variables edáficas y las variables auxiliares.

Variable Edáfica	Variables Auxiliares									
	Alt	Pend	Asp	ITH	Area C	Perfil C	Plano C	PR	NDVI	PP
%CO	0,13	0,03	0,12	0,02	0,01	-0,07	0,05	-0,11	**0,23	0,13
Esp A	0,02	*-0,19	-0,04	**0,29	**0,24	-0,08	0,09	-0,01	0,05	0,04
Dap (g cm ⁻³)	0,05	*0,17	**0,23	**0,23	**0,20	*0,17	-0,05	0,10	*0,17	-0,00
%EG	**0,29	**0,23	-0,15	**0,28	*0,21	0,02	-0,12	-0,04	-0,06	**0,36

**La correlación es significativa al nivel 0,01. *La correlación es significativa al nivel 0,05.

Alt: Altitud, Pend: Pendiente, Asp: Orientación, Area_C: Área de captación, Perfil_C: Perfil de curvatura, Plano_C: Plano de curvatura, PR: Posición relativa, PP: Precipitación.

Las correlaciones observadas entre los dos conjuntos de variables no son muy elevadas, aunque presentan niveles significativos estadísticamente, sin embargo, todos los valores del estadístico lineal son inferiores a 0,36 y en promedio no superan al valor de $r=0,20$. Esta situación, donde las relaciones lineales son débiles a pesar de la significancia estadística, es un indicativo de la alta complejidad de las relaciones suelo-ambiente en paisajes montañosos, sugiriendo que estas relaciones no son explícitamente lineales. Esta característica del conjunto de datos justifica la elección de un método de aprendizaje automático como *Random*

Forest, que es capaz de modelar relaciones complejas y no lineales, a diferencia de los modelos lineales tradicionales que probablemente tendrían un rendimiento predictivo insatisfactorio en este entorno (Valera, 2018).

Entrenamiento y generación de modelos de predicción de propiedades del suelo con técnicas RF

Los resultados de las evaluaciones para la obtención de los modelos de predicción de las propiedades de los suelos con entrenamiento del 75% de los datos, permitió la obtención de la combinación de variables predictoras más apropiadas para el ajuste de los parámetros del

modelo. Las características generales para la generación de los modelos de predicción de las propiedades del suelo se indican en el Cuadro 3. El entrenamiento se alcanzó con 500 árboles a una profundidad variable que osciló entre 7 y 20 árboles, con 4 variables aleatorias para el proceso de generación de los modelos de las variables %CO, Esp A, Dap y %EG.

Cuadro 3. Características de los datos de entrenamiento de los modelos de predicción

Criterios	Valor
Número de árboles	500
Tamaño de hoja	1
Profundidad de los árboles	7-20
Profundidad media del árbol	13
Cantidad de datos de entrenamiento disponibles por árbol (%)	100
Numero de variables auxiliares	12
Número de variables muestreadas aleatoriamente	4
Cantidad de datos utilizados para el entrenamiento (%)	75
Cantidad de datos utilizados para validación (%)	25

Los modelos de las variables consideradas (%CO, Esp A, Dap, %EG) se generaron con las covariables más importantes para cada una, las cuales se señalan en la figura 3. Para el contenido de carbono orgánico, las variables más importantes fueron el índice de vegetación, el área de captación y el plano de curvatura, lo cual significa que las zonas con presencia de vegetación boscosa, un área de captación y una curvatura horizontal tendrá contenidos de CO distintas, capaces de explicar la variación espacial de dicha propiedad.

En cuanto al espesor del horizonte superficial del suelo, las variables auxiliares de mayor importancia son la orientación de las laderas, la altitud, la pendiente y la precipitación, aunado a la

curvatura del terreno y el índice de vegetación. La variación de Esp A está relacionada con las características de relieve, la forma del terreno y la dominancia o poca existencia de vegetación, y expresa valores que obedecen a la ocurrencia de procesos de erosión de materiales sólidos y sedimentos, y a movimientos en masa, característicos de la zona evaluada. Este impacto se acelera por las pendientes existentes y se activa con el factor precipitación, generando desde suelos muy delgados en las partes altas de las laderas, a suelos moderadamente profundos en las partes bajas (pie de ladera, terrazas de valles intramontanos).

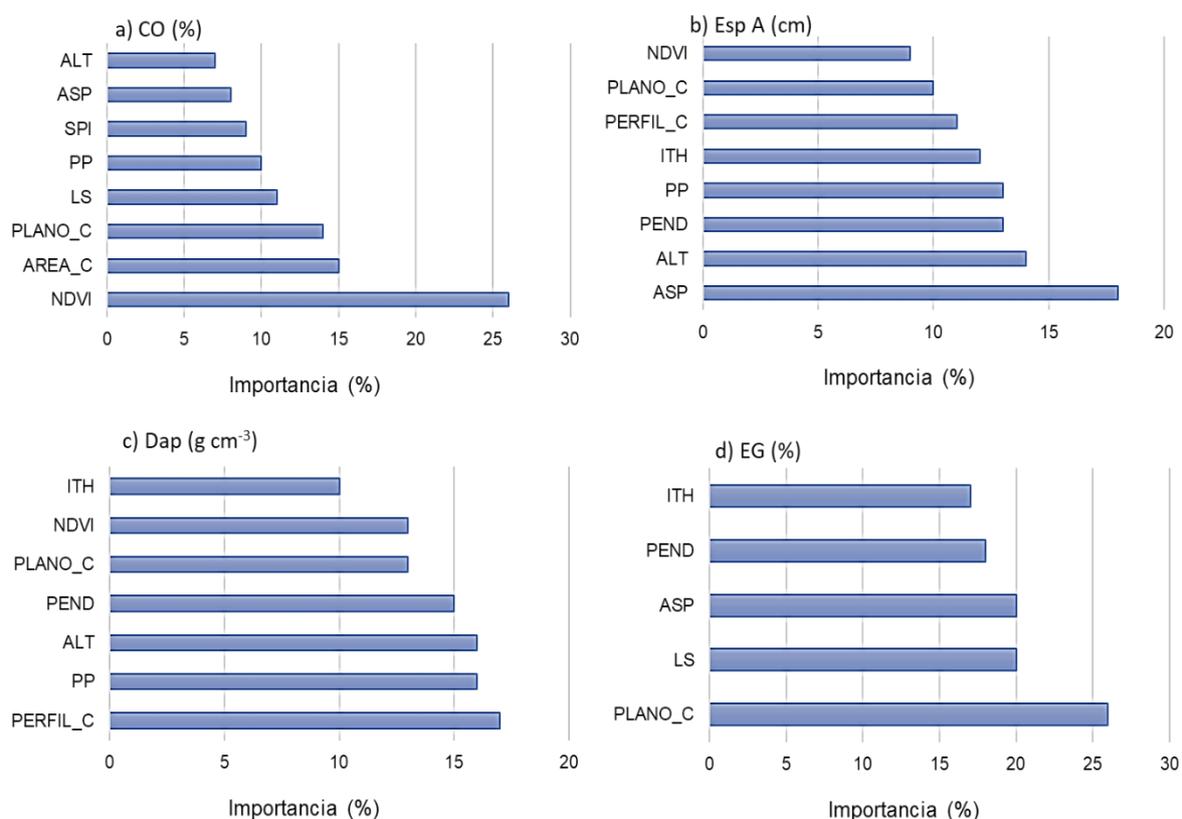


Figura 3. Importancia de las variables empleadas en el entrenamiento y generación de los modelos de predicción de propiedades del suelo.

Esas variables auxiliares también son consideradas de gran importancia en la generación del modelo de densidad aparente del suelo, pero con un mayor peso dado por la curvatura vertical del terreno y la altitud, con influencia de la precipitación. También la variable EG resultó influenciada por la curvatura horizontal del terreno y el factor LS, relacionado con el transporte de sedimentos.

Evaluación de los modelos de predicción de variables edáficas

La evaluación de la bondad de ajuste de los modelos estimados de las propiedades del suelo generó

coeficientes de determinación que explican más del 93% de la variabilidad de los suelos. Los resultados del entrenamiento se resumen en el Cuadro 4, donde también se puede observar el bajo nivel de incertidumbre obtenido con los índices RMSE y el error estándar de los datos. Los mayores errores estándar son dados por las variables Esp A y %EG, los cuales presentaron una mayor varianza y los más altos valores del coeficiente de variación.

Estos altos valores de R^2 durante la fase de entrenamiento indican que los modelos RF fueron altamente efectivos para explicar la variabilidad observada en los datos de calibración para todas las

propiedades del suelo consideradas. Un R^2 superior a 0,90 para todas las variables es un indicador de un ajuste muy fuerte del modelo a los datos de entrenamiento, lo que demuestra la capacidad de RF para capturar las complejas interacciones entre las propiedades edáficas y las covariables ambientales en el área de estudio. Este rendimiento superior en la fase de

entrenamiento es un prerequisite para la capacidad de generalización del modelo a datos no vistos, que se evalúa en la fase de validación.

La figura 4 corrobora las aseveraciones anteriores, mediante la representación de los valores estimados en función de los valores observados.

Cuadro 4. Indicadores de la bondad de ajuste de los modelos de predicción de variables del suelo con la técnica RF.

Índice	Variable del suelo			
	CO (%)	Esp A (cm)	Dap (g cm^{-3})	EG (%)
R^2	0,963	0,948	0,932	0,946
Valor- p	0,000	0,000	0,000	0,000
SE	0,013	0,017	0,021	0,016
RMSE	0,181	2,734	0,050	6,430

R^2 : Coeficiente de determinación, SE: Error estándar, RMSE: Raíz del error cuadrático medio, Valor- p : nivel de significación ($p < 0,05$)

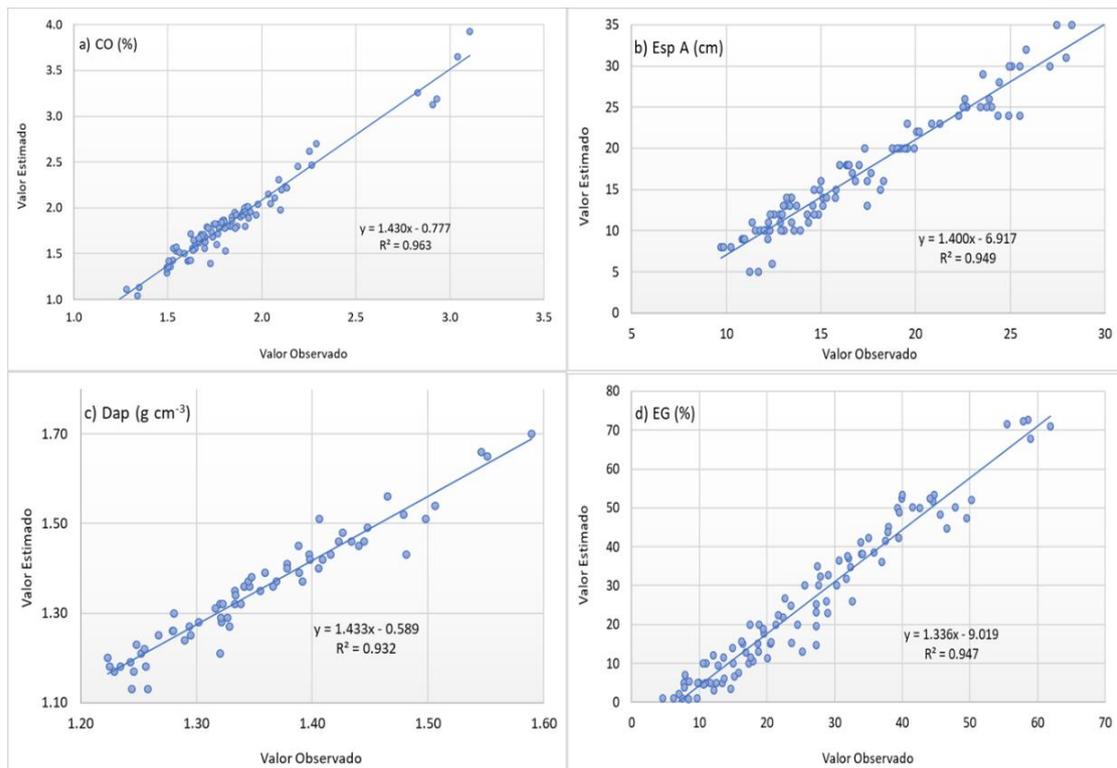


Figura 4. Calibración de los modelos de predicción espacial de variables del suelo.

Estos resultados indican la potencialidad del método RF, mostrando altos coeficientes de determinación y errores muy cercanos a cero, capaz de considerar la variabilidad presente en los suelos del sector evaluado dentro de la cuenca del río Caramacate.

Modelos de predicción espacial de propiedades del suelo con las técnicas RF

La aplicación de las técnicas de *Random Forest* permitió la generación de mapas de distribución espacial para el %CO, Esp A, Da y %EG en la cuenca del río Caramacate. Los resultados de los modelos de las propiedades del suelo en

formato ráster se presentan en la figura 5. Los mapas de %CO y Esp A mostraron valores más altos en las zonas con mayor cobertura boscosa y menor alteración, como las áreas al Nor-este de la cuenca, donde la altitud y la precipitación son mayores, favoreciendo la acumulación de materia orgánica y el desarrollo de horizontes superficiales de mayor espesor. Por el contrario, en las zonas con problemas de erosión y uso intensivo para ganadería extensiva, especialmente en las laderas de alta pendiente en la zona central y occidental de la cuenca, se visualiza que el %CO y el Esp A son menores, reflejando la pérdida de suelo superficial y materia orgánica.

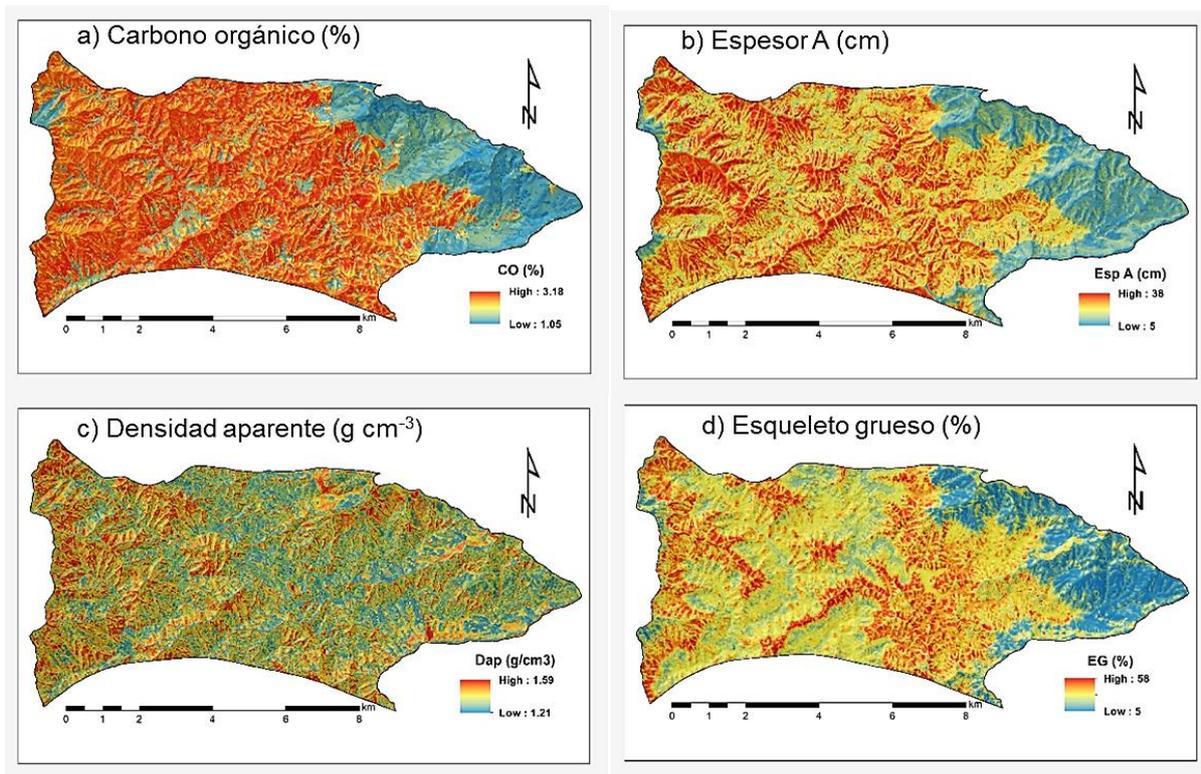


Figura 5. Modelos de predicción de variables edáficas relacionadas con la estimación del carbono orgánico en la capa superficial del suelo.

En cuanto a la densidad aparente (Dap) y el contenido de esqueleto grueso (%EG), los mapas reflejan la influencia del material parental y los procesos de

degradación, ya que las zonas con mayor %EG corresponden a áreas con horizontes más delgados, donde la erosión ha expuesto el material parental, mientras que la Dap varía en función de la compactación del suelo generada por el uso de la tierra, y el bajo contenido de materia orgánica. En tal sentido, la capacidad de RF para generar estas representaciones continuas y detalladas de las propiedades del suelo fue fundamental para comprender la heterogeneidad espacial, facilitando la interpretabilidad del modelo de clasificación resultante.

Validación de los modelos de predicción RF

Los índices de evaluación de la exactitud de los modelos RF obtenidos con el conjunto de datos independientes para la validación se señalan en el Cuadro 5. Tanto MAE como ME y RMSE, reflejan valores indicativos de ciertos errores a nivel de las propiedades edáficas, lo cual evidencia una relación directa entre el conjunto de datos empleado en la calibración de los modelos y los datos utilizados para la validación.

Cuadro 5. Evaluación de la exactitud de los modelos de predicción de variables del suelo con RF en el área estudiada.

Índice	Variable del suelo*			
	CO (%)	Esp A (cm)	Dap (g cm ⁻³)	EG (%)
ME	0,006	1,697	-0,015	1,441
MAE	0,091	2,487	0,073	8,535
RMSE	0,114	2,886	0,089	10,55
SME	0,049	0,715	-0,167	0,136
SRMSE	0,999	0,991	0,997	0,992
CC	0,813	0,593	0,665	0,855

*Validación con datos independientes: 30 perfiles de suelo. RMSE: Raíz del error cuadrático medio, SRMSE: Raíz del error cuadrático medio estandarizado, ME: Error medio, SME: Error medio estandarizado, MAE: Error medio absoluto, CC: Coeficiente de concordancia.

En el caso del MAE y el ME, la mayoría de los valores obtenidos son cercanos a cero lo que indica una predicción imparcial no sesgada o con muy poco sesgo, aunque la excepción está dada por contenido de fragmentos gruesos (EG), donde el error sistemático es mayor, debido posiblemente a la influencia de procesos de arrastre y pérdida de parte de los suelos en los relieves de ladera de alta pendiente de

los paisajes montañosos. Los valores de RMSE son ligeramente pequeños, lo cual sugiere que la evaluación de la predicción de las propiedades del suelo en la zona de interés es confiable, aun con ciertas diferencias generadas por el %EG en diversas zonas de la cuenca del río Caramacate. Además, los valores de la SRMSE en todas las variables edáficas son cercanos a uno, lo que indica que la varianza del error de predicción es una

evaluación realista de la precisión observada.

Los coeficientes de concordancia (CC) obtenidos para las variables fueron: 0,813 para %CO, 0,593 para Esp A, 0,665 para Dap y 0,855 para %EG. Estos valores indican una consistencia de moderada a alta de los modelos base asociados con la estimación del COS. El CC para %CO y %EG es particularmente alto (superior a 0,81), lo que sugiere que el modelo RF es muy preciso en la predicción de estas propiedades. Este rendimiento es consistente con la baja variabilidad observada para %CO en los estadísticos descriptivos (CV del 23,2%), lo que facilita su predicción. Sin embargo, el CC para Esp A (0,593) y Dap (0,665) es moderadamente menor.

Esta diferencia en el rendimiento predictivo puede atribuirse a la mayor variabilidad inherente de estas propiedades, especialmente el Esp A (CV del 45,6%) y el %EG (CV del 71,7%). Esta alta variabilidad representa un desafío persistente para la cartografía, incluso con algoritmos avanzados como RF, ya que la heterogeneidad a microescala puede no ser completamente capturada por las covariables ambientales a 15m de resolución.

La confiabilidad de las predicciones también puede verse influenciada por factores como el material parental, la topografía y la susceptibilidad a movimientos en masa, como se observó en estudios previos en la misma cuenca (Pineda, 2008; Valera, 2015). Esto sugiere que las características geológicas aunado a las altas pendientes

del terreno y los procesos erosivos pueden introducir una incertidumbre adicional en la predicción, modulando la capacidad predictiva del modelo RF. A pesar de estas variaciones, la capacidad de RF para generar modelos con una consistencia general de moderada a alta en un ambiente tan complejo es un avance significativo para la cartografía digital de suelos. Pero en general, el grado de acuerdos entre los valores medidos y estimados para un conjunto de datos independientes es superior al 59% de los casos, con un promedio global de 73% para las variables consideradas.

Esto significa que, mediante la información de los datos edáficos y auxiliares obtenidos con la aplicación del algoritmo RF se puede obtener una estimación aceptable en la zona de estudio, aun utilizando un conjunto de datos limitados. Estos resultados demostraron ser superiores a los obtenidos en la zona con la aplicación de métodos de regresión lineal múltiple, regresión *kriging*, *Fuzzy c-means* (FCM) y FKCN (*Fuzzy Kohonen Clustering Network*) en estudios previos (Valera, 2018).

Modelo digital de la reserva de carbono orgánico del suelo

La aplicación de los modelos RF para predecir el %CO, Esp A, Dap y %EG, y su posterior integración mediante la fórmula de Penman *et al.* (2003) y FAO (2017), permitió la estimación de la reserva de COS en la capa superficial de los suelos de la cuenca del río Caramacate. Los resultados indicaron que la reserva de COS en el área de estudio varía significativamente, con valores que

oscilan entre 6,5 y 130 t ha⁻¹ (Figura 5).

Esta amplia variación espacial en la reserva de COS refleja directamente la heterogeneidad del paisaje y la influencia de los factores formadores del suelo y los procesos de degradación. Las zonas con problemas de erosión, típicamente asociadas con laderas de alta pendiente y uso de ganadería extensiva, muestran las reservas más bajas de COS. Esto se debe a la pérdida de la capa superficial del suelo, rica en materia orgánica, por la

acción de la erosión hídrica y los movimientos en masa. En contraste, las zonas con cobertura boscosa, especialmente en las partes más altas y menos perturbadas de la cuenca, exhiben las reservas más elevadas de COS. La presencia de bosques favorece la acumulación de materia orgánica a través de la biomasa vegetal y la reducción de la erosión, lo que permite una mayor estabilidad del carbono en el suelo.

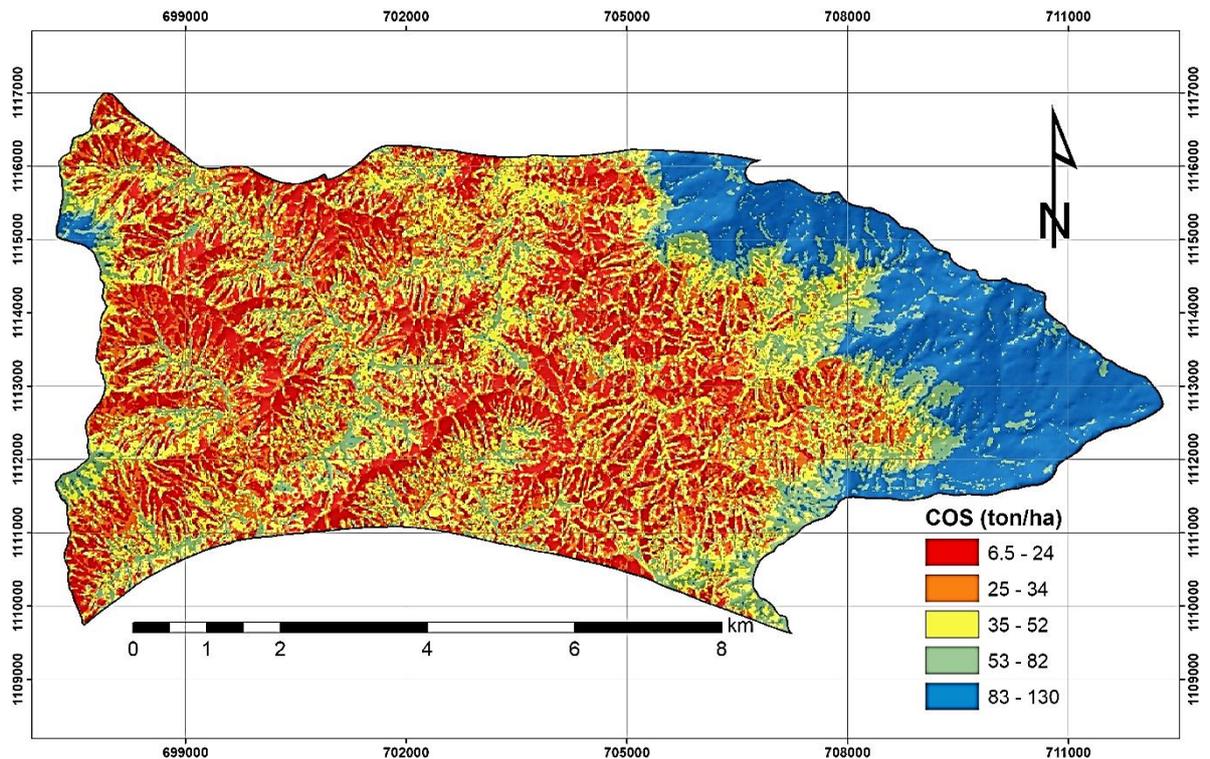


Figura 7. Modelo digital de la reserva de carbono orgánico del suelo en paisajes de la Cuenca del río Caramacate.

El modelo digital de la reserva de COS ha sido capaz de proporcionar una representación espacial detallada que permite identificar áreas críticas con baja acumulación de carbono, así como zonas con alto potencial de secuestro. Esta información es crucial para la

planificación del uso de la tierra y la implementación de estrategias de manejo sostenible, como la reforestación, medidas de conservación y el uso de materiales orgánicos, que puedan contribuir a aumentar el COS y mejorar la resiliencia de los ecosistemas

(Thompson y Kolka, 2005).

Los resultados obtenidos expresaron una correspondencia lógica con otras investigaciones que reflejaron que el área con mayor elevación y cubierta forestal contiene valores más altos de existencias de COS, donde también ocurre la mayor precipitación (Chen et al., 2021). Además, de forma similar se ha encontrado siempre un mayor contenido de materia orgánica en el suelo a mayor altitud que a menor altitud (Chen et al., 2022). Los resultados de esta investigación también se corresponden con los estudios de Ramesh et al. (2019), quienes mostraron que, aunque los efectos del uso de la tierra sobre el COS son complejos, una mayor perturbación del suelo conduce a una mayor pérdida de COS y a una menor acumulación. Además, los bosques con mayor cobertura de copas y menor perturbación son capaces de proporcionar mejores condiciones para conservar el suelo y promover una mayor acumulación de materia orgánica en la capa superficial (Xiao et al., 2015), como ha sucedido en la cuenca del río Caramacate. El modelo obtenido enfatiza la importancia de diversos factores donde destacan el clima, el relieve y la cobertura vegetal (Khanal et al., 2023).

Un aporte final de la importancia de la presente investigación está referida al contraste con algunos estudios relacionados con el COS, a nivel nacional, en América Latina y a nivel global. La aplicación de la técnica de Bosques Aleatorios para la estimación

del COS en la cuenca del río Caramacate representa una contribución vital para abordar la deficiencia crónica de información edáfica detallada en Venezuela. El país ha experimentado una pérdida significativa de ecosistemas naturales (más de 4 millones de hectáreas en casi cuatro décadas) y enfrenta riesgos de desertificación, especialmente en regiones transformadas para usos agrícolas (MapBiomás Venezuela, 2024). La cuenca del río Caramacate, con sus intensos procesos de degradación ambiental y escasez de datos, es un ejemplo paradigmático de esta problemática. Los resultados de este estudio no solo llenan un vacío de conocimiento local, sino que también ofrecen una metodología replicable para otras cuencas montañosas venezolanas que enfrentan desafíos similares de degradación y falta de información, lo que es crucial para la planificación y gestión de los recursos naturales a nivel local y nacional.

El enfoque de este estudio en el carbono orgánico del suelo en paisajes montañosos degradados por la actividad agrícola y los movimientos en masa, complementa los esfuerzos regionales en América Latina. Mientras que algunos países de la región, como Colombia, han centrado sus esfuerzos en la protección de grandes sumideros de carbono forestales en la Amazonía y la mitigación de la deforestación (Green Climate Fund., 2023), o como Costa Rica, que ha implementado programas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la conservación forestal y el aumento de las reservas de carbono (MINAE, 2017). Este

estudio se enfoca en la dinámica del COS a nivel de suelo en un contexto de montaña con uso agropecuario extensivo.

La variabilidad espacial del COS en paisajes de montaña, influenciada por la topografía, el uso de la tierra y la degradación, es una característica común en muchas regiones andinas y centroamericanas (CCAD, 2010). Este estudio subraya la necesidad de soluciones adaptadas a las particularidades de cada región, reconociendo que la gestión del COS en suelos agrícolas de montaña, a menudo degradados, es un componente distinto y crucial de la mitigación del cambio climático y la gestión sostenible de la tierra que no siempre recibe la misma atención que los sumideros forestales. La metodología aplicada en Caramacate puede servir de modelo para la evaluación detallada del COS en otros paisajes agrícolas de montaña en América Latina, contribuyendo a una comprensión más holística de los balances de carbono a nivel regional.

A nivel mundial, el algoritmo *Random Forest* ha sido ampliamente reconocido como una de las técnicas de aprendizaje automático más exitosas para la cartografía digital de suelos, superando a menudo a los modelos lineales tradicionales. La precisión promedio de predicción de RF en estudios globales puede superar el 85%. (Sharma *et al.*, 2025). Los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos en este estudio para el entrenamiento de los modelos RF (%CO: 0,963; Esp A: 0,948; Dap: 0,932; %EG: 0,946) son excepcionalmente altos y se encuentran entre los más elevados

reportados en la literatura para la predicción de propiedades del suelo. Por ejemplo, estudios recientes que utilizan modelos RF con zonificación climática para estimar la densidad de COS (0-20 cm) en China reportaron un R^2 de 0,55 (Dong *et al.*, 2025), lo que resalta el rendimiento superior del modelo en este estudio.

A pesar de los desafíos globales en la cartografía del COS, como la necesidad de armonizar datos *in-situ* y la disponibilidad de imágenes de alta resolución (FAO, 2017), la metodología de este estudio demostró que RF puede lograr una precisión excepcional incluso en entornos montañosos complejos con datos de muestreo limitados. Aunque existen avances en otras técnicas de *machine learning*, como el aprendizaje por transferencia con redes neuronales convolucionales (CNN) que pueden mejorar la precisión en escenarios con datos limitados (Han *et al.*, 2025), la robustez y eficacia de RF, como se evidencia en este trabajo, mantienen su relevancia. Este estudio se alinea con el imperativo global de mejorar la precisión de los datos de COS para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático (FAO, 2016), posicionándose como un caso de estudio relevante para regiones con características similares en todo el mundo.

CONCLUSIONES

La aplicación del algoritmo de aprendizaje automático *Random Forest* demostró ser una técnica robusta y eficaz para la generación de modelos de predicción espacial de propiedades clave

del suelo, como el porcentaje de carbono orgánico (%CO), el espesor del horizonte A (Esp A), la densidad aparente (Dap) y el contenido de esqueleto grueso (%EG), en el complejo paisaje montañoso de la cuenca del río Caramacate. Los altos coeficientes de determinación (R^2) obtenidos durante la fase de entrenamiento (superiores a 0,93 para todas las variables) y los satisfactorios coeficientes de concordancia (CC) en la validación (0,813 para %CO, 0,593 para Esp A, 0,665 para Dap y 0,855 para %EG) demostraron la fuerte capacidad predictiva del modelo en este entorno.

El estudio ha logrado estimar con éxito la distribución espacial de las reservas de COS en la capa superficial de los suelos, revelando una significativa variabilidad en el paisaje, con valores que oscilan entre 6,5 y 130 t ha⁻¹. Esta variación está directamente relacionada con los procesos de degradación del suelo, el uso de la tierra y la cobertura vegetal, mostrando menores reservas en áreas erosionadas y mayores en zonas boscosas. El rendimiento del modelo, aunque generalmente alto, mostró una consistencia moderadamente menor para variables como el espesor del horizonte superficial y la densidad aparente, lo cual se atribuye a la alta variabilidad de estas propiedades en un ambiente tan dinámico y complejo como el de la cuenca del río Caramacate.

Esta investigación cumple con sus objetivos al proporcionar una alternativa cuantitativa y eficiente para la generación de información de suelos en ambientes montañosos con escasez de datos, contribuyendo a cerrar la brecha de

información edáfica en zonas de difícil acceso. Los mapas detallados de COS generados son herramientas valiosas para la planificación del uso sostenible de la tierra, el control de la erosión y el diseño de estrategias de mitigación del cambio climático a nivel de la cuenca estudiada.

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar la integración de covariables más dinámicas, como los cambios en el uso de la tierra a lo largo del tiempo, y evaluar la aplicabilidad de modelos de aprendizaje profundo (como las redes neuronales convolucionales) que han mostrado prometedoras mejoras en la precisión, especialmente con datos limitados. Asimismo, la replicación de esta metodología en otras cuencas montañosas venezolanas con características similares podría fortalecer la base de datos de COS a nivel local, regional y nacional.

AGRADECIMIENTO

El autor manifiesta su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, y al Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas de la Universidad Rómulo Gallegos (CIESA UNERG) por el apoyo logístico para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- Adhikari, K., Hartemink, A.E., Minasny, B., Bou Kheir, R., Greve, M.B., and Greve, M.H. (2020). Digital mapping of soil organic carbon contents and stocks in Denmark. PLOS ONE, 9(8), e105519.

- Biau, G., and Scornet, E. (2016). *A random forest guided tour*. TEST, 25, 197–227. <https://doi.org/10.1007/s11749-016-0481-7>
- Breiman, L. (2001). *Random forests*. Machine Learning, 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Burrough, P. A., and McDonnell, R.A. (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
- CCAD. (2010). Estrategia Regional de Cambio Climático. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo - CCAD Sistema de la Integración Centroamericana – SICA. Noviembre 2010. 93p.
- Chen, X., Wang, D., Chen, J., Wang, C., and Shen, M. (2021). Soil organic carbon stocks in forest ecosystems of eastern China: Spatial patterns and environmental controls. Journal of Environmental Management, 289, 112573.
- Chen, Y., Feng, X., Fu, B., and Lü, Y. (2022). Elevation-dependent soil organic carbon
- Chicco, D., Warrens, M. J., and Jurman, G. (2021). *The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation*. PeerJ Computer Science, 7, e623. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L. and Böhner, J. (2015). System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. Geoscientific
- Dangeti, P. (2017). Statistics for machine learning. Packt Publishing Ltd, 21 jul. 2017 - 442 p.
- Dong, Y., Zhang, G., and Lu, J. (2025). Spatial prediction of soil organic carbon density using machine learning and climate zoning in China. Environmental Science and Pollution Research, 32(5), 7890–7901.
- FAO. (2017). Carbono orgánico del suelo - el potencial oculto. Editorial FAO. Roma, Italia. 90p. 978-92-5-309681-7. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6937es>
- FAO. (2016). Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico preparado por el Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia. ISBN 978-92-5-308960-4
- Garosi, Y., Sheklabadi, M., and Pourghasemi, H.R. (2022). Digital mapping of soil organic carbon using ensemble learning models in a semi-arid region of Iran. Catena, 212, 106077.
- Green Climate Fund. (2023). Funding Proposal FP203: Heritage Colombia (HECO): Maximizing the Contributions of Sustainably Managed Landscapes in Colombia for Achievement of Climate Goals Colombia | World Wildlife Fund, Inc. (WWF) | Decision B.35/05, 11 April 2023. 186 p.
- Han, J., Wu, M., Qi, Y., Li, X., Chen, X., Wang, J., Zhu, J., and Li, Q. (2025). *A soil organic carbon mapping method*

- based on transfer learning without the use of exogenous data.* *Frontiers in Environmental Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1580085>
- Hengl, T., Heuvelink, G. B., and Stein, A. (2004). A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging. *Geoderma*, 120(1–2), 75–93.
- Hoyos-Sanclemente, A., Menjivar-Flores, J. C., y Rueda-Saa, G. (2025). *Soil organic carbon in agricultural soils of an inter-Andean valley in Colombia: Understanding the effects of environmental and geographic variables.* *Environmental Monitoring and Assessment*, 197, 697. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-14123-1>
- Huang, H. (2022). *A review on digital mapping of soil carbon in cropland: Progress, challenge, and prospect.* *Environmental Research Letters*, 17, 123004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca41e>
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology.* New York: McGraw-Hill Book Company. 281 p.
- Kakhani, N., Gläßle, T., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Kebonye, N. M., and Scholten, T. (2023). *Exploring the “individual treatment effects” (ITE) of vegetation with causal inference on soil organic carbon prediction in Germany.* Paper presented at the EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria.
- <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-1083>
- Khanal, S., Nolan, R.H., Medlyn, B.E., and Boer, M.M. (2023). *Mapping soil organic carbon stocks in Nepal’s forests.* *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34247-z>
- Kidemo, K. H., Gashu, D., and Nega, F. (2023). *Spatial variability of soil organic carbon in agricultural landscapes: A review.* *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1205374. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1205374>
- Kingsley, J., Isong Isong, A., Ndiye, M. K., Chapman, A. P., Okon, A. E., and Ahado, S. K. (2021). *Soil organic carbon prediction with terrain derivatives using geostatistics and sequential Gaussian simulation.* *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20, 379–389. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.04.005>
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.
- Lamichhane, S., Kumar, L., and Adhikari, K. (2022). Comparing machine learning and geostatistical approaches for mapping soil organic carbon stocks at different scales. *Remote Sensing*, 14(3), 598.
- Lamichhane, S., Kumar, L., and Wilson, B. (2019). Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using machine learning in Baneh region, Iran. *Geoderma*, 352, 64–77.

- Loayza, NV, Sevilla, V., Olivera, C., Guevara, M., Olmedo, G., Vargas, R., Oyonarte, C., & Jiménez, W. (2020). Mapeo digital de carbono orgánico en suelos de Ecuador. *Revista Ecosistemas*, 29 (2).
- MapBiomias Venezuela (2024). MapBiomias – Colección [2.0] de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Venezuela (1985–2023), consultada el 28 de mayo de 2025 a través del enlace: <https://plataforma.venezuela.mapbiomas.org/cobertura>
- McBratney, A. B., Mendonça Santos, M.L., and Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1–2), 3–52.
- MINAE. (2017). Emission Reductions Program to the FCPF Carbon Fund Costa Rica July 17th, 2017 Government of Costa Rica Ministry of Environment and Energy. 174P.
- Molla, A., Zhang, W., Zuo, S., Ren, Y., and Han, J. (2022). *A machine learning and geostatistical hybrid method to improve spatial prediction accuracy of soil potentially toxic elements*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1306764/v1>
- Moore, I D., Grayson, R.B., and Ladson, A.R. (1991). Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, 5(1), 3–30.
- Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A., and Peterson, G.A. (1993). Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57(2), 443–452.
- Nussbaum, M., Spiess, K., Baltensweiler, A., Grob, U., Keller, A., Greiner, L., and Papritz, A. (2018). Evaluation of digital soil mapping approaches with large sets of environmental covariates. *Soil*, 4(1), 1–22.
- Odebiri, O., Mutanga, O., Odindi, J., Peerbhay, K., Dovey, S., and Ismail, R. (2020). *Estimating soil organic carbon stocks under commercial forestry using topo-climate variables in KwaZulu-Natal, South Africa*. *South African Journal of Science*, 116(3–4), 1–8.
- Olson, R.S., La Cava, W., Orzechowski, P., Urbanowicz, R.J., and Moore, J.H. (2017). PMLB: A large benchmark suite for machine learning evaluation and comparison. *BioData Mining*, 10(1), 36.
- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R. and Wagner, F. (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. IPCC.
- Pineda, M.C. (2008). Determinación de áreas susceptibles a movimientos en masa y erosión laminar en unidades de paisaje de la subcuenca del río Caramacate, localizada en la Cuenca Alta del Río Guárico. Trabajo de Ascenso (Asistente). Facultad de Agronomía, UCV. Maracay. 313 p.
- Pineda, M.C.; Elizalde, G. y Vilorio, J. (2011). Determinación de áreas susceptibles a deslizamientos en un sector de la Cordillera de la Costa Central de Venezuela. *Interciencia* 36(5): 370-377.
- Pouladi, N., Gholizadeh, A., Khosravi, V., and Borůvka, L. (2023). *Digital mapping of soil organic carbon using remote*

- sensing data: A systematic review.* Catena, 232, 107409. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107409>
- Ramesh, T., Bolan, N.S., Kirkham, M.B., Wijesekara, H., Kanchikerimath, M., and Srinivasa Rao, C. (2019). Soil organic carbon dynamics: Impact of land use changes and management practices: A review. *Advances in Agronomy*, 156, 1–107.
- Rouse, J.W. (1974). Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. NASA/GSFC Final Report, 371.
- Sharma, A., Liu, X., and Yang, X. (2025). Global assessment of random forest performance for digital soil mapping. *Geoderma*, 430, 116348.
- Tarboton, D.G., Bras, R.L., and Rodriguez-Iturbe, I. (1991). On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrological Processes*, 5(1), 81–100.
- Thompson, J.A., and Kolka, R.K. (2005). Soil carbon storage estimation in a forested watershed using quantitative soil-landscape modeling. *Soil Science Society of America Journal*, 69(4), 1086–1093.
- Urbani, F.; J. A. Rodríguez. (2004). Atlas geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Mapas a escala 1:25.000. Versión Digital. Edic. Fundación Geos, UCV. Caracas.
- USDA-NRCS (1995). Soil survey laboratory information manual. United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service. USDA.
- Valera, A. (2015). Inventario de suelos y paisajes con apoyo de técnicas de cartografía digital en áreas montañosas. Caso Cuenca del Río Caramacate, Estado Aragua. Tesis de doctorado en Ciencias del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Postgrado en Ciencias del Suelo. Maracay, Estado Aragua, Venezuela. 263 p. <https://doi:10.13140/RG.2.1.1714.3920>
- Valera, A. (2018). Geomorfometría y Edafometría. Cartografía Digital de Paisajes y Suelos con Técnicas de Inteligencia Artificial. Editorial Académica Española. Mauritius. 317p. ISBN: 978-620-2-12102-6.
- Vaysse, K., and Lagacherie, P. (2015). *Regional evaluating digital soil mapping approaches for mapping GlobalSoilMap soil properties from legacy data in Languedoc-Roussillon (France)*. *Geoderma Regional*, 4, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2014.11.003>
- Vela, G., Blanco, J., y Rodríguez, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el suelo de conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 77, 20–35.
- Verbrugge, L. (2006). Depth of Soil in the Goss-Gasconade-Rock outcrop complex in Callaway County, Missouri Using the Soil Land Inference Model (SoLIM). A thesis presented to the department of geology and geography in candidacy for the degree of Master of

- Science. Northwest Missouri State University. 76 p.
- topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, 12(1), 47–56.
- Walkley, A. and Black, A. (1934). An examination of the method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- Wadoux, M.J., Minasny, B., and McBratney, A.B. (2020). Machine learning for digital soil mapping: Applications, challenges and suggested solutions. *Earth-Science Reviews*, Volume 210, 103359, ISSN 0012-8252, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103359>.
- Wang, Y., Zhang, J., and Zhang, Z. (2022). Challenges in mapping soil organic carbon in mountainous regions: A review. *Geoderma*, 412, 115715.
- Willmott, C.J., Robeson, S.M., and Matsuura, K. (2012). *A refined index of model performance*. *International Journal of Climatology*, 32, 2088–2094. <https://doi.org/10.1002/joc.2419>
- Wilson, J.P., and Gallant, J.C. (2000). *Digital Terrain analysis: Principles and applications*. New York, NY. John Wiley. 127p.
- Xiao, S., Zhang, W., Ye, Y., Zhao, J., and Wang, K. (2015). Soil organic carbon under different forest types in Southern China. *Geoderma*, 249–250, 129–138.
- Zeraatpisheh, M., Ayoubi, S., Jafari, A., and Finke, P. (2023). Digital mapping of soil organic carbon using machine learning: A review. *Catena*, 232, 107409.
- Zevenbergen, L.W., and Thorne, C.R. (1987). Quantitative analysis of land surface

Ensayos

LAS AGROTIC Y LOS PROCESOS GERENCIALES EN LA CADENA DE VALOR

Nelcar Senobia Durán Díaz¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela; e-mail: nelcarduran1608@gmail.com.

* Autor de correspondencia

Recibido: 27/03/2025; Aceptado: 20 /05/2025; Publicado: 30/06/2025

RESUMEN

En este artículo se presenta los procesos para obtener mejores condiciones empresariales en el ámbito agrícola a través de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación e innovación, una investigación de carácter teórico documental con el propósito de analizar los cambios efectuados en los procesos gerenciales en la cadena de valor, determinando la influencia de estas herramientas tecnológicas y de innovación en el cambio de la mentalidad de los gestores agrícolas, donde se buscan soluciones creativas a problemas existentes en los procesos de la cadena de valor del sector agrícola. Se contemplaron los factores determinantes en la cadena de valor y las acciones primarias de

marketing como estrategias tecnológicas, así como su análisis estructural, ambiental, social y climático, entorno al crecimiento económico, inclusión y equidad. Esto mostró datos interesantes tales como: la influencia de las tecnologías sobre la sociedad, la globalización trascendental en el sistema innovador de las gestiones empresariales del sector agrícola para la eficaz productividad de los procesos de un modelo de gerencia heterogéneo a homogéneo en todos los eslabones de la cadena como red estratégica de actores independientes que actúan dentro de la misma cadena productiva ganados al cambio y la innovación tecnológica.

Palabras clave: TIC, procesos, gerencia, agrícola, cadena de valor.

AGROTIC AND MANAGEMENT PROCESSES IN THE VALUE CHAIN

ABSTRACT

This article presents the processes to obtain better business conditions in the agricultural field through the incorporation of information and communication technologies and innovation, a documentary theoretical investigation with the purpose of analyzing the changes made in the management processes in the value chain, determining the influence of these technological and innovation tools in changing the mentality of agricultural managers, where creative solutions

are sought to existing problems in the processes of the value chain of the agricultural sector. The determining factors in the value chain and primary marketing actions were considered as technological strategies, as well as their structural, environmental, social and climatic analysis, surrounding economic growth, inclusion and equity. This showed interesting data such as: the influence of technologies on society, transcendental globalization in the innovative system of business management in the

agricultural sector for the effective productivity of the processes of a heterogeneous to homogeneous management model in all links of the chain as a strategic network of independent actors that act within the same productive chain,

INTRODUCCIÓN

La evolución de las TIC ha influido sin precedentes en el desarrollo de la sociedad. Esto sin duda ha generado un cambio complejo y radical en diversos sectores, entre los cuales destacan el contexto agrícola y empresarial de la cadena de valor productiva. Además, (Artus y Virard, 2009) señalan que con las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación se ha creado la perspectiva de la aparición de una “nueva economía”

Por lo tanto, las organizaciones demandan la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) para así optimizar los procesos, por ende, el papel del gestor es introducir de manera guiada, orientada y planificada el uso de estas herramientas, garantizando el cumplimiento efectivo de los objetivos propuestos, dando importancia a funciones administrativas, trabajando con indicadores de gestión para la optimización de los procesos.

Las TIC proporcionan una transformación en los procesos de negocios, servicios de internet, datos informáticos, asociados a la oportunidad de cambiar el futuro de los sistemas y cadenas de valor en los procesos productivos. Sin embargo, se demanda una orientación enfocada en la generación de resultados proactivos, para generar cambios tangibles en el mundo globalizado que vivimos. A su vez, permiten el acceso al conocimiento, la

influenced by technological change and innovation.

Keywords: TIC, processes, management, agricultural, value chain.

información, y las comunicaciones: elementos cada vez más importantes en la interacción económica y social de los tiempos actuales (UNESCO ,2013)

El siguiente documento es investigación de carácter teórico documental con el propósito de analizar la relación entre las tecnologías de la información y de las comunicaciones desarrolladas en el sector agrícola y los cambios efectuados en los procesos gerenciales en la cadena de valor, Empleando para ello un método descriptivo de vertiente analítica para responder a algunas interrogantes que desarrollan nuestro tema determinando de esta manera la influencia de estas herramientas tecnológicas y de innovación en el cambio de la mentalidad de los gestores agrícolas, donde se buscan soluciones creativas a problemas existentes en los procesos de la cadena de valor del sector agrícola.

Las AGROTIC y sus características

El término TIC es una abreviatura que proceden de la sinopsis de la siguiente expresión: Tecnología de Información y Comunicación. Estas tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) son un término que se utiliza actualmente para hacer referencia a una gama amplia de servicios, aplicaciones, y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos y de programas informáticos, y que a menudo se transmiten a través de las redes de telecomunicaciones”

Las TIC inciden en la actualidad en todos

los aspectos y ámbitos de la vida cotidiana y de los diferentes sectores sociales en la economía mundial (UNESCO ,2013). Las TIC proporcionan una transformación en los procesos de negocios, servicios de internet, datos informáticos, asociados a la oportunidad de cambiar el futuro de los sistemas y cadenas de valor en los procesos productivos. Sin embargo, se demanda una orientación enfocada en la generación de resultados proactivos, para generar cambios tangibles en el mundo globalizado que vivimos. A su vez, permiten el acceso al conocimiento, la información, y las comunicaciones: elementos cada vez más importantes en la interacción económica y social de los tiempos actuales.

Aguilar (2017) menciona las múltiples coyunturas estructurales de la sociedad del conocimiento y la sociedad de la información que motivan a viabilizar un andamiaje de información en aras de reestructurar los esquemas mentales caducos y verticalistas de los directivos de una institución empresarial.

Dentro de este orden de ideas, las TIC se presentan como intrínsecos de la investigación, el desarrollo y la innovación en diversas áreas de la sociedad, en el sector agrícola que a su vez han proporcionado sin duda un cambio radical y sin precedentes para los avances de la ciencia.

De esta manera, las organizaciones demandan la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) para así optimizar los procesos, pero esto debe darse a través de un gestor que permita introducir de

manera guiada, orientada y planificada el uso de estas herramientas, garantizando el cumplimiento efectivo de los objetivos propuestos, dando importancia a funciones administrativas, trabajando con indicadores de gestión para la optimización de los procesos. La tecnología es sumamente importante para el crecimiento de cualquier empresa y de las naciones. En este sentido, Bateman y Snell (2009) indican lo siguiente:

“En la actualidad, una compañía no puede tener éxito sin la incorporación, en su estrategia, de las tecnologías deslumbrantes que existen y que siguen evolucionando. Los avances tecnológicos crean nuevos productos, evolucionan las técnicas de producción y mejoran las formas de administrar y comunicar. Conforme la tecnología avanza, se desarrollan nuevas industrias, mercados y nichos competitivos”

No obstante, para adoptar las TIC en las organizaciones es fundamental contar con infraestructura necesaria, tales como: equipos, conexión a internet y capacidad multimedia de los equipos, de igual manera, se debe proporcionar adiestramiento al talento humano, motivarlo al uso de las TIC.

Las agroTIC surgen de la convergencia de varias áreas tradicionales de innovación tecnológica, como la biotecnología y las ciencias de la vida, tecnologías de la información que contribuyen a caracterizar de forma homogénea y efectiva los eslabones de la cadena productiva de diversos sectores agrícolas, desde el ámbito territorial,

transformador y comercial. Entonces cuando hablamos de AgroTIC se está hablando de la aplicación e integración de las nuevas tecnologías a todo lo que tiene que ver con el sector primario (agricultura, ganadería, horticultura, biotecnología, entre otros), tanto desde el punto de vista del cultivo, como de los procesos productivos y de la comercialización de los productos.

Cabe resaltar, que el desafío de las TIC's se ha convertido en un área de especial interés en nuestro país, y se ha ido posicionando en cada una de sus instituciones dependientes con el objeto de brindar igualdad de oportunidades a los habitantes de las zonas productivas e incorporar a las localidades rurales a las nuevas tecnologías de la información. La sofisticación del manejo productivo, las demandas de calidad de los nuevos mercados, las crecientes exigencias del mercado.

Con relación a la problemática expuesta, la agricultura de precisión a través de las agroTIC se presenta como una forma eficaz de optimizar todos los procesos de producción a partir de la observación y la medición de todos los aspectos relacionados con la parcela de cultivo. Estas agroTIC utilizarán los diferentes avances tecnológicos para lograr que, todos los procesos productivos, sean más eficientes y eficaces desde el punto de vista de la gestión y del rendimiento. La agricultura de precisión, ayuda también a todos los procesos de gestión con proveedores y clientes, empleando todas las ventajas de la transformación digital. (Yoigo, 2020).

En importante señalar, que la gerencia es la responsable directa de los procesos de: planificación, organización y control. Donde en cada uno de estos procesos se den tomar decisiones claves. Y la incorporación de herramientas tecnológicas permitirá de una manera productiva resultados eficientes en el proceso sistémico que se genera en todos los procesos de la cadena valor donde actores y actividades que llevan un producto agrícola básico desde la producción en el campo hasta el consumo final, agregándose valor al producto en cada etapa.

La cadena de valor incluye toda la gama de actividades que se precisan para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases productivas, hasta su entrega a los consumidores y disposición final después de ser usado (Kaplinsky y Morris, 2002).

Por consiguiente, identificando de esta manera las fuentes potenciales de diferenciación y costos, como medio analítico para examinar y entender las actividades primarias y de apoyo en los procesos de competitividad y rentabilidad en el mercado agrícola, promete desarrollar una agricultura más productiva y con menores pérdidas a lo largo de la cadena de valor, y que pueda por lo tanto, alcanzar mayores eficiencias en el uso de los recursos y mejorar la sustentabilidad de los sistemas productivos actuales (BID, 2020).

En el presente, las instituciones congenian en sistemas múltiples, lo que acarrea como consecuencia retraso en

procesos comunicacionales de información compartida y amplia en la cadena de valor, que busca como fundamento evaluar los procesos inéditos de relación de poder en una red estratégica de actores independientes que actúan dentro de la misma cadena productiva (Trejo, 2011).

Con relación a lo expuesto con anterioridad (CEPAL, 2016) caracteriza las plataformas de la siguiente forma: "Las plataformas digitales generan valor sobre la base de economías de red por el lado de la demanda, en el contexto de mercados multilaterales. Ese modelo de negocios les permite pasar rápidamente de emprendimientos locales a expansiones a escala mundial, alcanzando tamaños que dificultan la aparición de nuevos competidores.

En el cambio sobre la organización interna se está produciendo un desplazamiento desde las clásicas burocracias verticales a estructuras más horizontales, orientadas al incremento de la competitividad empresarial mediante la flexibilidad y agilidad en el intercambio de información entre sus integrantes. En consecuencia, ejerce una gran influencia en la toma de decisiones empresariales relacionadas con la estructura organizativa, con la forma de diseñar los procesos de negocios, con sus relaciones con los consumidores y con los integrantes de su cadena de valor y aun con otras empresas, así como con los trabajadores (Kling, 2000).

Las plataformas digitales utilizan e integran las cadenas de valor constituidas por eslabones de producción

y servicios, profundizando y rediseñando el nuevo sistema global de producción, constituyendo plataformas globales de valor en una profundización de las cadenas globales de valor (Kreimerman, 2023)

Factores que inciden en la megatendencia de las TICs

Las megatendencias son fuerzas de cambio de tipo social, demográfico o tecnológico capaces de transformar el mundo y nuestro modo de vida, que involucra un mundo inestable, la redefinición de la competencia, la internacionalización de la empresa, la universalización del hombre y el crecimiento explosivo de las comunicaciones. Por lo antes mencionado se puede señalar que la globalización, automatización y digitalización están cambiando constantemente nuestro mundo de la producción y la logística. El cambio demográfico, la individualización, la escasez de recursos y el cambio de poder económico están acelerando aún más el proceso de cambio. En tal sentido, es importante considerar la incorporación de nuevas tecnologías al sector agrícola, tales como: nanotecnologías, software, biotecnología, entre otras. Estas nos permiten saber qué productos son mejores para cada circunstancia, cuándo y cómo utilizarlos, y en qué cantidad, para que sean más eficientes, utilizando sensores eléctricos, visuales, olfativos y biológicos, con toda la información posible crea archivos de análisis de la zona o área, según el interés de investigación.

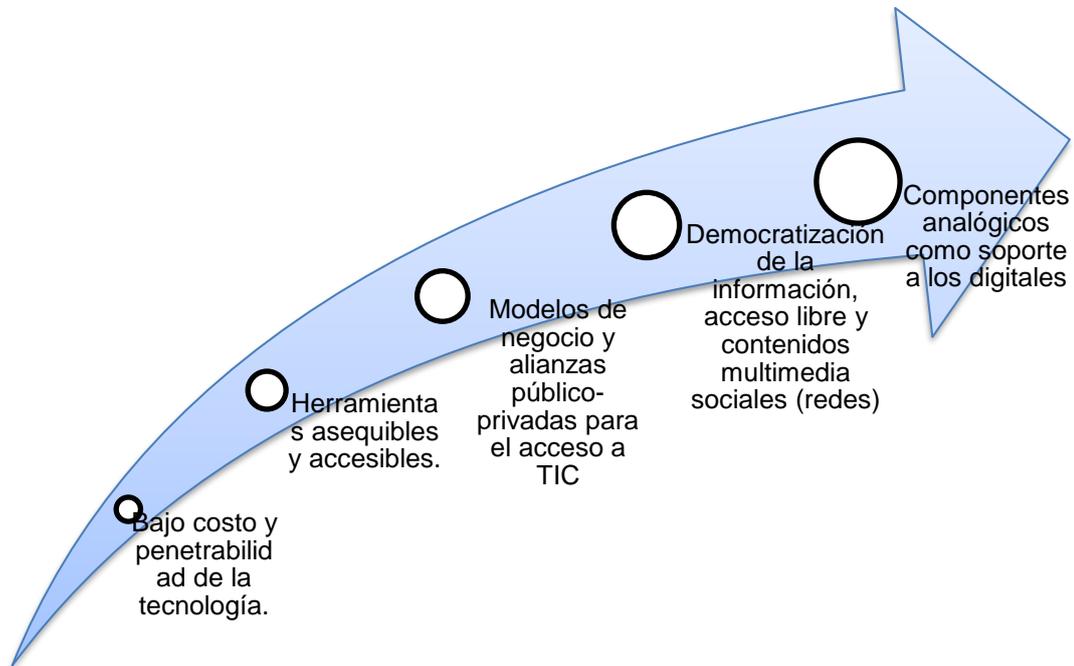


Figura 1. Factores que inciden en la promoción de esta megatendencia en pequeños productores.

Aplicaciones tecnológicas más utilizadas en la agricultura

Las aplicaciones tecnológicas más utilizadas en la agricultura en las últimas décadas son:

- Agricultura de precisión: mapas de rendimiento, delimitación de áreas de mayor o menor productividad, aplicación diferencial de insumos como fertilizantes y herbicidas.
- Sistemas de información para el seguimiento y estimación de producción de pasturas y cultivos.
- Monitoreo de calidad y cantidad de agua en el suelo.
- Gestión remota: prendido y apagado de equipos, alambrados virtuales, cámaras de vigilancia, gestión de energía, iluminación,

pagos y administración de cuentas, declaraciones juradas.

- Automatización del riego: cantidad, tiempo, presión.
- Registro de condiciones climáticas.
- Robotización en siembra, cosecha, desmalezado y aplicación de fertilizantes.
- Maquinaria agrícola no tripulada.

Del mismo modo, en los últimos años han emergido una serie de herramientas tecnológicas que han permitido analizar grandes volúmenes de información y apoyar la planificación y la toma de decisiones en la optimización de los procesos gerenciales, mejorando de esta manera la gestión de la cadena productiva. Entre las cuales se pueden mencionar: la modelación y simulación de rubros y sistemas, las herramientas para

análisis de grandes bases de datos la inteligencia artificial, los sistemas expertos y la elaboración de plataformas informáticas que integran distintas opciones. Por lo tanto, la digitalización de la agricultura es posible y así lo demuestra el agrotech, con sus herramientas, como son: la Big data, el *Blokchain*, los sistemas de geolocalización y las plataformas de trabajo colaborativo, entre otros.

Además de esto, las herramientas tecnológicas, se ha convertido en un elemento funcional en los sistemas de comunicación e intercambio de saberes, a través de diversas plataformas de la web, entre ellos tenemos: las páginas web, correo electrónico, foros chat, portales digitales, blog chat, mensajería personal, entre otros, más modernos como: *google App*, *Twiter (X)*, *skype*, *Youtube*, *Evernote*, *Drophox*, *Edmodo*, *Class Dojo* y la puesta en el escenario de la inteligencia artificial (IA).

En cuanto a la idea anterior, se han incrementado de forma positiva estrategias de gestión empresarial para la optimización de procesos en la Cadena de valor productiva, que van desde generar marketing, donde se puedan vender productos en tiempo real, captar nuevos clientes y conquistar nuevos mercados en tiempo récord, exhibir catálogos a diferentes naciones o localidades, conocer la competencia en el mercado, construir una imagen de marca y producto sin fronteras

La economía digital impulsa la cadena de valor agrícola

Las agroTIC a través del análisis de datos y 'big data', el internet e inteligencia artificial, los drones y satélites y el uso de sensores se presentan como estrategias económicas de mercado para reimpulsar sistemas de gestión dentro de diferentes dimensiones del sector agrícola. En relación a lo antes señalado, para lograr transformar nuestra economía hacia un sistema sostenible, sólido y equitativo, es necesario incorporar a la cadena de herramientas digitales que permitan un cambio profundo y trascendental en vanguardia con las tendencias del mercado que permitan al modelo productivo ser competitivo.



Figura 2. Ventajas competitivas en el sector empresarial por el uso de TIC.

Por consiguiente, observamos la oportunidad de generar crecimiento y acercar los sectores que no están incluidos en el mercado, mejorando la productividad de cadenas de valor completa y gestión de los riesgos, y a su vez, las relaciones con todos los grupos

de interés. Esto proporcionará una estrategia de gestión más eficiente, que permitirá la toma de decisiones más efectiva, la reducción del tiempo de

entrega y una mejor utilización de los activos en la cadena de suministro en cualquier sistema agrícola o agroproductivo.

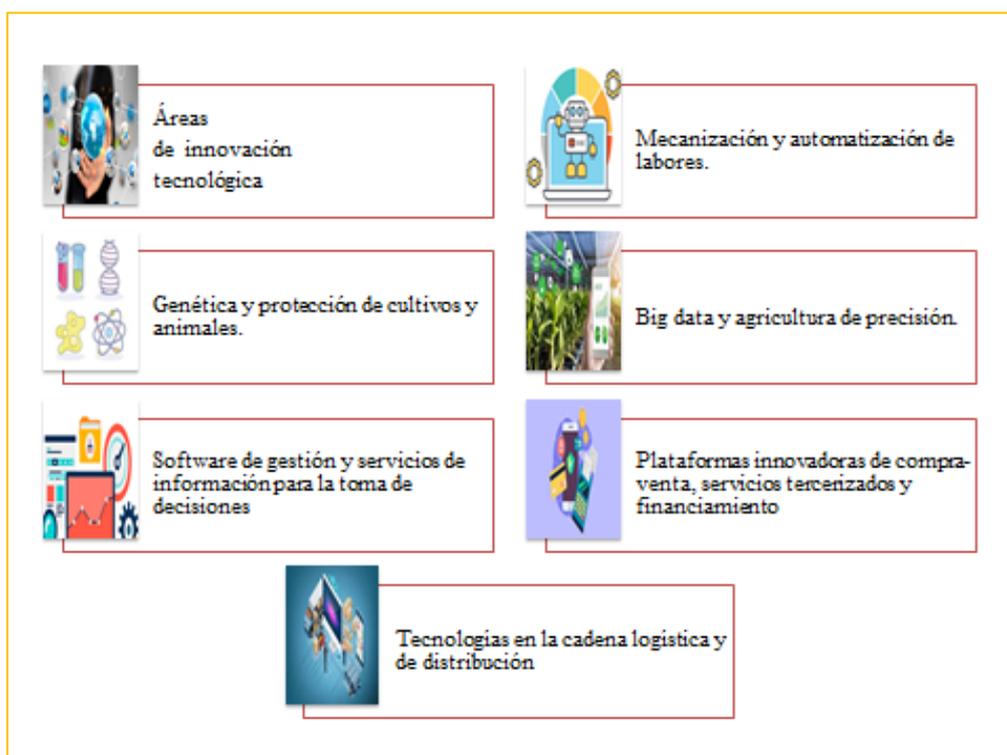


Figura 3. Áreas de innovación tecnológica para desencadenar la productividad del sector agrícola de forma sostenible.

Principales herramientas Agrotic

Dentro de las principales herramientas AgroTIC están la:

1. Big data: es una herramienta digital de registro de información relacionada con la plantación, los proveedores, el transporte, plagas o fertilizantes. Una manera más eficiente de procesar datos. Esta analiza en tiempo real para la optimización de procesos de producción, distribución y suministro.

2. Drones: estos proporcionan control y seguimiento continuo desde la siembra hasta cosecha sin realizar ningún desplazamiento. Cuentan con sensores, que facilitan el análisis del cultivo, lo que permite conocer el estado del suelo, su nivel de hidratación y temperatura, el ritmo de crecimiento de la plantación, entre otras variables. Otro ejemplo clave de esto es, el uso de aviones autodirigidos para la monitorización de los terrenos y explotaciones.

3. Sistemas de geolocalización: (1999), el cual establece lo siguiente:
contribuyen a la agilización y optimización de diferentes procesos, como por ejemplo, la fertilización del suelo, la siembra de las cosechas y la utilización de fertilizantes, a través del uso de GPS en tractores.
4. Plataformas digitales: estas permiten interactuar con el cliente, además de gestionar procesos de compra y venta, o, ejecutar pedidos y transporte desde el campo sin necesidad de estar en oficina.

Innovaciones de las agroTIC en Venezuela:

En la situación económica actual de Venezuela, es necesario retomar la legislación en materia de Ciencia y Tecnología, en un marco ejecutor sólido con objetivos fusionados entre los vínculos de Estado, pueblo y empresa pública o privada; pero sobre todo se hace necesario rescatar el interés de las empresas por la gestión tecnológica, con incentivos acordes con las necesidades de las organizaciones.

La gestión tecnológica y la innovación, son aspectos que se encuentran contemplados en el marco legal venezolano. Iniciando con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), pasando por la creación de organismos oficiales y leyes, promulgadas y ejecutadas entre 1999 y 2008, con el fin de fortalecer el área científica y tecnológica.

El marco legal inicia con el Artículo 110 de la Constitución Bolivariana de Venezuela

“El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía” (p.27).

En Venezuela, debido a las regulaciones en materia cambiaria, es difícil el acceso a las divisas necesarias para que las empresas mantengan actualizadas las tecnologías con las que se cuenta en el país. La falta de inversión en tecnologías básicas como el ancho de banda de internet, ocasionan grandes problemas de comunicación lo cual imposibilita mantener el nivel de servicio requerido. Sin embargo, algunas empresas del sector agrícola han logrado alianzas con organismos internacionales que les han permitido acceder a herramientas tecnológicas con el propósito de avanzar en los procesos de la cadena de valor.

En efecto, han permitido satisfacer la demanda del mercado con productos de calidad asociados al comportamiento de

la Cadena de Valor de los Procesos Productivos agrícolas, los cuales engloban procesos fundamentales de diagnóstico, análisis y formulación, en descomposición de procesos más simples.

CONCLUSIONES

Los procesos gerenciales en la cadena de valor en la cohesión de las agroTIC han proporcionado diversos cambios estructurales y sociales que permiten la toma de decisiones para el éxito gerencial.

Los resultados obtenidos, muestran la expansión del modelo empresarial como un proceso multidimensional, además que la innovación tecnológica del AgroTIC en el sector primario puede alcanzar niveles de producción óptimos, aportando beneficios desde el punto de vista de la sostenibilidad y sustentabilidad económica del país.

En el sector educativo o formativo las nuevas generaciones, puedan involucrarse constructivamente en una agricultura eficiente, sostenible y económicamente viable a través de estas herramientas de transferencia de tecnología más tangible y palpable a los cambios sucesivos de la sociedad. Las TIC permitirá un canal para la divulgación y el intercambio de la información y transferencia de conocimiento relevante y actualizado que se requiere para enfrentar exitosamente el proceso de producción agrícola en el ámbito vegetal y a su vez, la Tecnología e innovación digital asociada a las AgroTIC se convirtió en un fenómeno muy complejo que define

el actual marco político, social y económico caracterizado por un ambiente en el que el conocimiento y la información son sus recursos más valiosos el apoyo a través de Internet o App generar procesos para más tangibles.

También se puede concluir que las AgroTIC han permitido crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar información relevante para los procesos gerenciales de la cadena de valor en el sector agrícola de tal modo que facilitan el análisis de la información y su beneficio en la toma de decisiones.

Sin embargo, más allá de las propuestas cambiaste de paradigma ante la evolución cambiante del proceso de globalización, es necesario que exista una alianza gubernamental para la creación de políticas públicas que se inclinen a perfeccionar y apalancar los procesos del sector agrícola asociados a los sistemas TIC.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Instituto Nacional de Investigaciones agrícola (INIA) Yaracuy.

REFERENCIAS

- Aguilar, E.J. (2017). La sociedad de la información y del conocimiento: Desafíos para la gestión institucional. *Revista de Ciencias Sociales*, 23(2), 215–230.
- Artus, P., y Virard, M. (2009). *La economía de mañana*. Fondo de Cultura Económica.

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Innovaciones tecnológicas en agricultura sostenible. BID.
- Bateman, T.S., and Snell, S.A. (2009). *Administración: un nuevo enfoque*. McGraw-Hill.
- BID-INTAL. (2017). *Robot-lución: el futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe.
- CEPAL. (2016). *La región frente a las tensiones de la globalización*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org>
- FAO. (2012). *Utilizando las TIC para posibilitar sistemas de innovación agraria para pequeños productores*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Kaplinsky, R., and Morris, M. (2002). *A Handbook for Value Chain Research*. IDRC.
- Kling, R. (2000). Learning about information technologies and social change: The contribution of social informatics. *The Information Society*, 16(3), 217–232.
- Kreimerman, G. (2023). *Plataformas globales de valor y redes de producción digital*. Fondo Editorial Universitario.
- República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.
- Trejo, R. (2011). Retos y desafíos de las TIC y la innovación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(2), 1–10.
- UNESCO. (2013). *Informe sobre el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org>
- Yoigo. (2020). *Cómo las TIC transforman el campo: agricultura de precisión*. <https://www.yoigo.com/blog>

BLOQUES MULTINUTRICIONALES COMO APOYO PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN EL TRÓPICO

Pedro H. Peña Curto,^{1*} Pablo Herrera², Beatriz Birbe²

¹ Universidad Rómulo Gallegos, Área de Ingeniería Agronómica, San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: pedrounerg2@gmail.com

² Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Estación Experimental "La Iguana" IDECYT-CEDAT. Valle de la Páscua. Estado Guárico. Venezuela. bbirbe@mailcity.com, pherrera@mailcity.com

* Autor de correspondencia

Recibido: 22/03/2025; **Aceptado:** 08/06/2025; **Publicado:** 30/06/2025

RESUMEN

La nutrición, es uno de los factores que más afecta la productividad animal, provocando disminuciones importantes en la producción de carne y leche. Lo antepuesto obliga al productor agropecuario, si desea ser exitoso, a mejorar los sistemas de producción y usar técnicas para alimentar sus animales usando los recursos disponibles en su finca o en sus alrededores con el objetivo de complementar los pastos. Lo primero principalmente en épocas difíciles cuando la calidad y la cantidad del forraje resultan deficientes. En este sentido, se indaga mediante revisión de literatura, La búsqueda de estrategias alimenticias que promuevan una mejor utilización de esos recursos fibrosos de baja calidad, abundantes en nuestras condiciones, han conducido a la evaluación de diferentes estrategias de suplementación, dentro de las que resalta la que utiliza bloques multinutricionales, la cual constituye hoy día una alternativa para el suministro estratégico de minerales, proteína y energía a los animales que pastorean en condiciones de forrajes de baja calidad. Las

características propias del bloque y su versatilidad permiten la utilización de recursos locales, los cuales, incorporados en proporciones adecuadas, pueden contribuir a minimizar los desbalances nutricionales de estos grupos animales. A esto se suma la obtención de una respuesta favorable que debe considerar el resto de alimentos que consume el animal, el pasto adecuado u otros alimentos fibrosos y apropiado suministro de agua. Los bloques multinutricionales se pueden elaborar con diferentes ingredientes dependiendo de la oferta de la unidad de producción. Se puede concluir que el uso de bloque multinutricional se presenta como una buena alternativa alimenticia a pastoreo, para el aprovechamiento de recursos fibrosos de baja calidad en diferentes condiciones ya que esto contribuye a elevar la disponibilidad de proteína en la dieta, mejorando los balances de energía-proteína-minerales, e incrementa el consumo de forraje.

Palabras clave: Suplementación animal estratégica, bloques multinutricionales, producción animal, modalidades de alimentación animal

MULTI-NUTRIENT BLOCKS TO SUPPORT RUMINANT FEEDING IN THE TROPICS

ABSTRACT

Nutrition is one of the factors that most affects animal productivity, causing significant decreases in meat and milk production. This forces the farmer, if he wants to be successful, to improve production systems and use techniques to feed his animals

using the resources available on his farm or in the surrounding area with the aim of supplementing pasture. The former mainly in difficult times when the quality and quantity of fodder is poor. The search for feeding strategies that promote a better use of these low-quality fibrous resources, which are abundant in our conditions, has led to the

evaluation of different supplementation strategies, among which the use of multi-nutritional blocks stands out, which nowadays constitutes an alternative for the strategic supply of minerals, protein and energy to animals grazing in conditions of low-quality forage. The characteristics of the block and its versatility allow the use of local resources, which, incorporated in appropriate proportions, can contribute to minimizing nutritional imbalances in these animal groups. This is in addition to obtaining a favorable response that must take into account the other feeds consumed by the animal, adequate pasture or other fibrous feeds and appropriate water supply. Multi-nutrient blocks can be made with

different ingredients depending on the supply of the production unit. It can be concluded that the use of multinutritional blocks is presented as a good alternative for grazing, for the use of low-quality fibrous resources in different conditions, as this contributes to increase the availability of protein in the diet, improving the energy-protein-mineral balances, and increases forage consumption.

Keywords: Strategic animal supplementation, multi-nutrient blocks, animal production, animal feeding methods.

INTRODUCCIÓN

Para introducir el tema de los bloques multinutricionales, conviene revisar el siguiente texto: “La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la cantidad de proteína necesaria para un adulto está en 0,5 a 1 g/kg de peso vivo/día, dentro de la cual un tercio debe ser proteína de origen animal”. Esta necesidad plantea un reto cada vez más difícil a la ganadería, específicamente la tropical, en donde actualmente existen la mayor potencialidad y disponibilidad de tierras para usos ganaderos.

En condiciones tropicales, la producción ganadera se ve afectada por diferentes factores, en donde el nutricional es uno de los más importantes, fundamentalmente por la dependencia en la utilización de recursos fibrosos de baja calidad para la alimentación de los rebaños y el desconocimiento de estrategias de suplementación que promuevan el mejoramiento de la eficiencia de utilización de esos recursos fibrosos y cubran los requerimientos de los procesos productivos y reproductivos de los mismos.

De acuerdo a nuevos conceptos de nutrición animal señalados por Flachowsky (1999), la alimentación de acuerdo a los requerimientos, ejecutada en animales saludables, mide la eficiente conversión de diferentes componentes alimenticios dentro de suplementos animales, con bajo nivel de contaminación ambiental. Este concepto plantea que el mayor objetivo de investigación en el campo de la nutrición animal, es la elaboración de principios básicos de apropiada alimentación animal de acuerdo a las especies, su utilización, nivel de comportamiento, estado fisiológico, manejo y condiciones ambientales, también como otros factores que pueden influenciar.

La búsqueda de estrategias alimenticias que promuevan una mejor utilización de esos recursos fibrosos de baja calidad, abundantes en nuestras condiciones, han conducido a la evaluación de diferentes estrategias de suplementación, dentro de las que resalta la que utiliza bloques multinutricionales, la cual constituye hoy día una alternativa para el suministro estratégico de minerales, proteína y energía a los animales que pastorean en condiciones de forrajes de baja calidad.

Las características propias del bloque y su versatilidad permiten la utilización de recursos locales, los cuales, incorporados en proporciones adecuadas, pueden contribuir a minimizar los desbalances nutricionales de estos grupos animales.

El objetivo de este estudio fue analizar, mediante revisión de literatura, aspectos básicos referentes a las necesidades de la suplementación, principios de la misma y la descripción del bloque multinutricional, principios en su elaboración artesanal, ventajas y desventajas en su utilización, y algunos resultados con rumiantes a pastoreo.

1. Problemática de la Producción Animal en el Trópico

En el trópico latinoamericano, la mayoría de los países poseen una gran población de animales cruzados, adaptados a las condiciones severas de clima y alimentación (pasturas de baja calidad), pero con bajo crecimiento y reproducción, debido a carencias nutricionales severas de diversa índole y graves problemas sanitarios (Vale *et al.* 1993).

Lo anterior permite destacar que un nivel de consumo de nutrientes bajo, determina un lento crecimiento, retardo de la pubertad de las novillas y toretes, afectando directamente la edad al servicio, alargando los períodos entre partos y en consecuencia, produce un efecto negativo sobre la eficiencia reproductiva de los rebaños (Ocanto, 1987; Vale *et al.*, 1993). Heinrichs (1996), asume que entre las deficiencias nutricionales que presentan los rumiantes en crecimiento en el trópico y que

promueven la baja productividad, las siguientes:

a)- Deficiencia de energía: La pobreza y cantidad del forraje base y la carencia de suplementación, produce en novillas estros silentes, retardo en el crecimiento, bajos pesos a la edad de monta, retardo en la madurez sexual, e incremento del número de servicios por concepción.

b)- Deficiencia de proteína: Signos de deficiencia de proteína, incluyen apetito y crecimiento deprimido, retardo en la madurez sexual. Las novillas al recibir niveles inadecuados de proteína y energía, presentan períodos prolongados de bajo desarrollo ovárico y uterino, retardando la madurez sexual. Un aporte adecuado de proteína, es necesario para promover el desarrollo y funcionamiento de los órganos reproductivos, para el desarrollo corporal y en la etapa prenatal, para el desarrollo del feto.

c)- Deficiencia de fósforo: El fósforo en el tejido animal está asociado con todos los procesos de intercambio de energía. De esta forma, una limitación en el suministro de fósforo, se refleja en una alteración generalizada de las funciones corporales, cuyos efectos a edad temprana, involucran retardo en el crecimiento, pobre utilización del alimento, alteración del apetito y problemas posteriores en la reproducción. Los forrajes consumidos (nativos e introducidos), presentan entre 0.26 a 0.30 % del elemento. Esta condición indica, la

necesidad de proveer suplementos conteniendo fósforo a libre acceso, tales como: fosfato dicálcico, harina de hueso, u otros suplementos minerales comerciales, (Navarro, 1992; Cipagauta *et al.*, 1992; McDowell, 1996).

d)- Deficiencia de sal (NaCl): Reduce el apetito, disminuye la tasa de crecimiento; la deficiencia de sodio, conduce a los animales a consumir orina, heces, suelo y otros materiales, que normalmente no son consumidos (depravación). De este compuesto se deben suministrar entre 68-136 g diarios para aliviar los síntomas de deficiencia (McDowell, 1996).

e)-Otras deficiencias presentes: bajos consumos de agua por las severas condiciones ambientales y otros minerales como cobalto, yodo, magnesio, cobre, cobalto, azufre, zinc, vitamina A y E (McDowell *et al.*, 1984; McDowell, 1996).

Por todas las deficiencias presentes en suelo, forrajes, y los bajos índices productivos animales, entre otras causas sanitarias, no hay duda que la nutrición juega un papel preponderante sobre el desarrollo corporal y puberal de hembras y de machos, fertilidad post-parto de las vacas y fertilidad de los sementales

(Guthrie, 1991; Heinrichs, 1996). Por lo que se hace necesaria la suplementación, especialmente para corregir las deficiencias en estos grupos animales (Chacón 1985; Preston y Leng, 1989; Heinrichs, 1996).

Coincidiendo con los autores anteriores, Mata y Herrera (1994) indican, que después del destete se presentan las caídas más notorias de ganancia diaria de peso (GDP); durante esta fase fisiológica, la supresión de la leche origina la disminución en la tasa de crecimiento del becerro, donde los requerimientos proteicos siguen siendo altos. Podemos observar en la Figura 1, como los máximos descensos en ganancia diaria de peso en bovinos, ocurren después del destete. El peso de 300 kg se logra entre los 4 o 5 años, lo que disminuye el número de partos, de becerros y lactancias por animal, en su vida productiva (Heinrichs, 1996).

Por lo anteriormente expresado, se hace necesario planificar estrategias alimenticias donde se integren: manejo animal, dieta base, bancos de leguminosas, otros cultivos alternos y los subproductos de cosecha y/o agroindustria con potencial alimenticio que son desechados o subutilizados, a fin de disminuir las pérdidas de peso y condición de los rumiantes en épocas críticas.

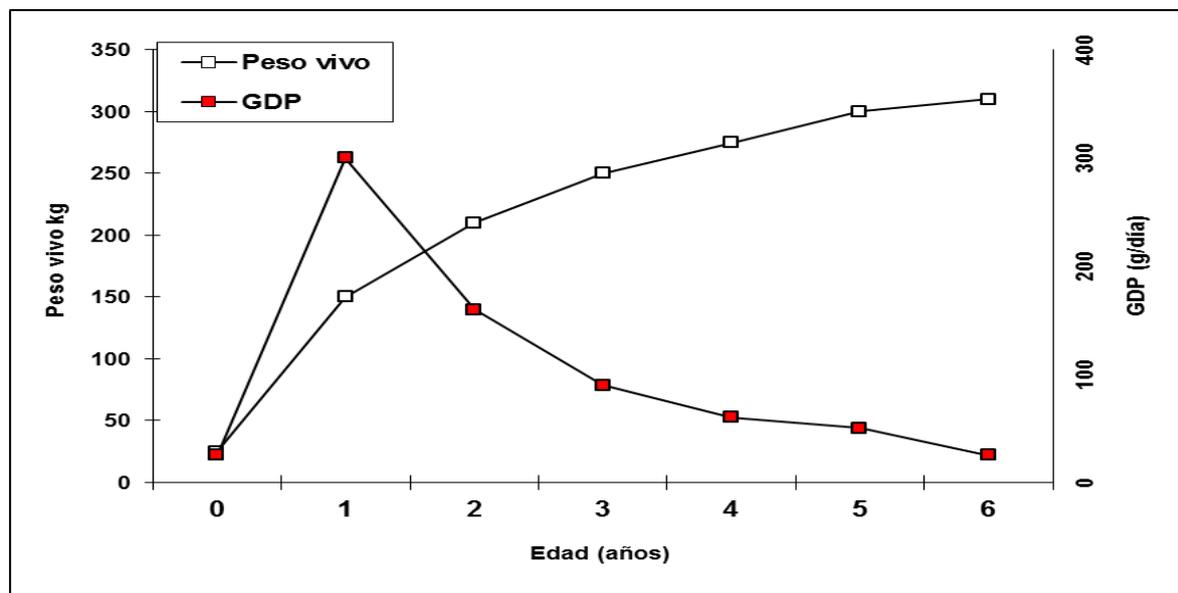


Figura 1. Cambios de peso por día de vida, en bovinos a pastoreo en sabanas naturales de *Trachypogon* sp. **Fuente:** Herrera *et al.* (1995).

2. Suplementación Animal

Una modalidad distinta a la intervención directa al medio ambiente, con el objeto de disminuir los efectos de la baja calidad del recurso forrajero en la época crítica, sobre la producción animal, lo representa la suplementación de animales a pastoreo (Mata y Herrera, 1994; Araujo *et al.*, 1994; McDowell, 1996; Mata *et al.*, 1996). En este sentido, se establece la necesidad de suplementar los animales durante la época seca, ya que, tanto en los forrajes naturales, como en los mejorados y socas, se presentan limitaciones por calidad en las pasturas, la disponibilidad de forrajes secos de bajo nivel energético y proteico, así como de baja digestibilidad que afectan drásticamente la producción de los rumiantes (Combella, 1993).

La suplementación debe estar dirigida, a resolver problemas carenciales en el rumen, particularmente en pasturas de bajo valor nutritivo, y debe basarse en el

uso adecuado del tipo y cantidad de suplemento, para corregir las deficiencias del forraje, a fin de mantener y aumentar el consumo del mismo, aumentar la eficiencia del uso de nutrientes y aumentar la producción, (Garmendia *et al.*, 1991).

En la etapa de crecimiento post-destete, muchos autores han hecho énfasis de cubrir los requerimientos nutricionales, para evitar elevadas pérdidas de peso y el consecuente atraso del crecimiento. En rumiantes se ha demostrado que, en las primeras fases de la vida, se presentan las más altas tasas de retención de nitrógeno y glucosa; y la función ruminal se encuentra en desarrollo (Preston y Leng, 1989; Cipagauta *et al.*, 1992).

Los bovinos en crecimiento hasta los 300 kg de peso vivo, tienen una alta deposición de proteína en los tejidos y, en consecuencia, altos requerimientos en aminoácidos. En ocasiones, los mismos

no pueden ser satisfechos por proteínas de origen microbiano y requieren de un suministro adicional de suplemento, de proteína sobrepasante (Mata y Herrera, 1994).

Las características cuantitativas y cualitativas de la biomasa vegetal disponible, el mejoramiento de la eficiencia de utilización de este recurso natural abundante y la suplencia de los elementos nutricionales deficientes, constituyen, junto con el manejo adecuado del recurso, componentes fundamentales para el logro del incremento de la productividad, del ecosistema tropical (Preston y Leng, 1989).

3. Modalidades Alimenticias para la Suplementación Animal

En el trópico, se deben contemplar algunas estrategias y acciones que permitan evitar o corregir parcial o totalmente las carencias nutricionales, en

base a conservación de forrajes, introducción de cultivos, utilización de subproductos de la agroindustria (Escobar, 1989); manejo de los animales, manejo del recurso forrajero, planteándose además, el uso racional de otros recursos locales no tradicionales, complementándose todos ellos, en función de su factibilidad y economía (Herrera *et al.*, 1990; Hadjipanayiotu *et al.* 1991; Birbe *et al.*, 2001).

En épocas anteriores la suplementación animal se hacía en base a suplementos comerciales, su alto costo actual, y su dependencia de productos importados ha hecho que se busquen estrategias más económicas, pero que a su vez cumplan con los objetivos planteados de suplir los requerimientos alimenticios. En el uso de la suplementación con recursos alimenticios locales (RAL), se deben tener en cuenta los aspectos presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de los alimentos tradicionales balanceados y los recursos alimenticios locales.

Alimentos comerciales balanceados	Recursos alimenticios locales (RAL)
Se manejan en forma de harinas o peletizados	Se manejan en trozos o harinas con mayor humedad.
Procesados en fábricas industriales	Procesados artesanalmente en las fincas
Su localización puede ser a mayores distancias	Deben ser localizados lo más cerca de donde se usen, debido a su alto volumen, alta humedad, siendo costoso el transporte.
Se adaptan a todo tipo de animal	No se adaptan a animales con alto potencial genético, debido a su baja densidad nutricional, aunque hay excepciones, desde el punto de vista proteico y energético.
Son más costosos y algunos ingredientes son importados	Son recursos locales. Preparados por el productor de acuerdo a las necesidades de los animales.

Fuente: Peña *et al.* (2005).

Una necesidad del trópico latinoamericano es crear conciencia de lo importante que resulta establecer los estimados regionales de recursos

alimenticios forrajeros en cantidad, calidad nutricional, y disponibilidad en el tiempo, lo cual permitiría diseñar estrategias de suplementación dirigidas a un uso eficiente de los recursos presentas, aparte de establecer las premisas para corregir la problemática generada por las variaciones en disponibilidad y carga animal. Sobre la base de estos análisis, es posible prever escenarios para el desarrollo de actividades de pastoreo que conlleven al incremento de la producción animal, mostrando además la consecuencia que estas actividades pueden tener para la sustentabilidad ecológica del pastoreo y su posible corrección.

4. Bloques Alimenticios

Una de las tecnologías que han sido probadas para mejorar la utilización de los recursos fibrosos, es la suplementación con bloques multinutricionales (Combellas, 1991; Hadjipanayiotu *et al.*, 1991; Mata y Herrera, 1994), que además contribuye a elevar la disponibilidad de proteína en la dieta y mejorar el balance energía-proteína, corrige deficiencias minerales y mantiene el ritmo de crecimiento normal (Sansoucy, 1987; Preston y Leng, 1989; Leng, 1991; Munthali *et al.*, 1991).

Como alternativa para aprovechar los subproductos agroindustriales y RAL en la elaboración de suplementos alimenticios, que no requiere de gran inversión en maquinaria e implementos, están los bloques alimenticios. Esta tecnología artesanal tiene la ventaja, que el productor puede alterar la composición del bloque multinutricional para favorecer sus necesidades, (Mwendia y Khasatsili,

1990). Verma *et al.*, (1996), señalan como una ventaja adicional a este tipo de suplemento, que se necesita menor espacio para almacenar bloques alimenticios, que materias primas a granel o en sacos. Oviedo (1979), señala que cuando se comprime una masa de material, hay un decrecimiento del volumen total.

Considerando la diversidad de materias primas que pueden conformar los bloques multinutricionales, los cinco constituyentes principales del bloque multinutricional, son: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. La cantidad y clase de estos componentes, indican el tipo y valor nutritivo del mismo, además de determinar la tendencia mayor o menor del bloque alimenticio, a experimentar cambios químicos y físicos después de la elaboración y durante el almacenamiento (Tiwari *et al.*, 1990).

5.-Consideraciones Generales sobre Bloques Multinutricionales

-Definición de bloque

Existen diferentes definiciones para el bloque multinutricional, McDowell *et al.*, (1974) lo definen, como un alimento comprimido en una masa sólida, con suficiente cohesividad para mantener su forma; el Instituto de Ciencia Animal (1990), lo denomina un material alimenticio balanceado (suplemento), sólido, compacto, que provee constante y lentamente al animal: nitrógeno, proteína sobrepasante, energía y minerales, que maximiza el uso de las dietas fibrosas en el rumen. Waliszewski y Pardo (1994), lo definen como un concentrado alimenticio

que permite la selección de sus ingredientes, sirve como vehículo de compuestos, para evitar y corregir deficiencias nutricionales ó enfermedades, así como reducir el trabajo requerido en el procesamiento y en la alimentación. Ventura y Osuna (1995), lo describen como una mezcla de diferentes ingredientes alimenticios, que permite la formación de un aglomerado con un grado de “dureza” y “palatabilidad” tal, que controla o limita la tasa de ingestión, por ser un dosificador de la ración.

Estos bloques pueden ser elaborados con una tecnología económica artesanal o semi artesanal, con variados subproductos locales, que se puede adaptar a las condiciones de grandes, medianos y pequeños productores. Estos bloques proporcionan al animal el nitrógeno fermentable (amoníaco), en forma lenta y constante, mejorando notablemente el ecosistema ruminal, y el crecimiento microbiano en el rumen. Proporcionan una forma segura de suministrar urea a los rumiantes sin riesgos a intoxicación, además al presentarse en forma sólida se facilita el transporte, manipulación, almacenamiento y suministro a los animales, se les puede incorporar nutrientes no solubles como ciertos minerales y compuestos proteicos. La naturaleza sólida exige que el animal tenga que morder o lamer el bloque lo que asegura que el consumo sea lento durante todo el día.

Además, el uso de los bloques multinutricionales incrementa el consumo de la dieta basal (pasto), mejora la digestibilidad de las pajas, aumenta la ganancia de peso diaria y la producción

láctea (Preston y Leng, 1989; Sansoucy, 1987).

-Tipos de bloques

Según el propósito para lo que se quiera utilizar, los diferentes tipos de bloques alimenticios se pueden clasificar en cuatro tipos: mineral, terapéuticos, entretenimiento y multinutricional, este último puede ser proteico o energético, la característica de cada uno se observa en el Cuadro 2.

-Componentes de los bloques multinutricionales

Los bloques multinutricionales pueden ser elaborados con una gran variedad de componentes, dependiendo de la disponibilidad local, valor nutritivo, precio, facilidad de uso, e influencia en la calidad del bloque que se desea. Los componentes fundamentales del bloque multinutricional se observan en el Cuadro 3.

Aglomerante

Los bloques multinutricionales además de poseer componentes alimenticios para el animal, deben tener ingredientes para darle una resistencia tal, que soporten manipulación, transporte, almacenamiento, y un consumo lento de aproximadamente de 500 a 600 g/animal/día. En este aspecto hay diversas opiniones, pero uno de los componentes importantes para conferir resistencia es el aglomerante (provoca la solidificación de las materias primas junto a la compactación). Dentro de los aglomerantes usados se encuentran, cal viva (CaO), la cal hidratada [Ca(OH)₂] o apagada, el yeso, bentonita, zeolita y cemento.

Cuadro 2. Tipos y características de los bloques alimenticios.

Tipos de bloque	Función
Bloques minerales	Bloques duros para bajos consumos, elaborados a base de aglomerantes (10-12 %), melaza (pequeñas cantidades), sal y minerales (macro y micros), especialmente fósforo, azufre, calcio y cobre, proporcionando al animal los minerales necesarios para sus requerimientos diarios. La proporción de sus componentes depende de los niveles de consumo del mismo.
Bloques terapéuticos	Pueden ser bloques del tipo mineral, multinutricional y además contener drogas (fármacos) como antibióticos, desparasitantes, estimulantes de crecimiento, etc., que van a ser suministrados al animal de forma lenta y mantenida, usando el bloque como vehículo de administración oral. En este tipo de bloque, al igual que en el mineral, la resistencia juega un papel fundamental, ya que la dosificación del medicamento va a ser administrada al animal, de acuerdo al consumo diario de bloque.
Bloques de entretenimiento	Son bloques resistentes, con niveles altos de aglomerantes, entre 10 y 15 %, sal, minerales, melaza, proteínas, y fibra de soporte. Estos bloques deben tener resistencias mayores a los multinutricionales, para provocar períodos de consumo (lamido) más prolongados, permitiendo el entretenimiento con un mínimo consumo de bloque. Son usados para mantener distraídos a los animales durante el ordeño.
Bloques multinutricionales	Contienen diferentes nutrientes, son usados para suplementación y/o complementación de la dieta base, su elaboración es a base de subproductos de origen vegetal y/o animal, aglomerantes, melaza, sal, minerales, fibra de sostén y urea, con el propósito de mejorar la digestibilidad y el consumo de la fibra (dieta base), mejorar el ambiente ruminal haciendo más eficiente el proceso productivo, y permitir el aporte de nutrientes que puedan ser absorbidos directamente por el animal.

Cuadro 3. Diferentes componentes y proporciones en los bloques alimenticios.

Componentes	Proporciones
Aglomerante (Ca(OH) ₂ , CaO)	5-10 %
Fuente proteica	15 –35 %
Minerales (macro y micro)	5-15 %
Fuente de energía y palatabilidad (melaza)	25-65 %
Fuente de nitrógeno no proteico (NNP) urea	5-10%
Fuente de soporte (heno u hojas cortados)	3-5 %
Agua	Opcional para cada mezcla
Drogas	Opcional
Total	Debe sumar 100 %

El más usado en la actualidad como aglomerante es la cal viva que puede ser incluida en proporción entre 5 y 10 %, (según la resistencia que se quiera y el

tipo de bloque deseado). Este aglomerante mineral aparte de resistencia aporta al bloque calcio y magnesio. En la Figura 2 se observa

como a medida que aumenta el nivel de aglomerante $[Ca(OH)_2]$ en la fórmula, aumenta la resistencia (kg/cm^2) y disminuye el consumo de bloque (g).

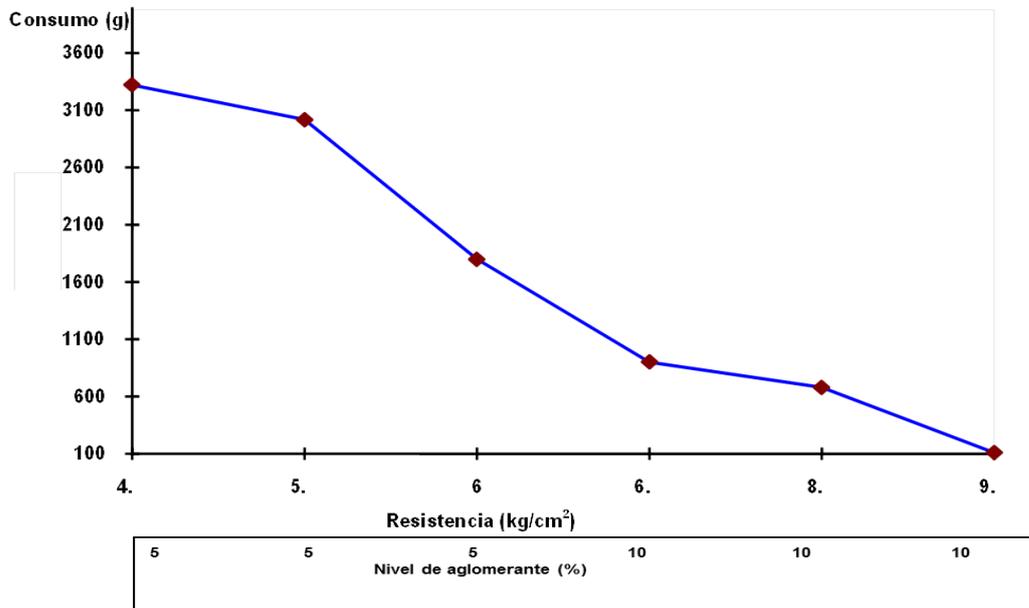


Figura 2. Consumo acumulado de bloque multinutricional con diferentes resistencias y niveles de aglomerante. **Fuente:** Modificado de Birbe *et al.*, (1998b).

Componente proteico

Este elemento proporciona proteínas (aminoácidos y péptidos), algunas de las cuales son sobre pasantes, degradándose en el intestino delgado, lo cual contribuye al equilibrio nutricional en los rumiantes. Existen muchos subproductos que son utilizados como fuente de proteína en los bloques multinutricionales. Se pueden mencionar algunas como semillas enteras de oleaginosas (algodón, ajonjolí), harinas de oleaginosas (algodón, maní y ajonjolí), harinas de hojas y frutos partidos de leguminosas como *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Albizia saman*, *Cassia moschata* entre otras.

Minerales (macro y micro)

La nutrición mineral es un factor muy importante para la producción, por lo que los minerales (macro y micro) deben ser considerados e incluidos diariamente en la alimentación animal. De no incluir sal (NaCl) y minerales (principalmente fósforo) en la formulación de los bloques, deben administrarse a voluntad simultáneamente.

En el mercado existen mezclas balanceadas con minerales que se pueden agregar entre un 5 a 15 % al bloque, tomando en cuenta las deficiencias minerales presentes en la zona donde se va a suministrar, requerimientos, etapa fisiológica de los animales y el consumo del bloque. La sal además limita el consumo y actúa como saborizante del bloque multinutricional.

Muchos autores recomiendan suministrar los minerales con estimulantes de la aceptabilidad y el apetito, tal como la harina de algodón, melaza seca y grasa. El bloque se considera un vehículo ideal para la suplementación mineral, cuando el consumo diario del mismo es adecuado (Sansoucy, 1995).

Uno de los elementos más escaso en los forrajes tropicales es el fósforo, por lo que hay que considerarlo especialmente en la formulación de cualquier tipo de alimento animal. En algunas formulaciones de suplementos minerales, son usados fertilizantes como fosfato diamónico, fosfato de amonio, fosfato dicálcico entre otros, para cubrir la deficiencia de este importante elemento.

Flor de Azufre

Tiene un rol notable en la nutrición y alimentación mineral, ya que forma parte de aminoácidos importantes como la Metionina, Cistina, Cisteína y también del complejo de la vitamina B (tiamina y biotina). Los requerimientos nutricionales de azufre son elevados y los pastos maduros, el ensilaje de maíz y sorgo son deficientes en azufre.

Las fuentes de este mineral pueden ser sulfato de sodio, sulfato de amonio, sulfato de calcio, sulfato de potasio y sulfato de magnesio. (Jiménez, et al. 2014; p. 5)

El azufre elemental en forma de flor de azufre, se emplea a menudo en el ganado como tónico y para tratar las parasitosis externas, como las infestaciones por garrapatas, práctica que utilizaban ya ancestralmente por muchos ganaderos. (Villar, 2006).

Componente energético

Uno de los ingredientes energéticos más usados es la melaza (subproducto de los ingenios azucareros). Los principales componentes de la melaza son los hidratos de carbono, azúcares orgánicos, ceras, agua, minerales, siendo muy rica en potasio. Aparte de ser componente energético es saborizante del bloque, se puede usar entre el 25 al 60 %, en proporciones de más de 35 %, eleva substancialmente el costo. La melaza a usar, debe ser la llamada "melaza pura" de 79-81 grados Brix, siendo recomendable no adquirir para los bloques multinutricionales, la melaza ganadera, ya que le agregan otros productos.

Otras fuentes energéticas que pueden ser usadas en bloques multinutricionales son las harinas de yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de almidón, maíz, sorgo y pulidura de arroz (almidón y grasa), recomendables para ser usadas en becerros, en sustitución de la melaza, la cual no es recomendable usar en becerros (pre-destete) y en no rumiantes como el caballo.

Fuente de nitrógeno no proteico (NNP)

Como fuente de nitrógeno no proteico (NNP) para rumiantes se usa la urea, que, transformada en amoníaco en el rumen, incrementa el consumo y digestibilidad de los forrajes de baja calidad, también es un nutriente esencial para el crecimiento de las bacterias celulolíticas. Debe incluirse en niveles entre 5 y 10 %, en el bloque; para ovinos debe usarse 5 % para evitar intoxicaciones. No debe incluirse en

formulaciones de bloques para becerros pre destete menores de siete meses.

La urea actúa además en el bloque como elemento regulador del consumo animal. El sulfato de amonio también puede ser usado como NNP, aporta azufre y actúa como regulador del consumo.

Fibra de soporte

Este elemento aparte de ser absorbente ayuda a darle soporte al bloque, formando un entramado que da solidez para la manipulación y transporte. El tamaño de la fibra influye en el consumo, fibras de 10 cm, forman entramado resistente, mientras que menores de 5 cm., se desagregan con más facilidad. Pueden ser usados diversos subproductos para soporte del bloque, entre tales como cascarillas de diferentes semillas (soya, algodón, arroz), tusa de maíz, heno de gramínea seco, cortado o molido, bagacillo de caña molido, hojas secas, copra de palma o coco cortada, entre otros, que se pueden incluir como soporte entre 3 a 5 %, en el bloque.

Agua

Dependiendo del tipo de ingredientes, grado de finura en el molido, proporciones de los componentes, y grados Brix de la melaza, se hace necesario adicionar agua. La cantidad de este componente puede variar entre un 2 a 20 % según lo explicado. A mayor finura de los componentes (harinosos), mayor proporción en la mezcla y alto porcentaje de grados Brix en la melaza, debemos agregar más agua a la preparación, para poder mezclar, compactar y moldear más cómodamente y lograr la resistencia del bloque más

adecuada. Muchos autores no consideran el % de agua en la formulación por lo que es opcional a cada tipo de fórmula.

El nivel de agua puede modificar la densidad y resistencia del bloque, por lo que puede ser afectado el consumo animal, a medida que aumentamos el porcentaje de agua agregado a la mezcla, van disminuyendo las densidades y resistencias. Además, puede dificultarse la manipulación y el transporte de los bloques.

6. Proceso de Elaboración de Bloques Multinutricionales

Existen variadas formas de elaborar los bloques multinutricionales, pero hay un orden de etapas que debemos conservar, y estas son:

Diseño de la fórmula

Este aspecto es importante, ya que en base a la fórmula seleccionada localizaremos las materias primas con la debida antelación. Para la formulación de los bloques multinutricionales se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de animal
- Estado fisiológico
- Número de animales a suplementar
- Requerimientos nutricionales
- Zona donde se van a suministrar los bloques (problemática)
- Época de suministro y duración de la suplementación
- Consumo estimado (g) por tiempo de suplementación

- Facilidad de ubicación, precio, transporte y valor nutritivo de las materias primas seleccionadas
- Formulación de los componentes en % (total 100 %), sin incluir el agua de la preparación
- Compra de las materias primas y utensilios necesarios
- Acondicionamiento del lugar apropiado para la elaboración y almacenamiento
- Compra de utensilios como palas, peso de reloj de 20 kg, moldes o formaletas (cuadrados, cilíndricos, etc.), carretilla, baldes o pailas de 20 litros para pesar y colocar la melaza, martillo para compactar (puede ser punta de eje, tubo o barra), combustible y lubricante si usamos mezcladora de concreto.
- Tarima de listones de madera para secar los bloques (paleta).

Con base en la elaboración de cualquiera de las fórmulas del Cuadro 5, y tomando en consideración lo señalado anteriormente, es pertinente agregar los siguientes elementos:

- Compra de las materias primas planificadas según el tipo de bloque a elaborar.

Algunas materias primas pueden ser adquiridas ya listas para incluirlas a la mezcla, pero existen otras que hay que acondicionarlas; secarlas, molerlas o cortarlas, por ejemplo, el heno, la yuca, hoja de leguminosa, etc.

Cuadro 5. Diferentes formulaciones de bloque multinutricional.

Componentes (kg)	Fórmulas		
	1	2	3
Melaza de caña	21	31	31
Cal hidratada [Ca(OH) ₂]	10	10	10
Minerales	15	15	15
Heno cortado	3	3	4
Urea perlada	10	10	10
Fosfato diamónico	3	4	3
Fruto de samán <i>Albizia saman</i>	20	0	0
Semilla entera de algodón	18	14	27
Heno de <i>Vigna unguiculata</i>	0	13	0
Total	100	100	100

Fuente: Birbe *et al.*, (2000), Peña *et al.*, (2005).

Pesado y Mezclado de las materias primas

Es muy variada la forma del mezclado de las diferentes materias primas, el orden

que se describirá a continuación, ha dado buenos resultados:

- Pesar todos los ingredientes.
- Mezclar aparte los materiales en polvo como sal, minerales, harinas, la urea,

excepto la cal (aglomerante). Los materiales en polvo pueden mezclarse a pala o con mezcladora en seco,

en un piso de cemento limpio hasta que se vea un color homogéneo en la mezcla seca (Figura 3).



Figura 3. Pesado y mezclado de las materias primas

Si la mezcla que estamos preparando, se ha realizado anteriormente, se conoce que cantidad de agua necesita, se puede disolver la urea en la cantidad de agua previamente calculada.

Si es primera vez que preparamos la fórmula, se debe disolver la urea en la cantidad de melaza estimada en la formulación.

En muchas fórmulas la urea no se disuelve, sino que se mezcla con la sal y minerales (polvos), pero de esta forma también queda homogéneamente repartida en el bloque. Es muy frecuente que la urea almacenada presente un endurecimiento por lo que hay que

volverla a su forma granular, para garantizar su homogeneidad.

En el caso del mezclado en la melaza, calentándola, se logra disolver la urea. Otra opción, es dejar la urea con la melaza desde el día anterior.

- Agregar a los materiales fibrosos (heno, hojas, cáscaras, etc.), ya mezclados por separado, la solución de melaza-urea- (y agua si fuera el caso), luego mezclar bien hasta que el color y la textura sean homogéneos. Agregar el resto de componentes (sal, minerales, etc.), preparados con anterioridad, y mezclar uniformemente. En último

lugar se agrega la cal lentamente hasta que el preparado obtenga un color uniforme y sin grumos.

- Es importante que el agua utilizada, esté pesada o medida en litros (anotada), para futuras preparaciones.
- La cal viva se agrega en último lugar, para que cuando ocurra el fraguado, endurecimiento (calentamiento), la mezcla esté homogénea pasándola a los respectivos moldes.

Elaboración de Bloques Multinutricionales

Compactación y moldeado

El bloque multinutricional por ser un alimento sólido hay que compactarlo, la compactación (kg/cm^2), es el proceso mediante el cual se reducen los vacíos en la mezcla de materiales alimenticios, como consecuencia de la expulsión del aire por aplicación de determinada carga (energía) kg/cm^2 . (Figura 4).



Figura 4. Compactación y moldeado de las materias primas.

Las ventajas de la compactación son:

- Se establece un contacto más firme entre las partículas.
- El material compactado tiene mayor valor de soporte y se hace más estable para manipularlo, almacenarlo y transportarlo.
- La capacidad de absorber agua del material es menor por efecto de la

compactación, con menor posibilidad de ataque de microorganismos.

- Toda la masa del bloque tiene homogeneidad, por lo que se garantiza un mejor control de calidad, y disminuye la variabilidad en el consumo animal.

El uso de la normativa para compactar en capas se hace necesario, mientras no se cuente con prensas diseñadas para este

fin, que ofrezcan una compactación adecuada y uniforme.

Una mala compactación dinámica, por ejemplo, en una sola capa, ocasiona graves problemas en el consumo animal, manipulación y transporte, ya que el bloque no va a tener una resistencia homogénea en todas sus caras. Algunos ganaderos no usan la compactación dinámica, usando la consolidación, esto consiste en colocar en moldes el material alimenticio y aplicarle un peso (similar a lo usado en quesos) por varios días; la compactación es uno de los puntos más importantes dentro del aspecto

tecnológico del bloque multinutricional (Birbe *et al.* 1994).

Conocido el número de capas se procede a colocarlas una a una en el molde, compactándolas uniformemente con el número de golpes calculado, hasta lograr el llenado del molde. Experimentalmente se han obtenido curvas de altura de caída, calculadas a partir de la ecuación de energía de compactación, asumiendo el número de capas para una resistencia determinada, obteniéndose los valores de número de golpes (eje Y), entrando a ellas con el peso del martillo (eje X) (Figura 5).

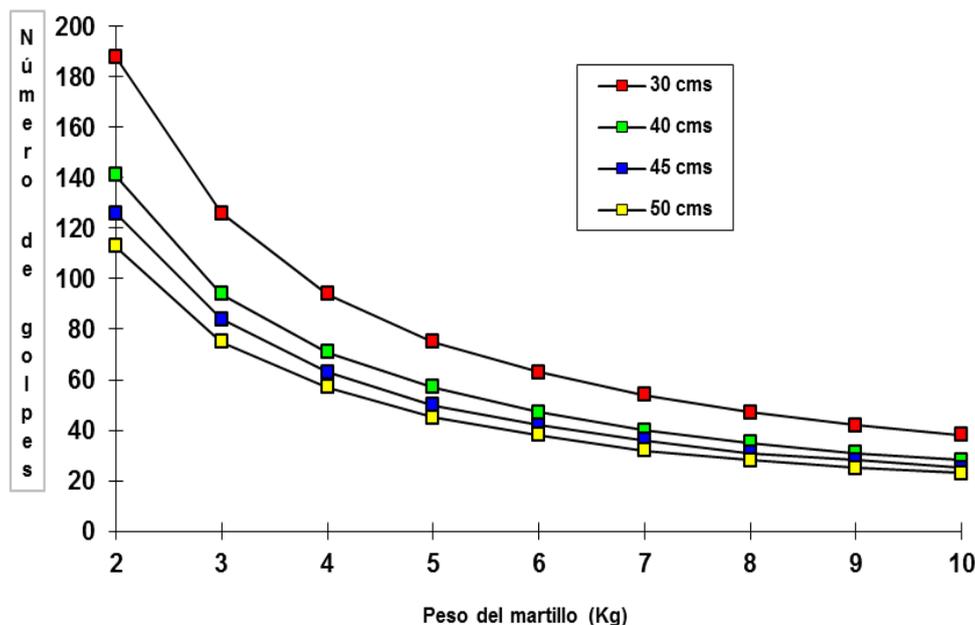


Figura 5. Curva de compactación (EC. 4,75 kg/cm²), tres capas, tres alturas (Molde balde de albañil). **Fuente:** Herrera *et al.*, (1995).

Cuando se aumenta la energía de compactación (EC), aumenta la resistencia del bloque, como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resistencias a la prensa y penetrómetro, de una fórmula de BM melaza-urea con *Gliricidia sepium* compactada a diferentes energías.

Energía	Valores			
Energías de compactación kg/cm ²	2,37	3,56	4,75	5,94
Resistencia al penetrómetro kg/cm ²	2,76 ^a	3,66 ^b	3,83 ^b	4,36 ^c
Resistencia a la prensa kg/cm ²	3,53 ^b	5,16 ^e	7,0 ^f	7,16 ^f

Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias altamente significativas (P<0,01).

Fuente: Birbe *et al.* (1998b).

No es recomendable elaborar bloques multinutricionales de gran peso, ya que se dificulta su manipulación, el traslado en bestia a los potreros y colocación en saleros. Un peso recomendable es entre 10 y 15 kg.

Se hace necesario al terminar de elaborar los bloques multinutricionales, lavar con cepillo y detergente todos los implementos usados, la mezcla del bloque contiene sustancias corrosivas como la sal, minerales, urea y melaza. También es recomendable untar con aceite mineral después de lavar y secar, la mezcladora, palas, baldes metálicos, carretilla y peso de reloj, hasta la próxima preparación.

El tiempo de almacenamiento puede modificar la resistencia de los bloques multinutricionales, debido a la desecación, por lo que no es recomendable almacenarlos por largos períodos de tiempo, a menos que se usen bolsas plásticas cerradas para mantener la humedad. También hay que usar primero los bloques que tengan mayor período de tiempo de elaborados.

En la oferta de bloque multinutricional a animales en pastoreo, hay que tomar en cuenta: ubicación, tamaño, número de comederos y cantidad de animales a suplementar. Se recomienda ubicar los

comederos (canoas techadas) estratégicamente a las fuentes de agua y paraderos naturales del ganado. En potreros de gran tamaño hay que aumentar la cantidad y distribución de comederos, así como también, considerar la distancia de estos a los abrevaderos. El viento es un factor a considerar para la ubicación de los comederos con bloques, según su dirección, esparce a distancia el olor a melaza, lo que puede originar aumento del consumo de bloque. Desde el punto de vista del manejo animal hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

Los potreros usados para la suplementación con bloques deberán tener disponibilidad suficiente de forraje, con carga animal adecuada para evitar el sobre pastoreo, por cuanto esto limita el efecto del bloque.

La tecnología del bloque multinutricional ha dado resultados productivos en zonas con períodos críticos y dieta base (forrajes) de baja calidad.

REFLEXIONES FINALES

El bloque multinutricional se presenta como una buena alternativa alimenticia a pastoreo, para el aprovechamiento de

recursos fibrosos de baja calidad en diferentes condiciones. Contribuye a elevar la disponibilidad de proteína en la dieta, mejorando los balances de energía-proteína-minerales, e incrementa el consumo de forraje.

Las características propias del bloque y su versatilidad permiten la utilización de recursos locales, los cuales, incorporados en proporciones adecuadas, pueden contribuir a minimizar las deficiencias nutricionales de los diferentes grupos animales.

La suplementación con bloques multinutricionales elaborados con materias primas obtenidas en las localidades y fincas, diseñados tomando en cuenta el ecosistema (deficiencias) y grupo fisiológico (requerimientos), determina un mejor balance de nutrientes, mejoramiento en las respuestas en producción y reproducción de las novillas, vacas y toros pastoreando recursos fibrosos de baja calidad en condiciones tropicales, siendo una alternativa económica y práctica de implementar. Se hace necesario al usar bloques multinutricionales en animales a pastoreo, tener un conocimiento mínimo de la calidad y cantidad de la dieta base a ofrecer.

Los trabajos que se han venido realizando, permiten disponer de una propuesta tecnológica que comprende, el diseño de la fórmula, elaboración artesanal, almacenamiento, suministro, evaluación de los bloques multinutricionales en producción, reproducción y evaluación económica, con diferentes grupos de bovinos y épocas, sin embargo, en pequeños

rumiantes a pastoreo falta investigación en estos aspectos.

RECONOCIMIENTO

Deseamos expresar nuestro más sincero RECONOCIMIENTO a la M.V. y Profesora Universitaria Beatriz Birbe (†), por sus aportes en la suplementación animal que han permitido dilucidar parte de la problemática alimenticia de rumiantes a pastoreo, así mismo, al Ing. Agr. y Profesor Universitario Pablo Herrera, baluarte investigador y extensionista, siempre en pro del desarrollo de los productores de los Llanos Centrales de Venezuela, primeros usuarios y participantes de la tecnología generada.

REFERENCIAS

- Alvarez, R. y J. Combellas. (1995). Suplementación con bloques multinutricionales de bovinos postdestete pastoreando forrajes o rastrojos de Sorgo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 3(1): 1-9 (1995).
- Araujo, O.; Romero, M. y G. Pirela. (1994). Suplementación estratégica de mautas con bloques multinutricionales en bosque seco tropical. En: A. Cardozo y B. Birbe (Eds). I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. Guanare. Estado Portuguesa. Venezuela. 29-31 de julio 1994. p. 27-32.
- Birbe, B.; E. Chacón; L. Taylhardat; D. Mata y J. Garmendia. (1994). Aspectos físicos de importancia en la fabricación de bloques multinutricionales. En: A. Cardozo y B. Birbe. (Eds). I Conferencia

- Internacional Bloques Multinutricionales. Guanare, Estado Portuguesa. Venezuela. 29-31 de julio 1994. p. 1-14.
- Birbe, B. (1998). Evaluación física de bloques multinutricionales melaza-urea, con diferentes niveles de roca fosfórica y harina de hojas de *Gliricidia sepium*, aceptabilidad y uso en bovinos a pastoreo. Tesis de maestría. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 238 p.
- Birbe, B.; Chacón, E.; Taylhardat, L.; Garmendia, J.; Mata, D. y P. Herrera. (1998a.) Evaluación física de bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de *Gliricidia sepium* y roca fosfórica: Energía de compactación y humedad en la elaboración de la mezcla. En: Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril, "Los árboles y arbustos en la ganadería". Celebrado en la Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Del 25 al 27 de noviembre de 1998. pp. 161-165.
- Birbe, B.; Chacón, E.; Taylhardat, L.; Garmendia, J.; Mata, D. y P. Herrera. (1998b). Bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de *Gliricidia sepium* y roca fosfórica: Aceptabilidad en bovinos. En: Memorias del III TALLER INTERNACIONAL SILVOPASTORIL, "Los árboles y arbustos en la ganadería". Celebrado en la Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Del 25 al 27 de noviembre de 1998. pp. 166-171.
- Birbe, B.; Chacón, E.; Taylhardat, L.; Garmendia, J.; Mata, D. y P. Herrera. (1998c). Efecto de los bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de *Gliricidia sepium* y roca fosfórica sobre bovinos a pastoreo. En: Memorias del III TALLER INTERNACIONAL SILVOPASTORIL, "Los árboles y arbustos en la ganadería". Celebrado en la Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Del 25 al 27 de noviembre de 1998. pp 177-180.
- Birbe, B.; Herrera P.; Mata D. y N. Martínez. (2000). Bloques multinutricionales como una alternativa para la suplementación de bovinos, en condiciones de sabanas bien drenadas. En: Establecimiento, manejo y recuperación de pasturas en sabanas bien drenadas. Publicación especial No. 38. Ed. FONAIAP. pp.127-145.
- Birbe, B.; Herrera P.; Barazarte R.; Colmenares O.; Hernández M. y N. Martínez. (2001). Bloques multinutricionales conteniendo urea fosfato. 2. Evaluación física. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. Universidad Ezequiel Zamora. Volumen Especial 2001. Barinas. Venezuela. pp. 12-17.
- Combellas, J., (1991). The importance of urea molasse blocks and by-pass protein on animal production: Situation in tropical America. International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health. Vienna, Austria. Mimeo, 24 p.
- Combellas, J. (1993). Suplementación con bloques multinutricionales en bovinos

- de carne. En: D. Plasse, N. Peña de Borsootti y J. Arango. (Eds). IX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 71-95.
- Combellas, J. (1994). Influencia de los bloques multinutricionales sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes cultivados, En: A. Cardozo y B. Birbe (Eds.). I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. Guanare, 29-31 de julio 1994. Venezuela. P. 67-70.
- Cipagauta, M; Laredo, N. y A. Cuesta. (1992). Suplementación del ganado bovino con tres fuentes de fósforo, en los llanos orientales de Colombia. I. Crecimiento de vaquillas. Revista. ICA. Vol. 27, No. 3. Año 1992. pp. 319-332.
- Chacón, E. (1985). Estrategias para el mejoramiento de la sabana. En: I Cursillo sobre Ganado de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 1-48.
- Escobar, A. (1989). Principios y estrategias para la suplementación alimentaria de los rumiantes. En: Seminario. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. UCV. Maracay. Mimeo. 65p.
- Flachowsky, G. (1999). Animal nutrition in conflict with current and future social expectations and demands. *Animal Research and Development*. Vol. 49. pp. 63-104.
- Garmendia, J.; Godoy de León, S. y C. Chicco. (1991). Complementación y Suplementación, estrategias alimenticias para bovinos a pastoreo. En: VII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. pp. 141-167.
- Godoy, de León, Susmira y C., Chicco. (1995). Respuesta Productiva a la Suplementación Mineral de Bovinos a Pastoreo. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp. 25-59.
- Guthrie, L. (1991). Nutrición y reproducción. En: II Jornadas Nacionales de Investigación en Reproducción Animal. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela. 25 p.
- Hadjipanayiotu, M.; Verhaeghe, L.; Allen, M.; Abd El-Rahman Kronfoleh.; Al-Wadi, M.; Amin, M.; Naigm, T.; El Said, H. y A. Kader Al-Haress. (1991). Urea blocks. I. Methodology of blocks making and different formulae tested in Syria. *Livestock Research for Rural Development* (5) 3: 6-15.
- Heinrichs, A. (1996). Nutrition and management of replacement cattle. 1996. *Animal Feed Science and Technology* 59: 155-166.
- Herrera, P.; Birbe, B. y A. González. (1990). Diagnóstico de alternativas alimenticias para aves, cerdos y rumiantes, con materias primas producidas en el sur-oriente del Estado Guárico-Venezuela. Universidad Nacional Simón

- Rodríguez. Dirección de Desarrollo Rural Integral. Unidad de Producción "La Iguana". Valle de la Pascua. Estado Guárico, Venezuela. 112 p.
- Herrera, P.; Birbe, B. y N., Martínez. (1995). Suplementación estratégica con bloques multinutricionales. En: D. plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). XI Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 129-159.
- Herrera, P.; Birbe, B.; Martínez, N.; Hernández, M. y D. Mata. (1997). Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas doble propósito en sabanas del Río Manapire. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 5. Suplemento 1. 1997. pp. 208-210.
- Instituto de Ciencia Animal. (1990). Tecnologías para la ganadería vacuna. Principales resultados científicos y aplicados. Mayo 1990. Ed. EDICA. Ministerio de Educación Superior La Habana, Cuba. 142 p.
- Jiménez, R; Domínguez, P.A; Rosales, R; Flores, H. (2014). Nutrición Mineral en el Ganado Bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D. F. ISBN 978-607-37-0375-8.
http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/Nutrici%C3%B3n_mine
- ral_en_el_ganado_bovino_WWW.pdf
- Leng, R., A. (1991). Feeding strategies for improving milk production of dairy animals managed by small-farmers in the tropics. FAO. Animal Productions and Health. Paper. No. 86. pp. 82-104.
- Mata, D. y P. Herrera. (1994). Uso de bloques multinutricionales en pasturas naturales. En: A. Cardozo y B. Birbe. (Eds.). I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. Guanare, Venezuela. pp. 43-55.
- Mata, D.; Herrera, P. y Birbe, B. (1996). Sistemas de Producción Animal con Bajos Insumos para las Sabanas de *Trachypogon* sp. Revista Ecotrópicos. 9 (2): 83-100.
- McDowell, L; Conrad, J.; Thomas, J. y L. Harris. (1974). Latin American tables of feed composition. University of Florida, Gainesville. USA. 509 p.
- McDowell, L.; Conrad, J.; Ellis, G. y J. Loosli. (1984) Minerales para ruminantes a pastoreo en las regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Gainesville y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. USA. 92 p.
- McDowell, L. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. Animal Feed Science Technology 60 (1996) 247-271.
- Munthali, J.; Jayasuriya, C. y A. Bhattacharya. (1991). Effects of urea treatment of maize stover and supplementation with maize bran or urea molasses

- block on the performance of growing steers and heifers. En: The complementary of feed resources for animal production in Africa. Proceedings of the join feed resources networks workshop held in Gaborone Botswana. 4-8 march 1991. Eds: J. Stares, A. Said y J. Ketegille. April 1992. Etiopía. pp. 279-286.
- Mwendia, C. y M. Khasatsili. (1990). Molasses blocks for beff cattle. En: Utilization of Research Results on Forage and Agricultural By - Product Materials as Animal Feed Resources in Africa. Proceedings of the first join workshop held in Lilongwe Malawi. 5-9 Dec. 1988. Eds: B.H. Dzwela; A.N. Said.; A. Windem-Agenehu y J.A. Kategile. March 1990. p. 389-403.
- Navarro, L. (1992) Suplementación mineral en bovinos de carne. En: Folleto Serie B. FONAIAP. Estación Experimental Anzoátegui. El Tigre. Estado Anzoátegui. Venezuela. 44 p.
- Ocanto, D. (1987). Manejo de novillas de reemplazo en bovinos de carne. En: III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Estado Aragua. Venezuela. Pp. 155-167.
- Oviedo, G. (1979). Ensayo de compactación de los suelos. Manual Didáctico. Ensayos de mecánica de Suelos. Textos. Editorial Universitaria de LUZ. Universidad del Zulia. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela. 169 p.
- Peña, P, Herrera, P., Roa, N., Birbe, B., Colmenares, O., y Martínez, N. (2005). Comparación de tres métodos para determinar actividad ovárica en novillas cruzadas a pastoreo. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XV, Nº 4, 345 - 352, 2005.*
- Preston, T. y R. Leng. (1989). Ajustando los Sistemas de Producción Pecuaria a los Recursos Disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT. Cali, Colombia. 312 p.
- Saadullah, M. (1991). The important of urea-molasses blocks and bypass protein in animal production: The situation in Bangladesh. In: *International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health*. Vienna, Austria, 15-19 April, 1991. pp. 145-156.
- Sansoucy, R. (1987). Los bloques de melaza-urea como suplemento multinutriente para rumiantes. En Taller Internacional de la Fundación Internacional para la Ciencia sobre la Melaza como Recurso Alimenticio para la Producción Animal. Universidad de Camaguey, Cuba. 13-18 de julio 1987. 16 p. (mimeo).
- Sansoucy, R. (1995). Tropical Animal Feeding. A manual for research workers. FAO. Animal Production and Health. Paper 126. Rome.1995. 283 p.
- Sepúlveda, N. 1995. Estrategias de suplementación alimenticia en la producción animal. En: 1eras Jornadas de Producción Animal. Eds. N. Sepúlveda y P. Herrera. Ediciones Universidad de la Frontera. Lautaro-Chile. 12 de diciembre de 1995. p. 53-65.

- Tabares, E. (2001). Efecto de la utilización de un implante comercial sobre el comportamiento productivo de toretes suplementados con bloques multinutricionales en condiciones de sabanas. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 60 p.
- Tiwary, S.; Singh, U. y U. Mehra. (1990). Urea molasses mineral blocks as a feed supplement. Effect on growth and nutrient utilization in buffalo calves. *Animal Feed Science and Technology* 29 (1990) 333-341.
- Vale, W.; Silva, J.; Sousa, J.; Leite, H.; Ribeiro, O. y O. Ohashi. (1993). Factors affecting the reproductive performance in Nelore cattle raised under humid tropical amazon. Centro de Ciencias Biológicas. Universidade Federal de Pará. Belém. Brasil. Mimeo. 12 p.
- Velázquez-Pereira, J.; McDowell, L.; Wilkinson, N. y F. Marín. (1997). Nivel mineral existente en suelos, forrajes y ganado bovino en Nicaragua. II. Macrominerales y composición. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.* 14:1. 91-110.
- Ventura, M. y D. Osuna. (1995). Alternativas nutricionales para ganado bovino durante la época seca. En: N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds.). Manejo de la ganadería Mestiza de Doble Propósito. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela. Cap. XV. pp. 263-287.
- Verma, A.; Mehra, U. y A. Singh. (1996). Nutrient utilization by Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*) from compressed complete feed blocks. *Animal Feed Science and Technology* 59 (1996) 255-263.
- Villar Cleves, C. E. (2006). Importancia del azufre en la producción de carne vacuna y en el control de garrapatas en ganado en pastoreo en los Llanos Orientales de Colombia. Engormix, Colombia. <https://www.engormix.com/ganaderiacarne/articulos/importancia-azufre-produccion-carne-t26600.htm>
- Waliszewski, K. y V. Pardo. (1994). Utilización de bloques solidificados de melaza como suplemento alimenticio para ganado bovino durante la sequía en los trópicos. *Revista Ciencia* (1994) 45.pp. 57-65.

Aspectos Generales



ÁREA DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA

REVISTA

UNERG Agro-Científica

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES



Equipo Editorial

Revista UNERG Agro-Científica

Depósito Legal: GU2018000037

ISSN: 2665-006

<https://unerg.edu.ve/unerg-agro-cientifica>

unergagrocientifica@gmail.com



Revista semestral del Área de Ingeniería Agronómica
REVISTA UNERG Agro-Científica

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Revista UNERG Agro-Científica publica siete (7) categorías o modalidades de trabajo: Artículos Científicos, Artículos de Reflexión, Artículos de Revisión, Nota Técnica, Trabajos Especiales, Ensayos y Homenajes académico-científicos.

1. Trabajos inéditos

Los artículos a considerar por el Comité Editorial de la Revista UNERG Agro-Científica deben ser inéditos, por lo que aquellos documentos publicados en otras revistas o publicaciones técnico-científicas no serán aceptados. El trabajo original debe enviarse vía electrónica a través del correo: unergagrocientifica@gmail.com

***Para la recepción del artículo, se sugiere adaptar el trabajo de investigación al formato del manuscrito modelo de la revista:**

https://drive.google.com/drive/folders/1Z6keJn5johQVI_EfVhymGkgF3uQ8Ou6N?usp=sharing

https://docs.google.com/document/d/1zW_B55btknZtNPNm9ayZYxsEY_t6j8YE/edit?usp=sharing&oid=115318504036565702672&rtpof=true&sd=true

2. Modalidades de trabajo

- a) **Artículo Científico:** Es un texto de carácter académico-científico que debe seguir las normas establecidas en el presente documento tanto en los aspectos de forma como en su contenido. Aborda una amplia variedad de temáticas insertas dentro de las ciencias agrícolas, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. El texto deberá estar redactado en lenguaje técnico y formal. Por su carácter inédito debe ser una investigación que sea un aporte al conocimiento científico de la disciplina o área de conocimiento relacionado con

la producción agropecuaria y afines. La extensión del trabajo no debe exceder de **30 páginas**, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada.

- b) **Artículo de Reflexión:** documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa y crítica del autor, sobre un tema específico y recurriendo a fuentes originales
- c) **Artículo de Revisión:** Se trata de artículos sobre de temas que basado en trabajos de diversos referentes así cómo avances científicos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de **20 páginas**
- d) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, resultados parciales o detalle de un trabajo, extensión de distribución de especies, registros de nuevas técnicas, avance de investigación que luego serán publicados en extenso. Dentro de esta modalidad se incluyen reseñas de libros recientemente publicados, el texto no debe exceder de 8 páginas.
- e) **Trabajos Especiales:** Son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional, donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de **15 páginas**.
- f) **Ensayo:** es un escrito breve generalmente expositivo-argumentativo, que analiza o reflexiona en torno a un tema libre elegido y abordado por parte del autor, pero relacionado con la temática agrícola, agroalimentario, agroambiental y afines, en el cual el autor reflexiona, diserta, evalúa o analiza el tema en forma rigurosa, sustentado en la lógica y la información de interés.
- g) **Homenajes académicos y científicos** (en vida y póstumos): Son relatos que resaltan la trayectoria científica de investigadores que hacen vida o que han hecho vida en el acontecer académico nacional e internacional. Se trata de relatos biográficos que resaltan el legado y mérito en el campo del conocimiento agropecuario.

3. Detalles de la Estructura de Artículos

De acuerdo a la naturaleza del trabajo se deberá estructurar de la siguiente manera: En el caso de artículos derivados de estudios bajo **enfoque cuantitativo** se empleará la secuencia: Introducción (Problema, justificación y objetivos), Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos (opcional) y Referencias bibliográficas. Para los estudios con **enfoque cualitativo** se sugiere el siguiente orden: Introducción: (Objeto de estudio, justificación y propósitos), Metodología, Resultados y Hallazgos, Conclusiones y/o aproximaciones, Agradecimientos (opcional) y Referencias bibliográficas.

- a) **Introducción:** Este aspecto debe contener la situación actual del problema, su definición y la revisión de los trabajos previos relacionados con él; además, los objetivos y la justificación de la investigación. Es obligatorio acompañar los nombres vulgares con el nombre(s) científico(s) y la abreviatura(s) del clasificador en la primera mención dentro del artículo. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
- b) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) **o Metodología** (Enfoque cualitativo): En este apartado se deben describir de forma clara, concisa y secuencial, los materiales (vegetales, animales, implementos agrícolas, e laboratorio, programas, herramientas de sistemas de información) utilizados en desarrollo del trabajo, además de los procedimientos o protocolos seguidos y el diseño escogido para el tratamiento estadístico de los datos. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores y las técnicas de interpretación de la información y categorización.
- c) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) **o Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Los resultados deben presentarse de manera lógica, objetiva y secuencial mediante textos, cuadros y figuras; estos dos últimos apoyos deben ser fáciles de leer e interpretar, y deben citarse siempre en el texto. Las **figuras** serán bidimensionales y con opción abierta en cuanto al uso del color o escala de grises. Los **cuadros** se deben elaborar con pocas columnas y renglones, preferiblemente con líneas horizontales. La discusión de resultados debe ser completa y exhaustiva, contrastando los resultados obtenidos con la literatura actualizada sobre la temática o el área de conocimiento. En esta sección se relacionan los hallazgos más concluyentes de la investigación
- d) **Conclusiones** referidas a los estudios cuantitativos y/o **Aproximaciones** al tratarse de estudios cualitativos. En este apartado se relacionan en forma breve los hallazgos más concluyentes de la investigación, es decir aquellos que constituyan un aporte significativo para el avance del campo temático

explorado en el área agronómica y afines. Las conclusiones o hallazgos deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos o propósitos del trabajo.

- e) **Referencias bibliográficas:** Para las citas bibliográficas que sustentan las afirmaciones dentro del texto se utilizará el sistema [autor(es), año] de manera uniforme. Cuando la publicación citada tenga tres o más autores, se debe mencionar el apellido del primer autor acompañado de la expresión latina *et al.*, equivalente a 'y otros', en cursivas y con el año (e.g. Orta *et al.*, 2003). La lista completa con las referencias bibliográficas mencionadas se debe incluir al final del artículo. Los apellidos y nombres de todos los autores deben escribirse en letras redondas (derecha y circular), en el orden alfabético de sus apellidos. Cuando se citan varias publicaciones del mismo(s) autor(es) deben listarse en orden cronológico.

4. Consideraciones sobre el manuscrito

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en castellano o inglés.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer®* o en su defecto *Microsoft Office Word®* en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a espacio sencillo para el texto; para los cuadros y figuras Arial tamaño 11, y para las referencias tamaño 11.
- c) **Título e identificación del trabajo:** El título debe ir en letra Arial, tamaño 12, alineado al centro, en mayúscula y negrita. No debe contener más de 15 palabras. Debajo del título dejar una línea en blanco. Seguidamente colocar los autores del trabajo con nombre y apellido a la derecha colocar número para identificar la institución. También se debe incluir el correo electrónico de los autores. Dejar una línea en blanco.
- d) **Resumen:** El resumen en castellano es obligatorio y debe colocarse después de los datos del trabajo (título y autores). Antes del resumen debe colocarse el subtítulo **RESUMEN**, centrado. El texto debe escribirse centrado, en fuente Arial, tamaño 10, mayúsculas, negrita y alineación de párrafo justificado, sin sangrías a la derecha o izquierda y espacio (entre líneas) sencillo.
- e) El resumen no debe exceder de 300 palabras y estar escrito en un solo párrafo de tipo informativo. Debe ser adecuado para su reproducción (sin necesidad de una nueva redacción) y deberá especificar de forma breve y resumida: introducción, objetivos o propósitos, técnicas experimentales, resultados y las conclusiones o hallazgos

- f) Debajo del resumen y dejando una línea en blanco, se coloca el listado de las palabras clave, de tres (3) a cinco (5) palabras escritas en mayúsculas separadas por comas Utilice estilo Normal, fuente Arial, tamaño 10, alineación de párrafo justificado, sin sangrías a la derecha o a la izquierda y con espacio entre líneas sencillo. Dejar dos líneas en blanco.
- g) Abstract: Es el texto del resumen traducido en inglés, en caso de que el trabajo esté escrito en idioma castellano. En el caso de que el artículo esté escrito en idioma inglés, el resumen debe ser traducido en idioma castellano.
- h) La introducción y el resto del texto del trabajo deben escribirse a espacio sencillo y en hojas tamaño carta (21,5 x 28 cm), con márgenes de 2,5 cm por cada lado, utilizando estilo Normal, fuente Arial, tamaño 12, alineado con párrafo justificado, sin sangría. Texto que debe contener la situación actual del problema, su definición y la revisión de los trabajos previos relacionados con él; además, los objetivos y la justificación de la investigación. Es obligatorio acompañar los nombres vulgares con el nombre(s) científico(s) y la abreviatura(s) del clasificador en la primera mención dentro del artículo.
- i) Los párrafos deberán estar separados por una línea en blanco. Se sugiere a los autores utilizar subtítulos descriptivos de la forma siguiente: Introducción, Materiales y Métodos (metodología), Resultados (hallazgos), Discusión, Conclusiones (aproximaciones), Agradecimientos y Referencias bibliográficas. Se sugiere el uso del Sistema Internacional de Unidades del Sistema Métrico Decimal (<https://ingemecanica.com/tutoriales/unidadesdemedida.html>), además de las unidades específicas de mayor uso por parte de la comunidad científica en el ámbito agrícola. El significado de las abreviaturas debe citarse por extenso cuando se mencionan por primera vez en el manuscrito. El estilo de escritura debe ser absolutamente impersonal, en tiempo gramatical pasado, evitando la conjugación de verbos en primera o tercera persona del singular o el plural.
- j) Los subtítulos de cada sección en fuente Arial, tamaño 12, mayúsculas, negrita, sin numeración, separados del párrafo anterior con una línea en blanco, y del párrafo siguiente con una línea en blanco. El manuscrito debe ser claro y conciso y con una extensión no menor a 10 páginas y no mayor de 20 páginas.
- k) Abreviaturas, símbolos y terminología. En caso de aparecer en el texto abreviaturas nuevas o especiales, debe incluirse en el manuscrito un listado de las mismas con su significado.
- l) Leyendas, figuras y cuadros: Deben ser incluidas e indicadas en el texto de forma legible.

- m) Cuadros: Construidos con la herramienta de su preferencia, deberán ser numerados consecutivamente con números arábigos, referidos en el texto e insertadas en el lugar correspondiente. Para su incorporación en el texto, dejar una línea en blanco antes del cuadro y dos líneas en blanco después del mismo. Cada cuadro debe tener un título breve. Las aclaratorias deben estar al pie, no en el título. Se sugiere la utilización de líneas horizontales para la separación entre el título de la tabla, los subtítulos de las columnas, el cuerpo de datos y las notas.
- n) Los encabezamientos de las columnas serán cortos, abreviados y cuando sea necesario, serán explicadas en notas al pie, la cual debe ser en fuente Arial tamaño 10.
- o) Títulos de cuadros: se deben colocar en una línea inmediata superior del cuadro y alineado justificado. Usando fuente Arial, tamaño 11. Después del título se debe dejar una línea en blanco.
- p) Figuras: Serán consideradas los gráficos, mapas, imágenes, ilustraciones, fotografías y otros, y deberán ser numeradas consecutivamente con números arábigos, referidas en el texto e insertadas en el lugar correspondiente. Su presentación se hará en colores, blanco y negro o escala de grises de manera nítida, con una apropiada resolución de 600 x 600 dpi (puntos por pulgada). En caso de requerir leyendas, éstas deberán escribirse utilizando fuente Arial, tamaño 10. Para su incorporación en el texto, igualmente se deberá dejar una línea en blanco antes de la figura y dos líneas en blanco después de ella.
- q) Título de las Figuras: Debe estar en la línea inmediatamente inferior de la Figura, con alineamiento justificado, utilizando fuente Arial, Tamaño 11. Después del título se debe dejar una línea en blanco.
- r) Fórmulas o Ecuaciones: Deberán ser generadas por editores de ecuaciones actualizados, utilizando fuente Arial, tamaño 10, negritas y centradas. Las mismas deberán ser numeradas en secuencia y referidas en el texto. Para su incorporación dejar una línea en blanco, antes y después de la ecuación. Ejemplo:

$$\frac{\partial(\varepsilon v)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) = 0 \quad (1)$$

- s) Referencias bibliográficas: Las referencias, deben limitarse a trabajos directamente relacionados con el trabajo y citadas en el texto. Un “**Abstract**” identificado adecuadamente (Abs.), puede ser citado sólo cuando sea la única fuente bibliográfica disponible. Los autores son responsables de la exactitud de las referencias. Las referencias deben ser ordenadas alfabéticamente. La cita de cada referencia debe ser incluida en el texto por el apellido del autor y año

de publicación. Cuando la cita de cada referencia tenga más de un autor se colocará según el ejemplo: (Acosta *et. al.* 2004). Para realizar el listado de referencias, tanto de documentos en físico como electrónico se debe utilizar el sistema o método internacional, utilizando fuente **Arial 11**. Alineación de párrafo justificado y sangría de 0,7 cm a la izquierda a partir de la segunda línea del párrafo. A continuación, se proporcionan algunos casos y ejemplos:

- Libros: Autor (es), año. Título del libro, edición, casa editora y ciudad de su sede, páginas totales. Ejemplo: Valera, A. (2018). Geomorfometría y Edafometría. Cartografía Digital de Paisajes y Suelos con Técnicas de Inteligencia Artificial. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania. ISBN: 978-620-2-12102-6. 316 p.
- Capítulos de libros: Autor (es), año. Título del capítulo, páginas consultadas (pp. # - #). En: Apellidos y nombres de los compiladores o editores (eds.), título del libro, edición, casa editora y ciudad de su sede, páginas totales (# p.). Ejemplo: McKay, J.; S. Grunwald; X. Shi y R.F. Long. (2010). Evaluation of the transferability of a knowledge-based soil-landscape model. pp. 165-177. In: Boettinger J., D.W. Howell, A.C. Moore, A.E. Hartemink, and S. Kienast-Brown (eds.). Digital Soil Mapping: Bridging Research, Production and Environmental Applications. Springer, Heidelberg.
- Revistas/Publicaciones Periódicas: Autor (es), año. Título del artículo, nombre de la revista número, (volumen), páginas. Ejemplo: Vilorio J.A, A. Vilorio-Botello, M.C. Pineda y Valera, A. (2016). Digital modelling of landscape and soil in a mountainous region: A neuro-fuzzy approach. *Geomorphology* 253: 199-207.
- Trabajos presentados en Seminarios y Jornadas: Klein, E., Chollett, I. y Castillo, C. (2007). Mapas auto organizados para la extracción de patrones espaciales en datos satelitales hipertemporales. En: Memorias II Jornadas Nacionales de Geomática. 3 al 5 de octubre, 2007. Caracas, Venezuela. pp. 10-22.
- Trabajos presentados en Congresos y Conferencias: Pineda, M.C., Valera, A., Vilorio, J.A., Caballero, R., Lozano, Z., Lobo, D. y Timm, L.C. (2015). Mapa digital de clases texturales de suelo en un área bajo agricultura intensiva. 1er. Congreso Nacional de Geomática. Caracas, 26 al 31 de octubre de 2015. 5 p.
- Trabajos de Grado/ Tesis Doctoral: Ospina, A. (2003). Aplicación de un modelo de evaluación de tierras en la Cuenca Alta del Río Guárico, mediante el uso de indicadores de calidad de suelos. Trabajo de Maestría en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, 230 p.
- Trabajos de Ascenso: Pineda, M.C. (2008). Determinación de áreas susceptibles a movimientos en masa y erosión laminar en unidades de paisaje

de la subcuenca del río Caramacate, localizada en la Cuenca Alta del Río Guárico. Trabajo de Ascenso (Asistente). Facultad de Agronomía, UCV. Maracay. 313 p.

- Revistas y otras fuentes electrónicas: Autor (es), año. Título del artículo. En: Nombres de la publicación electrónica, del website, portal o página y su URL, páginas consultadas (pp. #) o páginas totales (# p.); fecha de consulta. Ejemplo: Zhu, A.X. y Burt, J.E. (2015). Digital Soil Mapping Software: SoLIM Solutions 2015. Reference Manual. Institute of Geographic Sciences, Natural Resources Research-Chinese Academy of Sciences-The University of Wisconsin-Madison. [On line]: <http://solim.geography.wisc.edu/software/index.htm> Consulta: noviembre, 2015.

*****Importante:** Para la aceptación del artículo, se sugiere adaptar el trabajo de investigación al formato del manuscrito modelo de la revista:

https://docs.google.com/document/d/1zW_B55btknZtNPNm9ayZYxsEY_t6j8YE/edit?usp=sharing&ouid=115318504036565702672&rtpof=true&sd=true

REVISTA UNERG Agro-Científica

5. Consideraciones sobre Investigaciones de Enfoque Cualitativo

La investigación cualitativa es valiosa para explorar en profundidad temas complejos, comprender perspectivas individuales y obtener una visión más rica y holística de los fenómenos sociales y humanos. Para los estudios con enfoque cualitativo se sugiere el siguiente orden: **Introducción:** (Objeto de estudio, justificación y propósitos), **Metodología (Diseño de la investigación, Recopilación de datos, Análisis de datos)**, Resultados y Hallazgos, Conclusiones y/o aproximaciones, Agradecimientos (opcional) y Referencias bibliográficas.

Aspectos que se consideran en los artículos de investigación cualitativa

Los artículos de investigación cualitativa también tienen una estructura establecida, aunque difieren en algunos aspectos clave de los artículos basados en investigaciones cuantitativas. La investigación cualitativa se enfoca en comprender fenómenos sociales y humanos desde una perspectiva más interpretativa y subjetiva, en lugar de utilizar métodos numéricos y estadísticos. Aquí hay algunos aspectos que se consideran importantes en los artículos de investigación cualitativa:

1. **Introducción:** Al igual que en los artículos cuantitativos, la introducción proporciona el contexto y la justificación del estudio. Se describen los objetivos de la investigación, el problema de investigación, la relevancia del tema y las preguntas de investigación que guiarán el estudio cualitativo.
2. **Marco teórico y revisión de literatura:** Se presenta el marco conceptual que sustenta la investigación y se realiza una revisión de la literatura relevante. Esto puede incluir teorías, enfoques y conceptos clave relacionados con el tema de estudio y la metodología cualitativa empleada.
3. **Diseño de la investigación:** Aquí se describe la metodología cualitativa utilizada para la recopilación de datos. Se incluye una discusión detallada sobre el enfoque cualitativo (por ejemplo, etnografía, estudio de casos, fenomenología, teoría fundamentada), la justificación de la elección del método y la muestra de participantes.
4. **Recopilación de datos:** Se explican los procedimientos empleados para la recolección de datos cualitativos, que pueden incluir entrevistas, observación participante, grupos focales, análisis de documentos, entre otros. También se describe cómo se aseguró la validez y la confiabilidad en la recopilación de datos.
5. **Análisis de datos:** Esta sección es esencial en la investigación cualitativa. Aquí se describe cómo se procesaron, organizaron y analizaron los datos recopilados. Los investigadores utilizan técnicas específicas para identificar temas emergentes, patrones, relaciones y conceptos clave dentro de los datos.
6. **Resultados:** Los resultados cualitativos se presentan en forma de narrativas y descripciones detalladas, respaldadas por citas y ejemplos extraídos de los datos. Los investigadores pueden incluir extractos de entrevistas o ejemplos de observaciones para ilustrar sus hallazgos.

7. **Discusión:** En esta sección, los investigadores interpretan los resultados cualitativos en el contexto del marco teórico y la literatura revisada. Se analizan los hallazgos en profundidad, se establecen conexiones con investigaciones previas y se destacan las implicaciones y relevancia de los resultados.
8. **Conclusiones/Hallazgos:** Las conclusiones de un artículo de investigación cualitativa resumen los principales hallazgos y cómo contribuyen al conocimiento existente sobre el tema. También se pueden discutir limitaciones y direcciones futuras para la investigación.

REVISTA UNERG Agro-Científica

6. Consideraciones sobre Artículos Tipo Ensayo:

La estructura de un artículo tipo ensayo puede variar dependiendo del campo de estudio y las preferencias de la revista o publicación donde se presentará. Sin embargo, en general, un ensayo sigue una estructura básica que incluye las siguientes secciones:

1. Introducción:

- Comienza con una introducción que presenta el tema del ensayo y captura la atención del lector.
- Proporciona una breve descripción del tema y su relevancia.
- Presenta la tesis o argumento principal que será desarrollado a lo largo del ensayo.

2. Desarrollo:

- El desarrollo del ensayo comprende varias secciones o párrafos que respaldan y explican la tesis presentada. Cada párrafo debe centrarse en un argumento o idea específica que respalde la tesis.
- Los argumentos deben estar respaldados por evidencias, ejemplos, citas o datos relevantes.
- Esta sección puede incluir: i) un **marco teórico**, con revisión de teorías, conceptos y literatura relevante; ii) un **análisis argumentativo**, uso de evidencia (leyes, jurisprudencia, datos secundarios) para sustentar la tesis; y iii) **una metodología** (opcional), con una descripción del enfoque metodológico si se incluye análisis de datos secundarios, identificando el tipo de investigación (documental, cualitativa), y las fuentes de información (leyes, informes, artículos científicos).

3. Contrargumentación (opcional):

- En algunos ensayos, puede incluirse una sección dedicada a contrarrestar posibles argumentos en contra de la tesis.
- Esto muestra que el autor ha considerado otras perspectivas y ha reforzado su posición.

4. Análisis y discusión:

- Esta sección permite profundizar en el tema y presentar un análisis más detallado de los argumentos presentados.
- Se pueden abordar aspectos como implicaciones, limitaciones, ventajas o desventajas de la tesis.

5. Conclusiones:

- En la sección de conclusiones, se reafirma la tesis y se resume el argumento principal del ensayo.
- No deben introducirse nuevos argumentos en esta sección; se trata de un resumen y cierre.

6. Recomendaciones o reflexiones finales (opcional):

- Algunos ensayos pueden incluir una sección de recomendaciones o reflexiones sobre el tema tratado.
- Esto puede proporcionar una perspectiva más amplia y sugerir posibles pasos a seguir.

7. Bibliografía o referencias:

- Si el ensayo incluye citas, referencias o fuentes utilizadas, se debe incluir una lista de bibliografía al final del documento.

La redacción en un ensayo debe ser clara, coherente y persuasiva. Los párrafos deben fluir de manera lógica, y se deben utilizar ejemplos o evidencias relevantes para respaldar los argumentos presentados. Además, se debe utilizar un lenguaje adecuado para el público objetivo y mantener una estructura organizada para facilitar la comprensión del lector.

*****Importante:** Para la aceptación del artículo, se sugiere adaptar el trabajo de investigación al formato del manuscrito modelo de la revista:

https://drive.google.com/drive/folders/1Z6keJn5johQVI_EfVhymGkgF3uQ8Ou6N?usp=sharing



Equipo Editorial

Revista UNERG Agro-Científica
 Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos" (UNERG)
 Estado Guárico, Venezuela



Depósito Legal: GU2018000037
ISSN: 2665-0061