

Volumen 10 Número. 2

Revista Científica Ecuatoriana Ecuador es Calidad



Foto: Washington
Pruna



Foto: Johan
Sebastián Garrido Rivera /
Título: Dunas de morochillo.

EDITORIAL

La sostenibilidad de los sistemas agropecuarios ecuatorianos se encuentra estrechamente vinculada a la salud del suelo, la biodiversidad funcional y la gestión eficiente de los recursos naturales. Estos elementos, fundamentales para la productividad y la resiliencia frente al cambio climático, son parte del enfoque que orienta este nuevo número de *Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana*. En un contexto global que demanda prácticas agrícolas más responsables, la generación y difusión de conocimiento científico son claves para fortalecer la toma de decisiones técnicas y las políticas públicas que promuevan la sostenibilidad agroalimentaria del país.

En la sección de artículos de opinión, se abordan temáticas que invitan a la reflexión sobre los retos actuales de la producción agropecuaria. La salud del suelo en las transiciones agroecológicas resalta la urgencia de adoptar prácticas que favorezcan la regeneración y conservación de los ecosistemas productivos. Por su parte, *The paradox of the rich: are there too much insect species in Ecuador, or too few scientists to study them?* plantea una discusión oportuna sobre la necesidad de fortalecer las capacidades de investigación y el conocimiento taxonómico en un país megadiverso. Otros aportes, como el análisis sobre péptidos bioactivos obtenidos mediante radiación ionizante como alternativa sostenible para la nutrición animal, y la importancia del vector de la punta morada de la papa, integran la visión científica y aplicada en torno a la sanidad vegetal y animal como pilares de la calidad agropecuaria.

En la sección científica, los artículos presentados destacan por su rigurosidad y pertinencia para el fortalecimiento de la investigación nacional. Entre ellos, el primer reporte de la calidad bromatológica de piensos en Ecuador constituye una contribución relevante para la evaluación nutricional de insumos destinados a la alimentación animal. La distribución espacial de la anemia infecciosa equina en el Ecuador continental y la prevalencia de parásitos gastrointestinales en

perros domésticos de Calceta, Manabí, reflejan la importancia de la vigilancia epidemiológica y el control sanitario como componentes esenciales de la salud pública veterinaria. Asimismo, los estudios sobre la percepción social y la calidad del agua como indicadores de los servicios ecosistémicos. Finalmente, el efecto negativo de *Spathodea campanulata* sobre las abejas nativas, evidencian la interconexión entre la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano.

El artículo de comunicación de este volumen, titulado “Indicador entomológico para granjas agroecológicas en los valles interandinos de Pichincha”, ejemplifica el vínculo entre la investigación aplicada y la gestión sostenible de los sistemas productivos. Este tipo de herramientas permiten cuantificar y valorar la diversidad biológica como indicador de equilibrio ecológico, aportando insumos técnicos que fortalecen las prácticas agroecológicas y la gestión integral de los agroecosistemas.

Con este nuevo volumen, *Ecuador es Calidad* reafirma su compromiso de ser un espacio de difusión científica que impulse la articulación entre la investigación, la innovación y la gestión pública en los ámbitos de sanidad vegetal, sanidad animal, inocuidad alimentaria y calidad. Agradecemos el valioso aporte de los autores, revisores y lectores, quienes con su participación fortalecen la construcción de conocimiento técnico-científico en beneficio del desarrollo sostenible del Ecuador.

Jefferson Salazar-Basurto

Editor invitado – Volumen 10.2

Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana



PRESENTACIÓN DE LA REVISTA / ABOUT THE JOURNAL

La revista "ECUADOR ES CALIDAD", Revista Científica Ecuatoriana, surge como un proyecto de la ex Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), ahora Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, con el objetivo de fomentar el conocimiento científico en el área agropecuaria y de inocuidad de los alimentos, a través de la publicación de artículos originales. La revista publica trabajos relacionados con estudios de relevancia en todos los ámbitos de las ciencias agrícolas y pecuarias.

Los temas específicos de interés incluyen a la fisiología vegetal y animal, la modelización de los sistemas de cultivos y crianza de animales, las bases científicas de la agronomía y zootecnia, soluciones de ingeniería, el uso del suelo, impactos ambientales de la agricultura y forestal, los impactos del cambio climático, el impacto en el uso de plaguicidas o residuos de plaguicidas debido a actividades agropecuarias, el diseño experimental y el análisis estadístico y la aplicación de nuevos métodos diagnósticos.

La revista "ECUADOR ES CALIDAD" está a disposición de instituciones públicas y privadas tanto del ámbito nacional como internacional, y aportará a la difusión del conocimiento científico en un área que constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del país.

The journal "ECUADOR ES CALIDAD", Revista Científica Ecuatoriana, emerges as a project of the former Ecuadorian Agency for Quality Assurance in Agriculture (AGROCALIDAD), now Phyto and Zoosanitary Regulation and Control Agency; with the aim of encouraging scientific knowledge in the area of agriculture and food safety through the publication of original scientific articles. The journal publishes studies of relevance in all areas of agricultural and animal science.

The topics of interest include: plant and animal physiology, modeling of crop systems and animal husbandry systems, the scientific basis of agronomy and animal science, engineering solutions, soil use, environmental impacts of agriculture and forestry, the impacts of climate change, the impact on the use of pesticides in agricultural activities, experimental design and statistical analysis, the application of new diagnostic methods.

The journal "ECUADOR ES CALIDAD" is available to public and private institutions both nationally and internationally and it will contribute to the dissemination of scientific knowledge in an area that constitutes one of the fundamental pillars for the development of the country.

Título Original:

ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana

ISSN: 1390-9223 Revista Impresa

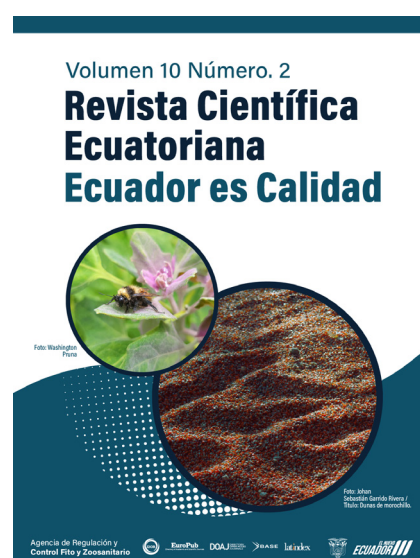
ISSN: 2528-7850 Revista Electrónica

Resolución: DAJ-2014404-0201.0362

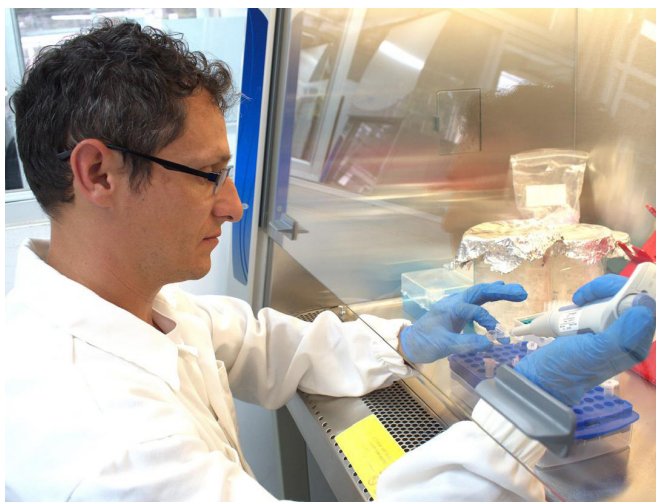
Frecuencia: Anual, dos fascículos (volúmenes) por año.

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario–
AGROCALIDAD, Coordinación General de Laboratorios.
Av. Interoceánica, Km 14 1/2 y Eloy Alfaro. Tumbaco, Ecuador.
Teléfono: + (593) 2 3828860 ext. 2096
Código Postal: 170518
e-mail: revista.ecuadorescalidad@gmail.com
revista.ecuadorescalidad@agrocalidad.gob.ec

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni total ni parcialmente sin autorización y su difusión debe apegarse a las normativas de la revista.



PERFIL DEL EDITOR / EDITOR PROFILE



EDITOR PRINCIPAL

Diego Javier Jauregui Sierra

Editor

“ECUADOR ES CALIDAD:

Revista Científica Ecuatoriana”

De nacionalidad ecuatoriana, de profesión Ingeniero Agropecuario, con Máster en Biotecnología Molecular. Además, beneficiario de una beca de cooperación internacional por parte del gobierno chino que da a personas selectas a nivel mundial en la **Escuela de Tecnología y Ciencia Animal de la universidad de Yangzhou-China**, adquiriendo un Doctorado en Agricultura en el programa de Reproducción y Mejoramiento de Genética y Reproducción Animal. Su experiencia ha sido como Profesor/Investigador y Coordinador Académico en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En el ámbito particular-productivo ha adquirido experiencia como **apicultor, productor de cultivos bajo invernadero y crianza de ovinos, etc.** También, posee experiencia en diagnósticos de enfermedades en animales en los Laboratorios de Biología Molecular de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario Agrocalidad. En la parte de Investigación ha publicado en revistas de alto impacto, capítulos de libros evaluado por pares; además, posee patentes como director de proyectos.

Actualmente es Editor en jefe de la revista científica Ecuador es Calidad, y Docente/Investigador de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Diego Javier Jáuregui Sierra, an Ecuadorian national, is a professional with a Master's degree in Molecular Biotechnology. He is also the recipient of an international cooperation scholarship from the Chinese government, awarded to select individuals worldwide, at the School of Animal Science and Technology at Yangzhou University in China, where he is pursuing a PhD in Agriculture in the Animal Genetics and Reproduction Programme. His experience has been as a Professor/Researcher and Academic Coordinator at the School of Agricultural and Environmental Sciences at the Pontifical Catholic University of Ecuador. In the private-productive sphere, he has gained experience as a beekeeper, greenhouse crop producer, sheep breeder, etc. He also has experience in animal disease diagnosis at the Molecular Biology Laboratories of the Agrocalidad Phytosanitary and Zoosanitary Regulation and Control Agency. In the field of research, he has published in high-impact journals and peer-reviewed book chapters; he also holds patents as a project director. He is currently Editor-in-Chief of the scientific journal Ecuador es Calidad and a lecturer/researcher at the Manuel Félix López Higher Polytechnic School of Agriculture in Manabí.

EDITORES DE SECCIÓN

Editor de Sección de Sanidad Animal

Vicente Arteaga Cadena

Investigador independiente

e-mail: viaca1749@gmail.com

Editor de Sección de Sanidad Vegetal

Washington Alfredo Pruna Cordones

Laboratorio de Entomología

Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) – Agrocalidad

e-mail: wr.calero@uta.edu.ec

Editor de Sección de Inocuidad de los Alimentos

William Ricardo Calero Cáceres

Facultad de Ciencia e Ingeniería de los Alimentos y Biotecnología

Universidad Técnica de Ambato (UTA)

e-mail: wr.calero@uta.edu.ec

Editora de Sección del Área de Ambiente

Verónica Elizabeth Morales Casa

Facultad de Ingeniería Ambiental

Escuela Politécnica Nacional (UPS)

e-mail: veronica.morales@epn.edu.ec

COMITÉ EDITORIAL

Mariela Alejandra Domínguez Trujillo

Coordinación General de Laboratorios

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria

e-mail: mariela.adt@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1203-3021>

<https://www.linkedin.com/in/mariela-dom%C3%ADnguez-bbb886213/>

Dr. Luis Alejandro Ramos Guerrero, PhD.

Docente Investigador - Grupo de Investigación en Alimentos y Agroindustria GIA²

Universidad de las Américas (UDLA)

e-mail: luis.ramos.guerrero@udla.edu.ec

<https://www.linkedin.com/in/luis-ramos-9a001a122/>

Jefferson Raúl Salazar Basurto

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria
e-mail: jeff.salazarba@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6544-3388>
<https://www.linkedin.com/in/jefferson-salazar-basurto/>

María Cristina Cuesta Plua

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario
e-mail: cristwin19@gmail.com
<https://www.linkedin.com/in/cristina-cuesta-p/>

Alexis Geovany Naula Guambo

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria
e-mail: alexisnaula07@hotmail.com
<https://www.linkedin.com/in/alexis-naula/>

Mercy Alexandra Falconí Flores

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria
e-mail: mercy.falconi@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6218-561X>
<https://www.linkedin.com/in/mercy-falconi-flores-442468144/>

Martín Enrique Rojas Bravo

Facultad de Ciencias de la Vida
Universidad Politécnica Salesiana (UPS)
e-mail: mrojasbr8@gmail.com
<https://www.linkedin.com/in/martin-enrique-rojas-bravo-13bba7196/>

Patricia de los Ángeles Garrido Haro

Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias CIAL
Universidad (UTE)
e-mail: patricia.garrido@ute.edu.ec
<https://www.linkedin.com/in/patricia-garrido-36470a41/>

Elsa Liliana Melo Molina

Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Central del Ecuador (UCE)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1835-1709>
e-mail: meloelsa@gmail.com
<https://www.linkedin.com/in/elsa-liliana-melo-molina-526a8b3a/>

Carlota Martina Moreno Guerrero

Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias CIAL
Universidad (UTE)
e-mail: cmoreno@ute.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-9432>
<https://www.linkedin.com/in/carlotamartina-moreno-guerrero-b83037a3/>

Matilde Eufrasia Moreta Egas

Laboratorios Regionales y de Diagnóstico Rápido
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria
e-mail: matilde.moreta@agrocalidad.gob.ec

Geovanna del Pilar Amancha Vega

Inocuidad de los Alimentos
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria
e-mail: geovanna.amancha@agrocalidad.gob.ec
<https://www.linkedin.com/in/geovanna-del-pilar-amancha-vega-4aab64277/>

COMITÉ CIENTÍFICO

Carlos Alberto Ortega Ojeda

Universidad Central del Ecuador – UCE - Ecuador
e-mail: caortega@uce.edu.ec

Saúl J. Aguirre Carrera

University of Minnesota – Estados Unidos
e-mail: aguir165@umn.edu

Julia Karina Prado Beltrán

Universidad Técnica del Norte - Ecuador
e-mail: jkprado@utn.edu.ec

Marlon Hernán Carlosama Yépez

Universidad UTE - Ecuador
e-mail: marlonhcvet@gmail.com

Francisco Javier Flores Flor

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE - Ecuador
e-mail: fjflores2@espe.edu.ec

Emilia Vásquez

Universidad de las Américas - UDLA - Ecuador
e-mail: emilia.vasquez@udla.edu.ec

William Viera Arroyo

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –
INIAP - Ecuador
e-mail: william.viera@iniap.gob.ec

Moraima Cristina Mera Aguas

Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Sede Ibarra
– PUCESI . Ecuador
e-mail: MMERA@pucesi.edu.ec

Felipe Alejandro Torres Andrade

Organización de las Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura
Food and Agriculture Organization
e-mail: felipe.torresandrade@fao.org

Pablo Javier Llumiquinga Hormaza

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –
INIAP - Ecuador
e-mail: pablo.llumiquinga@iniap.gob.ec

Ricardo Guerrero

Universidad Central de Venezuela - Venezuela
e-mail: ricardo.guerrero.bio@gmail.com

Sonia Ulic

Universidad Nacional de La Plata – Argentina
e-mail: sonia@quimica.unlp.edu.ar

Alberto Javier Roura Cadena

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –
INIAP - Ecuador
e-mail: alberto.roura@iniap.gob.ec

José Luis Zambrano Mendoza

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –
INIAP - Ecuador
e-mail: jose.zambrano@iniap.gob.ec

Saúl J. Aguirre Carrera

Universidad Central del Ecuador – UCE - Ecuador
e-mail: caortega@uce.edu.ec

María José Andrade Cuvi

Universidad San Francisco de Quito – USFQ – Ecuador
e-mail: mjandrade@usfq.edu.ec

Andrea Valeria Ochoa Tufiño

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE - Ecuador
e-mail: avochoa@espe.edu.ec

Ana Dolores Garrido Haro

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitaria –
Ecuador
e-mail: ana.garrido@agrocalidad.gob.ec

Juan José Zambrano Villacís

Investigador Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí – Ecuador
e-mail: juanzambrano@espam.edu.ec

Elsa Carrillo

Banco de Desarrollo del Ecuador B.P.
e-mail: elsy.carrillo.m@gmail.com

Rodrigo Eduardo Espinosa Barrera

Universidad Regional Amazónica Ikiam
e-mail: rodrigo.espinosa@ikiam.edu.ec

Jessica Paola Sánchez Moreno

Universidad Regional Amazónica Ikiam
e-mail: jessica.sanchez@ikiam.edu.ec

CONTENIDO

Editorial	.3
Presentación de la Revista	.4
Perfil del Editor	.5
Editores de sección	.6
Comité Editorial	.6
Comité Científico	.8
ARTÍCULO DE OPINIÓN	
LA SALUD DEL SUELO EN LAS TRANSICIONES AGROECOLÓGICAS Gabriel Sáenz.	.11
THE PARADOX OF THE RICH: ARE THERE TOO MANY INSECT SPECIES IN ECUADOR, OR TOO FEW SCIENTISTS TO STUDY THEM? Adrián Troya.	.17
PÉPTIDOS BIOACTIVOS OBTENIDOS MEDIANTE RADIACIÓN IONIZANTE: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA NUTRICIÓN ANIMAL Marco Sinche.	.23
LA IMPORTANCIA DEL VECTOR DE LA PUNTA MORADA DE LA PAPA EN ECUADOR Diego Mina.	.28
ARTÍCULO CIENTÍFICO	
PRIMER REPORTE DE LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE PIENSOS EN ECUADOR Carlosama-Yépez, Marlon; Pita, Gabriela; García, Patricio; Villarreal, Verónica; Melo-Durán, Diego; Suárez, Daniel.	.32
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANEMIA INFECCIOSA EQUINA EN EL ECUADOR CONTINENTAL Ochoa-Castro, Diego; Rojas, Gabriela; Luna, Eduardo; Bustillos-Huilca, Roberto; Rodríguez, Vladimir; Castillo, Paola.	.47
PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN PERROS DOMÉSTICOS DE CALCETA, MANABÍ, ECUADOR: IMPORTANCIA DE LA DESPARASITACIÓN FRECUENTE Rodríguez Heredia, Alanís Laisha; Salazar Hernández, Melanny Daniela; Zambrano Pazmiño, Diego Efrén.	.55

CONTENIDO

REGISTRO DE MORTALIDAD DE ABEJAS NATIVAS ASOCIADA A FLORES DE <i>Spathodea campanulata</i> P. BEAUV., 1805 EN ECUADOR	64
Padrón, Pablo Sebastián; Campaña, Madeleine.	
VALORACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE ABASTECIMIENTO DE LA LAGUNA MIRAFLORES, CANTÓN BOLÍVAR, ECUADOR.	.77
Mendoza Roldán, Modesto Amadeo; Chicaiza Intriago, Jonathan Gerardo.	
ARTÍCULO DE COMUNICACIÓN	
INDICADOR ENTOMOLÓGICO PARA GRANJAS AGROECOLÓGICAS EN LOS VALLES INTERANDINOS DE PICHINCHA	97
Pruna, Washington; Skorobogatov, Nastia; Barragán, Álvaro.	
ENVÍO DE MANUSCRITOS/PROCESO EDITORIAL	.103
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES	.104
INSTRUCCIONES A LOS REVISORES	.107
CÓDIGOS DE ÉTICA DE LA REVISTA	.108

ARTÍCULO DE OPINIÓN

LA SALUD DEL SUELO EN LAS TRANSICIONES AGROECOLÓGICAS

Introducción

La salud de los suelos está íntimamente conectada con la salud de plantas y animales, incluyendo el ser humano. A través de su microbioma (es decir, la comunidad de microorganismos, sus genes y su interacción con el ambiente en un hábitat específico), el suelo brinda un sinnúmero de servicios a los sistemas naturales y antrópicos, como un adecuado ciclo de carbono y nitrógeno, la biodisponibilidad de nutrientes minerales, la retención y purificación de agua, el secuestro de gases de efecto invernadero, la supresión de patógenos resistentes a antibióticos, y es el hogar y refugio de un sinnúmero de microorganismos que viven en simbiosis con nuestro cuerpo, y por lo tanto, son necesarios para nuestra supervivencia [1]. Pero quizás el servicio más importante, es que el suelo posibilita el adecuado crecimiento de las plantas.

Esto es tan evidente, que es casi ridículo mencionarlo. Sin embargo, deja de ser ridículo si pensamos en que vivimos un momento de la historia donde ya no es una garantía que crezcan plantas del suelo. Las actividades humanas, como la agricultura convencional, han empujado a los sistemas naturales al límite, llevando al suelo consigo [2]. Ante esto, las formas alternativas de agricultura han ganado atención por parte de diversos sectores de la sociedad, entre las cuales destaca la agroecología. Este artículo da un vistazo a la práctica agroecológica en el contexto ecuatoriano, y muestra cómo al enfocarnos en el suelo, y comprender cómo apoyarlo para restablecer su salud, podemos contribuir a generar transiciones más efectivas.

¿Por qué es necesaria una transición en la agricultura?

Curiosamente, una de las actividades que mayor

impacto ha ocasionado sobre el suelo es la agricultura convencional. Al tipear este término en Google, una de las definiciones que ofrece la página es: “La agricultura convencional se caracteriza por el uso intensivo de insumos químicos como fertilizantes, pesticidas y herbicidas, así como por la utilización de semillas mejoradas y tecnología moderna para maximizar la productividad. Se enfoca en la eficiencia y el rendimiento, buscando satisfacer la demanda de alimentos del mercado”. La mayoría de las páginas donde se muestran las definiciones de agricultura convencional, que van desde blogs de practicantes entusiastas hasta páginas de organismos internacionales como la FAO, se usa a la agricultura convencional como punto de partida para describir todo lo que está mal en la agricultura.

Es entendible, si se considera que en casi 70 años la agricultura convencional —principal motor del sistema alimentario global— ha causado la conversión de grandes extensiones de ecosistemas naturales en monocultivos y pastizales, la adopción de sistemas de labranza mecanizada intensiva, la creación y adición de insumos de síntesis química, como fertilizantes y pesticidas, y el desarrollo de cadenas globales de suministro de alimentos [3]. Como consecuencia, ha generado el 26% de emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) [4], la degradación del suelo en el 35% de la superficie del planeta con potencial agrícola [5], y es responsable de la mayor tasa de extinción de especies de los últimos 10 millones de años [6].

Entonces ¿Por qué sigue siendo tan ampliamente practicada y aceptada? Quizás valga la pena fijarse en la última parte de la definición: “[...] buscando satisfacer la demanda de alimentos del *mercado*”. En sus orígenes, la agricultura convencional se “industrializa” con el fin de alimentar a una población

fuertemente afectada por dos guerras mundiales. En paralelo, existe una tremenda urgencia por dinamizar los mercados globales, casi tan hambrientos como la gente. Debido a esto último, la producción cambia paulatinamente su objetivo, y el alimento pasa de ser “comida” a ser “mercancía” [7]. Como resultado emergen empresas con el poder de influir sobre la política nacional e internacional [8], que logran establecer a la agricultura convencional como la *forma* de producir alimentos para el mundo, ante el perjuicio directo de los sistemas naturales, los campesinos y las poblaciones rurales [9].

En realidad, está lejos de ser la única, o la mejor forma. Existen otras corrientes de agricultura, que han sido objeto de estudios recientes por su potencial para minimizar los impactos de la agricultura en la naturaleza, ya que mitigan su degradación, e incluso facilitan la regeneración de los ecosistemas en diferentes escalas de espacio y tiempo. Irónicamente, incluso las industrias que históricamente contribuyeron a consolidar a la agricultura convencional, ahora promocionan alternativas a la misma [10]. Y a pesar de que ofrecen una solución a los problemas ambientales, por obvias razones no tocan temas como su responsabilidad histórica en aumentar la inequidad, y marginar a los campesinos, principalmente del sur global, y constituidos por una cantidad considerable de pueblos indígenas [11]. Una de las alternativas que sí lo hace, y que por ello ha ganado mucha atención en las últimas cuatro décadas, es la Agroecología.

Las transiciones agroecológicas en Ecuador

En la década de 1980, las tensiones entre grupos de indígenas y campesinos y el estado ecuatoriano alcanza un momento clímax, debido al desarrollo de una agenda neoliberal en favor de los intereses del mercado internacional. Esto desencadenó protestas y movilizaciones, donde se demandaba el acceso a tierras, a garantías constitucionales, y el reconocimiento de la identidad cultural de los pueblos y nacionalidades, y de sus formas tradicionales de organización, producción y subsistencia, íntimamente ligadas a la agricultura [12]. Posteriormente, la academia y ONGs apoyaron la revalorización del manejo tradicional de los sistemas agrícolas como una alternativa a la agricultura convencional, que ya mostraba

impactos considerables. Es entonces que se adopta la agroecología como práctica y movimiento, basada en la cosmovisión de los pueblos indígenas y campesinos del país [13].

La Agroecología se centra en generar sinergias entre el espacio productivo y el natural, aplicando prácticas que promueven la biodiversidad en el espacio agrícola, y la conservación de las funciones del ecosistema a lo largo del tiempo. También busca el bienestar integral de todos los seres humanos en torno a la producción y el consumo de alimentos, la justicia social y la soberanía alimentaria [14]. A pesar de lo bien que suena, la transición hacia la producción agroecológica ha tenido severas limitaciones en el país, como la falta de interés por parte de los gobiernos locales, la prevalencia de las prácticas de agricultura convencional, la insuficiente asistencia técnica, entre otras. Pero quizás uno de los puntos más preocupantes, es que muchas fincas que han logrado una transición, no parecen generar un suelo saludable con sus prácticas. Esta hipótesis parte de la observación directa del autor, junto a otros colaboradores, al suelo de más de 50 fincas agroecológicas en la sierra centro-norte, empleando métodos como evaluaciones visuales [15] y análisis bajo el microscopio [16].

Los resultados de dichas observaciones no han sido publicados, pero nos han dejado muchas preguntas, y finalmente han inspirado este artículo, que no puede darles una respuesta, pero sí barajar posibilidades. Para entender por qué las prácticas agroecológicas no necesariamente apoyan a la salud del suelo en nuestro contexto, es necesario observar detenidamente cómo se da la transición agroecológica en la práctica. Existe un debate sobre qué ámbitos deben trabajarse primero para lograr una transición agroecológica efectiva, puesto que una finca es un sistema complejo, y su desempeño depende de factores sociales, culturales, políticos, económicos y/o técnicos [17]. Sin embargo, muchos coinciden en que el punto de partida consiste en la transformación de los conocimientos agrícolas.

Tras décadas de influencia, la agricultura convencional ha logrado posicionarse en el país, valiéndose de técnicos extensionistas y entidades gubernamentales para promocionar “paquetes” agrícolas. Los paquetes consisten en semillas,

fertilizantes químicos y agrotóxicos que funcionan en conjunto, y dependen el uno del otro para un cultivo exitoso. Para usarlos, no es necesario tener una idea muy profunda sobre diversidad o ciclos ecológicos, sino basta con seguir las instrucciones. Por esta razón, uno de los primeros pasos hacia la transición agroecológica es el desaprendizaje y el reaprendizaje. “Des”, porque es necesario abrirse a nuevas formas de hacer agricultura, y “re”, porque esas “nuevas formas” en realidad ya eran practicadas por muchos agricultores en el pasado, y fueron dejadas de lado con el tiempo.

Los proyectos de desarrollo rural que persiguen una genuina construcción de capacidades, y no solamente una transferencia de conocimientos, se apoyan en metodologías de aprendizaje participativo como las “Escuelas de Campo de Agricultura”. A través de estas escuelas, agricultores y técnicos comparten conocimientos sobre prácticas agroecológicas, y validan su efectividad a través de experimentos [18]. Las prácticas varían según las prioridades de cada grupo u organización. No obstante, una constante es que estos procesos de aprendizaje hacen un fuerte énfasis en la sustitución de insumos químicos por insumos biológicos, elaborados por los mismos productores, como una medida de contrarrestar la dependencia económica y de mejorar su salud y la de los agroecosistemas [19].

La prevalencia en la sustitución de insumos puede tener su sustento en como el costo de los insumos agrícolas es una de las principales fuentes de gasto de los agricultores en el país [20]. Al sustituirlos por insumos elaborados por ellos mismos, y con ingredientes de bajo costo, se genera un alivio inmediato a la situación del agricultor, a pesar del tiempo que requiere su elaboración. Este es un gran primer paso para apoyar una transición que pueda sostenerse en el tiempo. El único problema, es que la mayoría de proyectos han fallado en señalar qué sucederá después de este primer paso. La evidencia de ello, es que la transición agroecológica se centra en aprender a hacer bioles y a asociar cultivos, pero se desconocen las interacciones ecológicas que tendrán lugar en la parcela con el transcurso del tiempo, y que harán que aquello que funcionó al principio, luego deje de funcionar, o peor aún, pase a causar un daño.

La salud del suelo en el agroecosistema

Esto deja entrever la poca atención que recibe uno de los elementos fundamentales para la agricultura: el suelo. La información sobre cómo las dinámicas del suelo influyen en la producción agrícola es más extensa que nunca antes en la historia. Por esto, en el presente se habla del suelo como un ecosistema vivo. También, de cómo su “salud” condiciona no solo su productividad, sino los servicios que provee en términos de captura de carbono, retención de agua y nutrientes, y conservación de la biodiversidad [21]. Una definición moderna de la salud del suelo es “la capacidad continuada del suelo para funcionar como un ecosistema vivo vital que sustenta plantas, animales y seres humanos”. Existen una serie de principios que apoyan directamente a la salud del suelo, como 1) minimizar la labranza, 2) incrementar la biodiversidad de plantas y animales, 3) mantener raíces vivas y 4) maximizar la cobertura del suelo [22].

A pesar de que estos principios se incluyen dentro de las prácticas agroecológicas, son muchas las fincas que no los incorporan, y en su lugar, priorizan la adición de insumos orgánicos como una forma de añadir nutrientes al suelo. La razón por la que es vital respetar los principios de la salud del suelo radica en los consorcios que las plantas entablan con microorganismos, como hongos y bacterias [23]. Cuando se siguen estos principios, se asegura que haya raíces vivas en el suelo alimentando a los microorganismos, con el excedente de fotosintatos que generan. A cambio, los microorganismos bio disponibilizan nutrientes, facilitan la absorción de agua, protegen a la planta contra patógenos, regulan el pH, mantienen la estructura del suelo, entre otras funciones.

Sin embargo, cuando se fertiliza el suelo, algunos de estos nutrientes son enviados de forma directa a la planta. Al hacerlo, la planta interrumpe el consorcio con microorganismos y los deja de alimentar, interrumpiendo la cadena ecológica en el suelo, y generando una cascada de efectos negativos por la inactivación de la microbiota [24]. Como consecuencia, el suelo se debilita en lugar de robustecer su salud, y las plantas generan una dependencia a los insumos externos. A largo plazo, esto genera la degradación del suelo, y puede

obligar a los productores a considerar el retorno a la agricultura convencional.

La mayoría de proyectos sobre capacitación agroecológica ha fallado en mostrar que la parcela agrícola también es un ecosistema, y funciona bajo los mismos principios, así su fin sea productivo. Cuando se inicia la transición hacia la producción agroecológica, resulta necesario el restablecimiento del balance nutricional del suelo mediante bioinsumos, para apoyar el crecimiento de las plantas, que a su vez contribuirán a una microbiota diversa y abundante. Luego, es importante apoyar los ciclos ecológicos del suelo, a través de prácticas como cultivos de cobertura, abonos verdes, rotación de cultivos y labranza mínima, al igual que cercas vivas. Con esto, cuando el cultivo cumpla su ciclo, la microbiota del suelo dispondrá de materia orgánica y raíces vivas para subsistir, y a su vez brindar su asistencia a un nuevo cultivo.

Conclusión

La agroecología promueve el desarrollo de una agricultura viva. Por ello, es imprescindible comprender cómo funciona la vida para que los principios que sustentan su aplicación cobren sentido. Enseñar sobre prácticas agroecológicas, sin profundizar en los principios ecológicos detrás de las mismas, puede motivar a la repetición inconsciente de lo enseñado. Esto merma el desarrollo de una capacidad de observación crítica, que permita a las y los agricultores discernir si dichas prácticas realmente generan resultados. Los ecosistemas no son estacionarios: cambian y se adaptan con el paso del tiempo. Por tanto, resulta inapropiado asumir que la adición de insumos —o cualquier otra técnica— producirán siempre los mismos efectos. Este artículo busca exponer estas ideas, pero también hacer un llamado a académicos, técnicos y practicantes a volver la mirada al suelo y construir una agroecología verdaderamente resiliente desde sus raíces.

Referencias

- [1] Banerjee S, van der Heijden MGA. Soil microbiomes and one health. *Nat Rev Microbiol* [Internet]. 2023;21(1):6–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41579-022-00779-w>
- [2] Richardson K, Steffen W, Lucht W, Bendtsen J, Cornell SE, Donges JF, et al. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci Adv* [Internet]. 2023;9(37):eadh2458. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- [3] Kimbrell A. *Fatal Harvest: The Tragedy of Industrial Agriculture*. Island Press; 2002.
- [4] Hannah Ritchie. Food production is responsible for one-quarter of the world's greenhouse gas emissions. Published online at [OurWorldinData.org](https://www.ourworldindata.org). 2019 [acceso 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/food-ghg-emissions>
- [5] FAO. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point*. 2021.
- [6] Benton TG, Bieg C, Harwatt H, Pudasaini R, Wellesley L. *Food system impacts on biodiversity loss*. Chatham House. 2021.
- [7] McMichael P. *Regímenes Alimentarios y Cuestiones Agrarias* (Primera edición en español). Editorial Porrúa; 2015.
- [8] *Who's Tipping the Scales? The growing influence of corporations on the governance of food systems, and how to counter it*. 2023.
- [9] *The Human and Environmental Cost of Land Business: The case of MATOPIBA, Brazil*. Fian International; 2018.
- [10] Bayer.com. [citado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.bayer.com/en/agriculture/regenerativeag>
- [11] Tittonell P, El Mujtar V, Felix G, Kebede Y, Laborda L, Luján Soto R, et al. *Regenerative*

- agriculture—agroecology without politics? *Front Sustain Food Syst* [Internet]. 2022;6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2022.844261>
- [12]Giunta I. Food sovereignty in Ecuador: peasant struggles and the challenge of institutionalization. *J Peasant Stud* [Internet]. 2014;41(6):1201–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2014.938057>
- [13]Intriago R, Gortaire Amézcu R, Bravo E, O'Connell C. Agroecology in Ecuador: historical processes, achievements, and challenges. *Agroecol Sustain Food Syst* [Internet]. 2017;41(3–4):311–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2017.1284174>
- [14]Altieri M, Nicholls CI. AGROECOLOGÍA: Teoría y práctica para una agricultura sustentable (Primera Edición). In: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2000.
- [15]Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report of the Expert Consultation on International Guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas, Bangkok. 11-14 September 2007. Food & Agriculture Org; 2008.
- [16]Com.au. [cited 2025 Jun 3]. Available from: <https://soilcrc.com.au/resources/soil-biology-2/>
- [17]Oteros-Rozas E, Ravera F, García-Llorente M. How does agroecology contribute to the transitions towards social-ecological sustainability?. *Sustainability*. 2019; 11 (16): 1-13.
- [18]Pumisacho M, Sherwood S. Guía Metodológica sobre ECAs: Escuelas de Campo de Agricultores (Primera Edición). CIP - INIAP - World Neighbors; 2005.
- [19]Dávila García MC. Agroecología: una estrategia clave para asegurar el uso sostenible del suelo en procesos de consolidación de corredores de conectividad ecológica. La experiencia del proceso de transición agroecológica en el Corredor Llanganates-Sangay, Ecuador [tesis de maestría]. Universidad de la Laguna; 2023.
- [20]Espinales Suarez HO, Orrala Icaza MI, Burgos Carpio BA, Nieto Cañarte CA. Desafíos y oportunidades de la agroecología para el desarrollo socioeconómico rural en Ecuador: una revisión de los últimos cinco años. *Revista Social Fronteriza*. 2025; 5 (2): e-636.
- [21]Harris JA, Evans DL, Mooney SJ. A new theory for soil health. *European Journal of Soil Science*. 2022; 73 (4): e13292.
- [22]Moebius-Clune BN, Moebius-Clune DJ, Gugino BK, Idowu OJ, Schindelbeck RR, Ristow AJ, Van Es HM, Thies JE, Shayler HA, McBride MB. Comprehensive Assessment of Soil Health: The Cornell Framework. Cornell University; 2016.
- [23]Neher DA, Harris JM, Horner CE, Scarborough MJ, Badireddy AR, Faulkner JW, White AC, Darby HM, Farley JC, Bishop-von Wettberg EJ. Resilient Soils for Resilient Farms: An Integrative Approach to Assess, Promote, and Value Soil Health for Small- and Medium-Size Farms. *Phytobiomes Journal*. 2022; 6 (3): 201-206.
- [24]Neemisha. Role of Soil Organisms in Maintaining Soil Health, Ecosystem Functioning, and Sustaining Agricultural Production. En: Giri B, Varma A, editores. *Soil Health*. Springer International Publishing; 2020. p. 313-335.



Obtuvo su licenciatura en Ciencias Biológicas en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Paralelamente, trabajó en el proyecto de monitoreo de Cambio Climático en algunas montañas de Ecuador, junto al Laboratorio de Ecofisiología de la PUCE. Luego, hizo su maestría en ciencias en Desarrollo Sostenible, Cambio Climático y Cooperación Internacional en la Universidad de Padua - Italia. Su experiencia gira en torno a formas alternativas de agricultura, el Cambio Climático, la conservación del medio ambiente y el diálogo de saberes entre la academia y la sociedad civil. Actualmente es Coordinador del proyecto “Mecanismos para Bosques y Fincas” entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la asociación de productores agroecológicos Sumak Pacha.

Gabriel Sáenz Lituma:
**Coordinador del proyecto “Mecanismos
para Bosques y Fincas” FAO - Sumak Pacha**

ARTÍCULO DE OPINIÓN

THE PARADOX OF THE RICH: ARE THERE TOO MANY INSECT SPECIES IN ECUADOR, OR TOO FEW SCIENTISTS TO STUDY THEM?

The biodiversity conundrum

When Carl von Linné (1737) cited Edward Coke's (1628) dictum "Nomina si nescis, perit et cognitio rerum" (if you do not know the names, the knowledge of things perishes), he not only framed the monumental task of naming and classifying the known plants of his era but underscored the enduring significance of taxonomic nomenclature, a relevance that persists today (3), although not without challenges (4). The Linnean system was virtually accepted by many experts of the epoch (3). Since 1758, the date of publication of the 10th edition of *Systema Naturae* (5), which marks the inception of the International Code of Zoological Nomenclature, ICZN, about 950,000 insect species have been described (6). With a rate of approximately 7,000 new insect species described per year, the total would round to about 1.06 million species worldwide (7). Tropical America alone harbors a staggering proportion of that diversity, ranging from 3 to 30 million! (8), although the upper figure is probably unrealistic as most recent global assessments suggest ca. 5 to 10 million species (9, 10). This paramount diversity eclipses most other tropical regions in the world (11).

Yet, this conclusion derives from studies of "exemplar" groups of plants and animals, the latter usually vertebrates: typically, mammals, amphibians, reptiles, and birds. As to the invertebrates, two insect groups are accounted for in the majority of global and regional estimates: butterflies [mostly Nymphalidae, for example, the clearwings (12)] and dung beetles [Scarabaeidae, subfamily Scarabaeinae (13)]. Despite their functional and ecological relevance, these groups represent less than 1% of the Neotropics' potential insect richness (based on May's 1990 estimate). What of the remaining ~ 300 families in their

respective orders (Lepidoptera and Coleoptera), let alone the other ca. 21 orders? How can science address the other 99% of the insect fauna, most of which remains undiscovered? (14).

In Ecuador, the taxonomic landscape reflects a similar trend, with only a few insect groups being moderately well-studied, particularly those that are visually striking or ecologically conspicuous. Among the Coleoptera, for example, the dung beetles are relatively well-documented with over 200 recorded species (15). Ants and orchid bees have also received attention, especially from the Amazon, and at the present time, about 800 and 115 species are known, respectively (16, 17). The butterflies have also been quite collected and studied. According to Jason Hall, the butterflies of Ecuador would represent about 50% of the Neotropical fauna, but only a small fraction is currently known (18). Despite these efforts, Ecuador's natural history collections, housing millions of specimens collected from virtually all known ecosystems, face critical challenges. Most of the preserved material requires proper taxonomic curation and professional treatment, in addition to improving the physical infrastructure, as well as hiring qualified permanent staff. These factors go hand in hand with limited funding, which is always the first barrier to surpass.

Aside from financial issues, which are usually the norm in developing nations, this underscores the urgent need for motivated, experienced, and early-career taxonomists to unlock this scientific potential by identifying the preserved material. Right now we do not necessarily require "more boots on the ground", as Edward Wilson once put it (19), but rather more hands opening drawers and sorting specimens out from ethanol-filled jars

which have never been examined. In the collections of at least three Ecuadorian institutions: Pontificia Universidad Católica, Escuela Politécnica Nacional, and Instituto Nacional de Biodiversidad, there are enough fogging-collected, canopy samples to fill thousands of drawers with pinned-mounted specimens. An estimated 2.5 million insects, representing 10 orders, have been retrieved out of 1200 canopy samples obtained between 1994 and 1996 from just two sites in Amazonian Ecuador. Most of these samples are now in the Smithsonian Institution in Washington and Escuela Politécnica Nacional. According to Terry Erwin, who was an expert in carabid beetles, from that material alone, there are hundreds of new species of the genus *Agra* Fabricius awaiting description (pers. comm.).

The tiny fraction of the insect species diversity we currently know from Ecuador, maybe less than 1%, undermines conservation efforts, leaving countless species potentially at risk of extinction before they can even be studied or protected. This is called the taxonomic gap (20), also known as the Linnean shortfall (21), and is negatively influencing our ability to understand how the organisms we share the planet with evolve, interact, and are being affected by many factors, including the warming of the Earth. Amid increased extinction rates of the insect fauna globally (22), where the main culprit is human chronic intervention in nature (23), the most probable answer to the question ¿Can we humans name all insect species before it is too late? does not look promising. Some even say this task could take more than 400 years (24). This conundrum is particularly serious in tropical regions where the diversity of wildlife reaches top levels, like in the Western Amazon Basin, mainly Ecuador, Peru, and Colombia (25), and where very little has been done to ameliorate the taxonomic gap (26). Unfortunately, the countries and their administrative institutions, such as the ministries of environment, which are responsible for managing and protecting this biodiversity, are plagued by corruption, which is often fueled by the influence of unethical groups seeking to extract our natural resources despite the opposition of native indigenous peoples (27). Altogether, this continued process resulted in decades of socio-economic instability. This is the classic paradox of abundance, where a few influential groups selfishly deplete the

Nation's natural resources in the absence strict regulatory oversight. As a result, this favors both the strategic goals of governments and companies. However, it erodes nature's equilibrium and the socio-economic conditions of most of us who build the society (28).

Are Ecuadorian insect taxonomists in decline?

The service of taxonomy provides a standardized framework for identifying and comparing organisms. By linking species names to ecological functions, we guide conservation efforts and inform ecosystem management. However, the disproportionate imbalance of the vast number of unnamed species versus the limited number of taxonomists available to describe them leaves little room to accelerate discoveries. Based on Scopus records, in the fields of taxonomy and phylogenetic systematics, I found that from the mid-1990s to early 2025, about 1600 papers were published either by Ecuadorians or by researchers affiliated with Ecuadorian institutions. This search included all organisms and viruses. For comparison, during the same period, Brazil's output was more than ten times higher. Of the total number of Ecuadorian publications, only 133 focused exclusively on naming new insect and spider taxa (genera and species), whereas in Brazil, taxonomic publications within this same research area exceeded 7000.

The publishing rate of Ecuadorian taxonomists increased from about 2.5 papers per year in the late 1990s and early 2000s to an average of eight documents per year in the past five years. In 2024, with about 12 publications, Ecuadorian authors reached their highest output, nearly half of which were about arachnids. A trend is clear, and it appears to be increasing, albeit slowly. Therefore, based on these data alone, insect (and spider) taxonomic research in Ecuador does not seem to be "in decline," but instead emerging. It is not my intention to provide a comprehensive analysis of the factors driving this trend. Several other variables could influence these results and provide a broader perspective. For instance, the total number of researchers and graduates in the country receiving salaries for their work, the availability of material (specimens and data) accessible to these researchers at any given time, among others.

Thus, a first obvious conclusion comes to mind: the taxonomic publishing output in Ecuador is vastly inferior than that of a more developed country such as Brazil. The reader may probably infer some explanatory reasons, and indeed, there are many. The absence of financial support is certainly among the top. Our society lacks a sufficient number of qualified, well-paid taxonomists. In Latin America, this is even more concerning as large natural areas are being lost to give space for agriculture, cattle ranching, and other human development-rooted practices (29). Aside from the intrinsic economic and human health-driven interest by governments and private organizations to finance pest control, invasive species, and disease vectors research, there is nulle political will to fund insect taxonomy (30), for conservation purposes, for example. This is a science that underpins most other biological disciplines, including ecology, evolution, and conservation. Yet, the role it plays in understanding nature is rarely endorsed. Ironically, funding allocation to such human-related issues will not prevent us from fleeing the tragedy of losing biodiversity. Since every species has a function in complex ecological networks, which we barely understand for a few organisms, the loss of thousands of arthropod species (31) will inevitably lead to our decline. University authorities, as part of the Ecuadorian Academia, are among the leading players in this undervaluation of taxonomy. The reduction and almost complete absence of entomology-related positions, as well as the current slow-growing state of most national arthropod and invertebrate collections throughout the country, mirror this reality.

I am trying to understand why new generations of many enthusiastic and skilled students do not intend to put their hands to practice in this fundamental discipline. Is this a reflection of the current labor market in Ecuador, which favors other jobs that require expertise in microbial and zoonotic diseases or biosynthetic production? Or is it simply an inevitable trend emerging as a consequence of the onrush of new technologies and AI careers producing a mirage of opportunities aiming at “fast” economic gain? If this latter is the reason, or perhaps a combination of both or more factors, the result does not change: someone has to do the job; we need more brains to describe species.

Aside from the current disinterest, inadequate funding, and the unwillingness of Ecuadorian politicians and authorities to support insect science, it is up to us, the entomologists of today, to advocate for a new perspective in this vital field. We must inspire and guide current and future students to work with insects and other arthropods. Both private and state collections should be permanently open, offering easy and non-bureaucratic access to anyone conducting research. It should suffice to illustrate the astounding ecological roles these organisms play in ecosystems, but we must also advocate for the reopening and creation of new research positions. Our efforts should primarily focus on reaching students at the beginning of their undergraduate careers, or even those who are finishing high school. This strategy has been implemented in countries such as Brazil and Mexico for years. Entomology is a vibrant and dynamic field of study. Given its numerous benefits and potential to contribute to societal development, I believe a path toward its renaissance is not only possible but also well within reach. We must reflect on past mistakes and start addressing the necessary changes.

A message to future taxonomists

The taxonomic practice, like all human endeavors, requires discipline but above all, patience. Spending countless hours under the scope, identifying dozens of minute structures, dissecting and mounting internal organs, and illustrating and imaging them cannot be accomplished through shortcuts. Today’s artificial intelligence may be of help, but it is not the solution. Whether a “super AI” will one day take over this task for us remains to be seen. Several useful taxonomic tools have been previously published (32,33), and others are in development, leveraging the power of programming languages such as Python. Yet, these can only support what taxonomists do best: observe, compare, and describe. The ability to beautifully illustrate and analyze the form and the function is a human gift. Let’s use it to preserve what we still have.

It is our responsibility, new and old generations of taxonomists, to commit to the noble duty of naming organisms. The future may not look promising, and institutional government support may not be on our side. However, even under the most challenging

conditions, we have succeeded in publishing acceptable, well-crafted manuscripts. We will certainly keep up the pace.

Referencias

- [1] von Linné C. *Critica botanica*. Leiden: Conrad Wishoff; 1737.
- [2] Coke E. *Institutes of the Lawes of England* "Coke on Littleton." OUP Oxford; 1628.
- [3] Schuh RT. The Linnaean system and its 250-year persistence. In: *Botanical Review*. 2003.
- [4] Laurin M. The Subjective Nature of Linnaean Categories and Their Impact on Evolutionary Biology and Biodiversity Studies. *Contributions to Zoology*. 2010; 79(4).
- [5] Linnaeus C. *Systema naturae per regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, & species*. L. Salmii, Holmiae. 1758. p. 824.
- [6] Benton TG, Bieg C, Harwatt H, Pudasaini R, Wellesley L. Food system impacts on biodiversity loss. Chatham House. 2021.
- [7] Ritchie H. OurWorldinData.org. 2022. How many species are there? Available from: <https://ourworldindata.org/how-many-species-are-there>
- [8] May R. How many species? *Philosophical Transactions - Royal Society of London*, B. 1990; 330(293–304).
- [9] Caley MJ, Fisher R, Mengersen K. Global species richness estimates have not converged. Vol. 29, *Trends in Ecology and Evolution*. 2014.
- [10] Stork NE, McBroom J, Gely C, Hamilton AJ. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015; 112(24).
- [11] Antonelli A. Spatiotemporal Evolution of Neotropical Organisms: New Insights into an Old Riddle. University of Gothenburg; 2008.
- [12] De-Silva DL, Elias M, Willmott K, Mallet J, Day JJ. Diversification of clearwing butterflies with the rise of the Andes. *J Biogeogr*. 2016;43(1):44–58.
- [13] Favila ME, Noriega JA, da Silva PG, Korasaki V. Editorial: Neotropical dung beetle diversity: ecological, historical, and anthropogenic perspectives. Vol. 11, *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2023.
- [14] Stork NE. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? Vol. 63, *Annual Review of Entomology*. 2018.
- [15] Chamorro W, Marin-Armijos D, Asenjo A, Vaz-De-Mello FZ. Scarabaeinae dung beetles from Ecuador: A catalog, nomenclatural acts, and distribution records. *Zookeys*. 2019; 2019(826):1–343.
- [16] Pazmiño-Palomino A, Troya A. Ants of Ecuador: new species records for a megadiverse country in South America. *Rev Bras Entomol*. 2022; 66(2):1–15.
- [17] Padrón PS, Roubik DW, Picón RP. A Preliminary Checklist of the Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Ecuador. Vol. 2018, *Psyche (London)*. 2018.
- [18] Hall JP. Collaborative Research: The Butterflies of Ecuador (Lepidoptera: Papilionoidea)-A Comprehensive Survey of a Megadiverse Fauna. Vol. 6, NSF Award Number 0639977. Directorate for Biological Sciences. USA; 2007.
- [19] Wilson EO. Biodiversity research requires more boots on the ground: Comment. Vol. 1, *Nature Ecology and Evolution*. 2017.
- [20] Raposo MA, Kirwan GM, Lourenço ACC, Sobral G, Bockmann FA, Stopiglia R. On the notions of taxonomic 'impediment,' 'gap,' 'inflation,' and 'anarchy,' and their effects on the field of conservation. *Syst Biodivers*.

2021; 19(3).

- [21]Brown JH, Lomolino MV. Biogeography. Sunderland, Massachusetts (Sinauer Associates, Inc. Publishers); 1998. 691 p.
- [22]Wagner DL. Insect declines in the Anthropocene. Vol. 65, Annual Review of Entomology. 2020.
- [23]Padial JM, Miralles A, De la Riva I, Vences M. The integrative future of taxonomy. Vol. 7, Frontiers in Zoology. 2010.
- [24]Bass MS, Finer M, Jenkins CN, Kreft H, Cisneros-Heredia DF, McCracken SF, et al. Global conservation significance of Ecuador's Yasuní National Park. PLoS One [Internet]. 2010 Jan [cited 2011 Aug 18]; 5(1):e8767. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender>.
- [25]Engel MS, Ceríaco LMP, Daniel GM, Dellapé PM, Löbl I, Marinov M, et al. The taxonomic impediment: A shortage of taxonomists, not the lack of technical approaches. Vol. 193, Zoological Journal of the Linnean Society. 2021.
- [26]Rice, R. Who Speaks for Nature? Indigenous Movements, Public Opinion, and the Petro-State in Ecuador. By Todd A. Eisenstadt and Karleen Jones West. New York: Oxford University Press, 2019. 288p. \$78.00 cloth. - Resource Radicals: From Petro-Nationalism to Post-Extractivism in Ecuador. By Thea Riofrancos. Durham: Duke University Press, 2020. 264p. \$99.95 (cloth), \$26.95 (paper). Perspectives on Politics. 2021; 19(3).
- [27]Hardin, G. The Tragedy of the Commons. Science (1979) [Internet]. 1968; 162(5364):1243-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9563937>
- [28]Laurance WF, Sayer J, Cassman KG. Agricultural Expansion and Its Impacts on Tropical Nature. Vol. 29, Trends in Ecology and Evolution. 2014.
- [29]Wheeler QD. Taxonomic triage and the poverty of phylogeny. 2004 ;(March):571-83
- [30]Woinarski JCZ, Braby MF, Gibb H, Harvey MS, Legge SM, Marsh JR, et al. This is the way the world ends; not with a bang but a whimper: Estimating the number and ongoing rate of extinctions of Australian non-marine invertebrates. Cambridge Prisms: Extinction. 2024; 2:e23.
- [31]Dallwitz M. A general system for coding taxonomic descriptions. Taxon. 1980; 29(1):41-6.
- [32]Brown B V. Automating the "Material examined" section of taxonomic papers to speed up species descriptions. Zootaxa. 2013; 3683(3):297-9.



Adrian Troya earned a degree in Biological Sciences from Universidad Central del Ecuador and a master's degree in Ecology and Evolution from the University of Munich, Germany. He completed his PhD in Biological Sciences, specializing in entomology, taxonomy, and systematics, at Universidade Federal do Paraná in Curitiba, Brazil.

Adrian focuses on the classification and discovery of new species, with a particular interest in understanding the evolution of tropical insects. By using ants as model organisms and employing molecular phylogenetics, he aims to explore how geological and environmental processes, including human-induced changes, shape their distribution and drive their morphological and genetic change over time.

He is currently appointed as a research entomologist in the Department of Biology at Escuela Politécnica Nacional University, where he oversees the collection of insects and other invertebrates at the institution.

Adrian Troya:
PhD in Biological Sciences

ARTÍCULO DE OPINIÓN

PÉPTIDOS BIOACTIVOS OBTENIDOS MEDIANTE RADIACIÓN IONIZANTE: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA NUTRICIÓN ANIMAL

Introducción

El uso de radiación ionizante como pretratamiento o método de hidrólisis para producir péptidos bioactivos a partir de subproductos agroindustriales representa una alternativa innovadora, segura y sustentable que puede aportar significativamente al sector agropecuario ecuatoriano. Esta tecnología permite desarrollar ingredientes funcionales capaces de mejorar el rendimiento en la producción animal, la salud intestinal y el sistema inmunológico, en concordancia con los principios de la bioeconomía y la producción sostenible.

¿Qué son los péptidos bioactivos?

Los péptidos bioactivos son fragmentos de proteínas con pesos moleculares típicamente entre 200 y 3 000 Da que, además de tener un valor nutricional básico, ejercen efectos positivos sobre funciones fisiológicas o procesos metabólicos. Estos péptidos pueden presentar actividad antioxidante, antimicrobiana, inmunomoduladora, antihipertensiva, reductora de colesterol, entre otras [1,2]. Si bien pueden generarse de forma natural durante la digestión, la tendencia actual es obtenerlos mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos aplicados a proteínas de origen animal o vegetal.

La bioactividad de estos compuestos depende de varios factores, tales como el tamaño, secuencia de aminoácidos, conformación espacial, carga neta, estabilidad y condiciones de obtención [3]. Así, por ejemplo, péptidos cortos, con carga catiónica y anfífilos suelen tener actividad antimicrobiana, gracias a que su interacción con las membranas celulares bacterianas se ve favorecida [4].

La investigación sobre el uso de péptidos bioactivos

como parte de la dieta, para prevenir y mitigar enfermedades crónicas, ha crecido notablemente en las últimas décadas [1]. Cada vez se comprende mejor su influencia sobre diferentes procesos fisiológicos. Además, se han tenido avances significativos en el desarrollo de estrategias eficientes y rentables para la producción de estas moléculas a escala industrial. Sin embargo, para lograr una transferencia exitosa al mercado, todavía quedan asuntos pendientes. Uno de ellos es la estandarización de los métodos analíticos para garantizar la calidad de los productos. Otro, se relaciona con mejorar la aceptabilidad sensorial, debido a que los péptidos suelen tener un sabor amargo. Y tal vez, el más importante, la ejecución de ensayos clínicos válidos que proporcionen evidencia sólida de los beneficios para la salud, debido a que la actividad biológica ha sido comprobada únicamente en ensayos *in vitro*, *ex vivo*, *in silico* y preclínicos [2,3,5].

La radiación ionizante como herramienta para modificar proteínas

La radiación ionizante, como los rayos gamma y los haces de electrones acelerados, es una forma de energía capaz de inducir cambios en macromoléculas biológicas. En el caso de las proteínas, la radiación puede romper puentes de hidrógeno y enlaces peptídicos, en mayor o menor medida según la dosis absorbida, el tiempo de exposición, la presencia de agua, entre otros factores [6]. De esta manera, puede desdoblarse las proteínas para facilitar una hidrólisis enzimática o, directamente, generar péptidos con actividad biológica.

Estudios han demostrado que la irradiación de proteínas como aquellas presentes en el arroz, la

leche, la sangre bovina o el colágeno, conduce a su desnaturalización y fragmentación [7-10], para producir péptidos con potencial actividad biológica. Por ejemplo, el pretratamiento con electrones acelerados, con una dosis de 30 kGy, incrementó el grado de hidrólisis de las proteínas del arroz en más de un 15% y la actividad antioxidante, frente a los radicales DPPH y ABTS⁺, aumentó en un 32% y 79%, respectivamente [7].

El tratamiento de productos alimenticios con radiación ionizante no deja ningún tipo de residuo, se lleva a cabo a temperatura ambiente, puede aplicarse a materiales sólidos o líquidos, y reduce o elimina la carga microbiana, en función de la dosis aplicada [11,12]. Por ello, es compatible con la producción de péptidos bioactivos para consumo humano o animal.

Beneficios del uso de péptidos bioactivos en la alimentación animal

En la nutrición animal, los péptidos bioactivos representan una alternativa prometedora frente a los antibióticos promotores de crecimiento, cuyo uso ha sido restringido en múltiples regiones por generar resistencia antimicrobiana. Diversos estudios sugieren que su inclusión en dietas animales puede mejorar la digestibilidad de los alimentos, modular la microbiota intestinal, reducir la inflamación y el estrés oxidativo y fortalecer las defensas inmunológicas [13].

La inclusión de hidrolizados proteicos derivados de cerdo o de soya, en un rango de 2% a 8%, en la dieta de lechones, terneros, aves de corral y peces ha demostrado mejorar el crecimiento y la conversión alimenticia [14]. También se ha observado que la inclusión de hidrolizados de proteína de pollo puede favorecer la salud intestinal en perros, al modular la respuesta inmunitaria y la microbiota [15]. En un estudio con larvas de pez cabeza de serpiente (*Channa argus*), se encontró que la inclusión en niveles óptimos de hidrolizados proteicos en la dieta mejoró significativamente el desarrollo del tracto digestivo y el crecimiento. Esto se explica por una estimulación de la actividad de enzimas digestivas clave como la pepsina y la tripsina, que se traduce en una mejor utilización de los nutrientes [16].

Adicionalmente, determinados péptidos pueden

ejercer funciones tecnológicas en los alimentos balanceados, como actuar a manera de emulsificantes o antioxidantes que protegen a los lípidos de la oxidación, mejoran la estabilidad del alimento y prolongan su vida útil.

Materias primas disponibles en el Ecuador

Ecuador genera una considerable cantidad de residuos agroindustriales que podrían ser valorizados mediante irradiación para producir hidrolizados proteicos y péptidos bioactivos. Por ejemplo, las plumas de pollo son una abundante fuente de queratina, una proteína rica en aminoácidos azufrados. Aunque es difícil de degradar, ésta ha sido hidrolizada por tratamientos hidrotérmicos, químicos o enzimáticos, generando péptidos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas [17,18]. La fragmentación de la hemoglobina, proteína presente en la sangre animal, puede liberar péptidos bioactivos con propiedades antimicrobianas [19]. El lactosuero es una excelente fuente de proteínas como la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina, que han dado lugar a péptidos con efectos inmunomoduladores y antioxidantes [20]. Mientras que, los residuos marinos pueden ser convertidos en harina y posteriormente hidrolizados para generar péptidos especialmente útiles en la acuicultura [21].

Consideraciones finales

El Ecuador, con su riqueza agroindustrial y capacidad científica en desarrollo, tiene el potencial para posicionarse como referente regional en el uso pacífico de la tecnología nuclear para la producción de ingredientes funcionales. Para que esta tecnología se implemente con éxito, es fundamental articular esfuerzos entre centros de investigación, universidades, empresas del sector agroindustrial y entidades regulatorias como la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario del Ecuador. Además, se requiere fortalecer las capacidades técnicas de irradiación y promover políticas de fomento a la innovación.

Referencias

- [1] Duffuler P, Bhullar KS, De Campos Zani SC, Wu J. Bioactive Peptides: From Basic Research to Clinical Trials and Commercialization. *J Agric Food Chem.* [Internet]. 2022;20(12):3569-3928. Disponible de: doi:10.1021/acs.jafc.1c06289
- [2] Mada SB, Ugwu CP, Abarshi MM. Health Promoting Effects of Food-Derived Bioactive Peptides: A Review. Vol. 26, *Int J Pept Res Ther.* [Internet]. 2020;26:831-848. Disponible de: doi:10.1007/s10989-019-09890-8
- [3] Udenigwe CC, Aluko RE. Food protein-derived bioactive peptides: Production, processing, and potential health benefits. Vol. 77, *J Food Sci.* [Internet]. 2012;71(1):R11-R24. Disponible de: doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02455.x
- [4] Zasloff M. Antimicrobial peptides of multicellular organisms: My perspective. *Adv Exp Med Biol.* [Internet]. 2019;1117:3-6. Disponible de: doi:10.1007/978-981-13-3588-4_1
- [5] Elisha C, Bhagwat P, Pillai, S. Emerging production techniques and potential health promoting properties of plant and animal protein-derived bioactive peptides. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2024;1-30. [Internet]. Disponible de: doi:10.1080/10408398.2024.2396067
- [6] Kuan YH, Bhat R, Patras A, Karim AA. Radiation processing of food proteins - A review on the recent developments. *Trends Food Sci Technol.* [Internet]. 2013;30(2):105-120. Disponible de: doi:10.1016/j.tifs.2012.12.002
- [7] Zhang X, Wang L, Chen Z, Li Y, Luo X, Li Y. Effect of high energy electron beam on proteolysis and antioxidant activity of rice proteins. *Food Funct.* [Internet]. 2020;11:871-882. Disponible de: doi:10.1039/C9FO00038K
- [8] Lalande M, Schwob L, Vizcaino V, Chirot F, Dugourd P, Schlathölter T, et al. Direct Radiation Effects on the Structure and Stability of Collagen and Other Proteins. *ChemBioChem.* [Internet]. 2019;20(24):2972-2980. Disponible de: doi:10.1002/cbic.201900202.
- [9] Sinche Serra MV, Jácome Camacho GR, Castillo Domínguez JP, Constante Pila MB, Castro Valencia CP. Cebos para *Anastrepha fraterculus* con proteína hidrolizada de subproductos agroindustriales pretratados con radiación gamma. *La Granja.* [Internet]. 2022;37(1):102-116. Disponible de: doi:10.17163/lgr.n37.2023.08
- [10] Houée-Levin C, Sicard-Roselli C. Radiation chemistry of proteins. *Stud Phys Theor Chem.* [Internet]. 2001;87:553-584. Disponible de: doi:10.1016/S0167-6881(01)80022-7
- [11] Natividade MA, Alonso TC, Mesquita AZ. Regulation and Supervision of Food Irradiation. *Braz J Rad Sci.* [Internet]. 2023;11(1A):1-10. Disponible de: doi:10.15392/2319-0612.2023.2170
- [12] Singh R, Singh A. Food irradiation: An established food processing technology for food safety and security. *Def Life Sci J.* [Internet]. 2019;4(4):206-213. Disponible de: doi: 10.14429/dlsj.4.14397
- [13] Quah Y, Tong SR, Bojarska J, Giller K, Tan SA, Ziora ZM, et al. Bioactive Peptide Discovery from Edible Insects for Potential Applications in Human Health and Agriculture. *Molecules.* [Internet]. 2023;28(3):1233. Disponible de: doi:10.3390/molecules28031233
- [14] Hou Y, Wu Z, Dai Z, Wang G, Wu G. Protein Hydrolysates in Animal Nutrition. In: Nolle LML, Ötleş S, editors, *Bioactive Peptides from Food*. Boca Raton: CRC Press; 2022; p. 209-232.
- [15] Hsu C, Marx FR, Guldenpfennig R, Valizadegan N, de Godoy MRC. The effects of hydrolyzed protein on macronutrient digestibility, fecal metabolites and microbiota, oxidative stress and inflammatory biomarkers, and skin and coat quality in adult dogs. *J Anim*

Sci. [Internet]. 2024;102. Disponible de: doi:10.1093/jas/skae057

[16]Sheng Z, Xu J, Zhang Y, Wang Z, Chen N, Li S. Dietary protein hydrolysate effects on growth, digestive enzymes activity, and expression of genes related to amino acid transport and metabolism of larval snakehead (*Channa argus*). Aquaculture. [Internet]. 2023;563.1. Disponible de: doi:10.1016/j.aquaculture.2022.738896

[17]Nagarajan S, Ramasamy B, Natarajan H. Bioconversion of chicken feather wastes into value added bioactive peptide by *Geobacillus thermodenitrificans* PS41 strain. Process Biochem. [Internet]. 2023;133:49-58. Disponible de: doi:10.1016/j.procbio.2023.08.006

[18]Bertolini D, Jiménez MEP, dos Santos C, Corrêa APF, Brandelli A. Microbial bioconversion of feathers into antioxidant peptides and pigments and their liposome encapsulation. Biotechnol Lett. [Internet]. 2021;43(4):835.844. Disponible de: doi:10.1007/s10529-020-03067-w

[19]Sheshadri P, Abraham J. Antimicrobial properties of hemoglobin. Immunopharmacol Immunotoxicol. [Internet]. 2012;34(6):896-900. Disponible de: doi:10.3109/08923973.2012.692380

[20]Brandelli A, Daroit DJ, Corrêa APF. Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. Food Res Int. 2015;73:149-161. Disponible de: doi:10.1016/j.foodres.2015.01.016

[21]Ortiz RGG, Sharma V, Tsai ML, Wang JX, Sun PP, Nargotra P, et al. Extraction of Novel Bioactive Peptides from Fish Protein Hydrolysates by Enzymatic Reactions. Appl Sci. [Internet]. 2023; 13(9):5768. Disponible de: doi:10.3390/app13095768



Marco Sinche Serra es Ingeniero Agroindustrial y Máster en Ciencias Agronómicas con especialidad en Fitomejoramiento. Realizó sus estudios de pregrado en la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y su maestría en la Universidad de Florida, como becario Fulbright. Actualmente cursa el tercer año del programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la EPN. Desde 2014 se desempeña como profesor de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, adscrito al Departamento de Ciencias Nucleares. Sus líneas de investigación se relacionan con la agrobiotecnología y las aplicaciones de la radiación ionizante en la agricultura y la agroindustria, con énfasis en la extensión de la vida útil de los alimentos y en el aprovechamiento de subproductos y residuos. También ha colaborado en investigaciones acerca de los procesos de oxidación avanzada para el tratamiento de efluentes y la síntesis de materiales compuestos. Adicionalmente ha sido parte de proyectos de vinculación con la sociedad enfocados en la implementación de buenas prácticas de manufactura, la estandarización

de procesos, el desarrollo sostenible, la economía circular y el fomento del cultivo de bambú en el Ecuador. En el área docente, posee experiencia en asignaturas como Biología, Herramientas informáticas, Diseño experimental y Química orgánica. Es coautor de un libro de Nomenclatura orgánica y se encuentra trabajando en una nueva edición.

Marco Sinche Serra:
Profesor de la Facultad de Ingeniería Química y
Agroindustria, adscrito al Departamento
de Ciencias Nucleares

ARTÍCULO DE OPINIÓN

LA IMPORTANCIA DEL VECTOR DE LA PUNTA MORADA DE LA PAPA EN ECUADOR

Introducción

La papa es mucho más que un alimento. Es cultura, economía y supervivencia en los Andes. Sin embargo, un enemigo silencioso amenaza este cultivo: un pequeño insecto llamado *Bactericera cockerelli*. Aunque casi invisible, este triozidae transmite patógenos que provocan la enfermedad que es conocida como **Punta Morada de la papa (PMP)**.

La PMP reduce rendimientos, deforma plantas y constituye una amenaza para la seguridad alimentaria. En países como Estados Unidos, México o Nueva Zelanda se estudia desde hace décadas [1–3]. En Ecuador, por el contrario, apenas comenzamos a tomar conciencia del problema, que en los últimos años se ha agravado con la propagación de la enfermedad hacia otros cultivos como tomate, uvilla, naranjilla y otras solanáceas.

El mundo ya investiga, Ecuador apenas comienza

A nivel internacional, este insecto es considerado una plaga mayor. Investigadores han descrito su biología, la dinámica de sus poblaciones y los patógenos que transporta. El principal de ellos es *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso), responsable de la enfermedad “zebra chip” en papas y tomates [4].

A nivel de conocimientos mundiales en cuanto a la enfermedad y el vector, la mayoría de los estudios mencionan a la bacteria **CaLso** como el enemigo central. Otros reportan a parasitoides como la avispa *Tamarixia*, clave en el control biológico [4,5]. Pero también se han ensayado alternativas innovadoras, como vibraciones para alterar el apareamiento del insecto [6].

Mientras tanto, en Ecuador apenas contamos con tres publicaciones principales. El primer reporte

de PMP data de 2013 en Carchi, con pérdidas del 50% en producción [7]. En 2015 se detectaron fitoplasmas asociados y en 2018 se confirmó la presencia del vector [8]. Solo en 2020 se logró identificar el haplotipo A de *CaLso* en papa [9]. El contraste es evidente: otros países cuentan con líneas de investigación consolidadas; Ecuador aún depende de esfuerzos aislados. Luego de pandemia se han escrito otras publicaciones relacionadas a fitomejoramiento.

Lo que está en juego

La papa es el cuarto alimento más importante del mundo. Un tercio de su producción se concentra en países en desarrollo. Para Ecuador, además, representa historia, cultura y sustento diario para miles de familias campesinas.

Ignorar a *Bactericera cockerelli* es ignorar a quienes dependen de este cultivo. Cada planta perdida se traduce en menos ingresos, inseguridad alimentaria y migración forzada del campo. Y lo más preocupante: la respuesta ha sido lenta, fragmentada y con escaso apoyo a la investigación.

Más allá de los datos

No se trata solo de nombres científicos. Se trata de realidades concretas:

- Agricultores que, para escapar de la plaga, suben sus cultivos hacia los páramos, poniendo en riesgo los ecosistemas de agua [10]. Esto sin contar con que agricultores de zonas bajas (menos de 3000 m) han optado por dejar de sembrar papa u otros cultivos como el mismo tomate.
- El uso excesivo de pesticidas, que genera resistencia en el insecto y daña la biodiversidad

[11]. En ciertas zonas características de producción de papa, tomate y otras solanáceas, el uso de pesticidas se ha triplicado y en algunos casos mucho más que esto.

- La falta de alternativas accesibles, cuando el mundo ya avanza en control biológico [12] y en tecnologías sostenibles.

La ciencia internacional nos muestra caminos: controladores naturales, monitoreo del vector, métodos de diagnóstico más eficientes. Ecuador no puede quedarse atrás.

Una opinión necesaria

Lo urgente no es solo seguir publicando artículos. Lo urgente es articular investigación con políticas públicas y con la experiencia de los agricultores.

Necesitamos:

1. **Invertir en ciencia local** que estudie al vector en las condiciones de los Andes ecuatorianos.
2. **Promover alternativas agroecológicas** al uso indiscriminado de plaguicidas.
3. **Crear redes de colaboración** entre universidades, institutos de investigación y comunidades campesinas.
4. **Escuchar a los agricultores:** son ellos quienes conviven con la plaga y quienes pueden aportar estrategias prácticas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y algunas universidades ecuatorianas han impulsado esfuerzos para tratar de combatir las afectaciones provocadas por esta enfermedad [13]. No obstante, es importante entender que todos los planes de manejo deben estar enfocados en evitar el ingreso de los insectos (*Bactericera*) a los cultivos por su gran facultad de reproducción y propagación de patógenos. Lamentablemente no se tiene un control claro para esta enfermedad, es por eso que en países donde se reporta el problema lo que hacen es aplicar estrategias de manejo integrado que van desde el uso de semilla sana, monitoreo de insectos vectores, resistencia genética, control biológico y

también uso racional de insecticidas combinado con un buen programa de nutrición al suelo.

La punta morada de la papa no es un tema técnico más. Es un espejo que refleja nuestras prioridades como país. ¿Valoramos la papa como base cultural y alimentaria, o la dejamos a merced de una plaga invisible? Y no solamente a la papa, sino a otras solanáceas de importancia y de consumo diario como el tomate.

En Ecuador tenemos el reto de mirar más allá del insecto. De entender que la papa no solo alimenta, sino que sostiene territorios, culturas y memorias. Seguramente la solución no está en resolver un solo problema y enfocarnos solamente en lo técnico, sino ir más allá involucrando las ciencias de la sostenibilidad a través de la co-construcción de proyectos que manejen de manera real el problema [14]. Como reflexión final podemos decir que problemas como *Bactericera cockerelli* no pueden ser ignorados y que más bien este tipo de emergencias deberían empujarnos a la búsqueda de soluciones más integrales y sostenibles.

Referencias

- [1] Munyaneza JE. Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management. Am J Pot Res. 1 de octubre de 2012;89(5):329-50.
- [2] Workneh F, Paetzold L, Silva A, Johnson C, Rashed A, Badillo-Vargas I, et al. Assessments of Temporal Variations in Haplotypes of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' and Its Vector, the Potato Psyllid, in Potato Fields and Native Vegetation. Environ Entomol. 3 de octubre de 2018;47(5):1184-93.
- [3] Vereijssen J. Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand. Journal of Integrative Agriculture. 1 de febrero de 2020;19(2):333-7.
- [4] Rojas Rojas P. Biología de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). 2010 [citado 17

- de agosto de 2025]; Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/263>
- [5] Xu Y, Zhang ZQ. *Amblydromalus limonicus*: a “new association” predatory mite against an invasive psyllid (*Bactericera cockerelli*) in New Zealand. *saaa*. junio de 2015;20(4):375-82.
- [6] Avosani S, Sullivan TE, Ciolli M, Mazzoni V, Suckling DM. Can Vibrational Playbacks Disrupt Mating or Influence Other Relevant Behaviours in *Bactericera cockerelli* (Triozidae: Hemiptera)? *Insects*. mayo de 2020;11(5):299.
- [7] INIAP. Informe Técnico Anual. Fitoplasmas asociados a la punta morada de la papa en Ecuador. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, Rubro papa. [Internet]. Quito; 2014. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6124/1/3.2%20Manual%20Producci%3%b3n%20TuberculoSemilla%20Papa.pdf>
- [8] Carrillo CC, Fu Z, Burckhardt D. First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. 2019;
- [9] Caicedo JD, Simbaña LL, Calderón DA, Lalangui KP, Rivera-Vargas LI. First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in Ecuador and in South America. *Australasian Plant Dis Notes*. 3 de febrero de 2020;15(1):6.
- [10] Navarrete I, Almekinders C, Yue X, Quimbiulco K, Panchi N, Andrade-Piedra J, et al. Punta morada de la papa: ¿cómo se puede manejar esta “enfermedad” en el Ecuador? *LEISA revista de agroecología* [Internet]. 2021 [citado 18 de agosto de 2025];37(1). Disponible en: <https://www.leisa-al.info/index.php/journal/article/view/61>
- [11] Szczepaniec A, Varela KA, Kiani M, Paetzold L, Rush CM. Incidence of resistance to neonicotinoid insecticides in *Bactericera cockerelli* across Southwest U.S. *Crop Protection*. 1 de febrero de 2019;116:188-95.
- [12] Castillo C. Punta morada de papa en Ecuador, actualidad. En Ambato: IDEAZ, 2019 [citado el 25 de agosto de 2025]. p. 150. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec:8080/bitstream/41000/5346/1/iniapsc382a.pdf>
- [13] Cuesta Subía HX, Peñaherrera D, Velásquez J, Castillo C. C, Racines Jaramillo MR. Guía de manejo de la punta morada de la papa. 2021 [citado 17 de agosto de 2025]; Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>
- [14] Eizaguirre Anglada S, Klein JL. Co-construcción de saberes, innovación social y desarrollo territorial: una experiencia quebequense. 2020 [citado 18 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/7522>



Ingeniero agrónomo por la Universidad Central del Ecuador, con una maestría en Agroecología y Sanidad Vegetal por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Desde sus inicios en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ha estado vinculado a la investigación agrícola. Ha trabajado en el Instituto de Investigación para el Desarrollo del Gobierno Francés (IRD) y se desempeña como investigador asociado en el Centro de Ciencias de la Sostenibilidad (Wasi Lab) de la PUCE. Sus principales intereses de investigación abarcan la producción agroecológica y la entomología, con énfasis en el manejo integrado de plagas y polinizadores, las interacciones planta-insecto, la ciencia ciudadana y la investigación participativa mediante el enfoque *Living Labs*. En la actualidad, cursa estudios de doctorado en el programa de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Diego Fernando Mina:
Investigador asociado en el Centro de Ciencias
de la Sostenibilidad (Wasi Lab) de la PUCE

ARTÍCULO CIENTÍFICO

PRIMER REPORTE DE LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE PIENSOS EN ECUADOR

FIRST REPORT ON THE BROMATOLOGICAL QUALITY OF FEED IN ECUADOR

Carlosama-Yépez, Marlon^{ab*}; Pita, Gabriela^a; García, Patricio^a; Villarreal, Verónica^a; Melo-Durán, Diego^b; Suárez, Daniel^a

^a Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), Eloy Alfaro y Federico Gonzáles Suárez, Av. Interoceánica Km 14 ½ sector La Granja, Tumbaco, Ecuador.

^b Dirección de Posgrados, Coordinación de la Maestría en Producción Animal con Mención en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad UTE, Av. Mariscal Sucre y Mariana de Jesús, Quito, Ecuador

*Autor de correspondencia: marlon.carlosama@ute.edu.ec

Resumen

La calidad nutricional de los piensos es un factor crítico para la sostenibilidad de las explotaciones pecuarias, representando entre el 60 al 70% de los costos productivos y siendo determinante en la eficiencia del sector pecuario, el cual aporta significativamente a la seguridad alimentaria. Adicionalmente, la calidad nutricional de los piensos contribuye a la apertura de mercados y a la economía del productor pecuario. En este estudio, se muestrearon 61 piensos comerciales en 20 provincias del Ecuador, enviándolos a los Laboratorios de Bromatología de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad) para verificar su conformidad con la normativa ecuatoriana vigente. El estudio se llevó a cabo en el año 2021. Se realizaron análisis proximales de humedad, ceniza, proteína, grasa y fibra cruda. Acorde a la normativa los parámetros de proteína y grasa se declaran como mínimos y los de humedad, cenizas y fibra como máximos. Al existir diferentes valores declarados en cada etiqueta de pienso, se utilizaron valores estandarizados que corresponden a la división del resultado de cada parámetro del informe de laboratorio para el valor del mismo parámetro declarado en la etiqueta. En promedio todas las muestras cumplieron con los valores de proteína, grasa, cenizas y fibra. En

general, se determinó que el 61% de las muestras analizadas individualmente incumplen al menos un parámetro nutricional. Este hallazgo puede atribuirse al bajo alcance del control post registro de piensos que se comercializan a nivel nacional, así como la posible deficiente aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura. Se recomienda que la autoridad continúe con el control de calidad de los piensos para así asegurar la calidad de los piensos a los productores locales y promover su competitividad a nivel internacional.

Palabras clave: calidad bromatológica, calidad de piensos, control de calidad, buenas prácticas de manufactura.

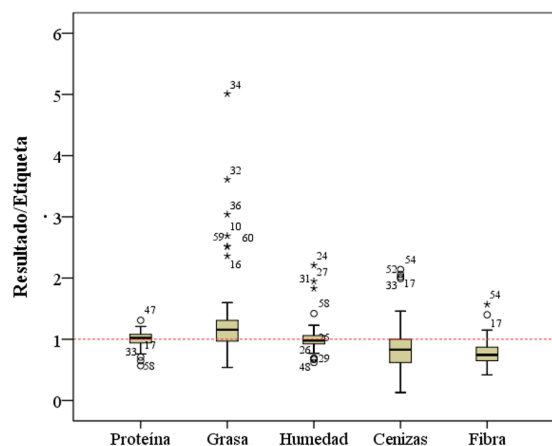
Abstract

The nutritional quality of animal feed is a critical factor for the sustainability of livestock farms, representing between 60 to 70% of production costs and being determinant in the efficiency of the livestock sector, which significantly supports to food security. Additionally, the nutritional quality of animal feed contributes to both open markets and the economy of the livestock producer. In this study, 61 commercial feed samples were collected in 20 provinces of Ecuador and sent to the Bromatology Laboratories of the Agency for Regulation and Control of Phytosanitary

* Correspondencia a: Dirección de Posgrados, Coordinación de la Maestría en Producción Animal con Mención en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad UTE, Av. Mariscal Sucre y Mariana de Jesús, Quito, Ecuador. Teléfono: +593998686150; correo electrónico: marlon.carlosama@ute.edu.ec, marlonhcvet@gmail.com

and Zoosanitary (Agrocalidad) to verify their compliance with current Ecuadorian regulations. Proximal analyses of moisture, ash, protein, fat, and crude fiber were performed. According to the regulations, the parameters of protein and fat are declared as minimums and those of moisture, ash, and fiber as maximums. Since there are different declared values on each feed label, standardized values were used that correspond to the division of the result of each parameter of the laboratory report for the value of the same parameter declared on the label. On average, the samples complied with the values of protein, fat, ash, and fiber. In general, it was determined that 61% of the samples analyzed individually fail to meet at least one nutritional parameter. This finding may be attributed to the low scope of the post-registration control of feed that is commercialized nationally, as well as the possible deficient application of Good Manufacturing Practices. It is recommended that Agrocalidad continue with the quality control of feed to ensure the quality of feed to local producers and promote their competitiveness at an international level.

Keywords: Bromatological quality, feed quality, quality control, good manufacturing practices.



La caja contiene el 50% de los valores centrales.

--- **Umbral de cumplimiento en relación al etiquetado.** Para proteína y grasa los valores por encima del umbral significan cumplimiento y viceversa. Para humedad cenizas y fibra los valores por debajo del umbral significan cumplimiento y viceversa.

○ **Casos atípicos:** valores alejados más de 1.5 longitudes de caja del percentil 75.

★ **Casos extremos:** valores alejados más de 3 longitudes de caja del percentil 75.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad se define como la capacidad del producto para satisfacer las necesidades declaradas e implícitas del consumidor mediante sus propiedades y características [1]. Dentro de

los aspectos más importantes de la calidad de los piensos se encuentra la calidad nutricional [2]. Ésta considera el suministro balanceado de los principales nutrientes como: proteínas, carbohidratos, lípidos, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas. En la práctica, la correcta formulación de los piensos determina el cumplimiento de los requerimientos de mantenimiento y producción que se traduce en el desempeño animal. Es importante considerar que los errores en la producción, control de calidad interna y almacenamiento de materias primas y pienso terminado pueden comprometer seriamente la calidad y, por ende, la eficiencia de producción de proteína animal (carne, leche, huevos), afectando la seguridad alimentaria del Ecuador, la economía del productor pecuario y la apertura de mercados internacionales.

En Ecuador, los piensos para animales deben obtener su registro previo a su comercialización. Para lo cual, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria de Ecuador (Agrocalidad), realiza la revisión de los parámetros nutricionales como proteína, grasa, cenizas, fibra y humedad declarados en el etiquetado por el titular del registro[3]. El análisis técnico previo al registro de piensos incluye dos aspectos relevantes: (i) la comparación de los parámetros proximales declarados con los requerimientos nutricionales de la categoría animal específica, por ejemplo, piensos para aves en fase de postura, equinos en mantenimiento, vacas en producción y (ii) la revisión de la cantidad de contaminantes como bacterias, mohos, estos últimos productores de micotoxinas. Una vez que el pienso entra en la cadena comercial, los fabricantes o importadores tienen la responsabilidad de asegurar que las características nutricionales se encuentren tal y como lo indica el etiquetado durante el tiempo de vida útil del producto[3].

Agrocalidad tiene la competencia de registrar piensos en cumplimiento a la Ley Orgánica y su Reglamento de Sanidad Agropecuaria [4] y la Resolución 003, Manual para el registro de empresas y productos de uso veterinario[3]. Luego del registro, los piensos están sujetos a controles y procesos de reevaluación amparados en la legislación vigente[4]. Asimismo, esta ley ampara a Agrocalidad a ejecutar las acciones de vigilancia y control con la finalidad de verificar que se mantengan las características acordes a lo aprobado en su registro[4].

El impacto de la calidad de los piensos puede medirse en al menos tres niveles (Fig. 1.): (i) Retorno económico para el productor pecuario; (ii) seguridad alimentaria, al proveer la suficiente cantidad de proteína animal y (iii) apertura de mercados internacionales para mercancías pecuarias.

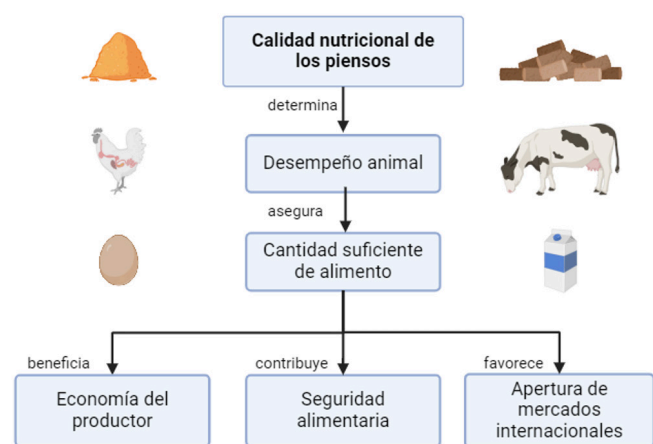


Fig. 1. Importancia de la calidad nutricional de los piensos en la Economía del productor, Seguridad Alimentaria y Apertura de Mercados Internacionales.

Economía del productor pecuario

El desempeño productivo de los animales está estrechamente relacionado con los nutrientes dietarios [5]. Es decir, si existe el aporte balanceado de nutrientes, el animal los va a incorporar para suplir sus requerimientos de mantenimiento y producción. En este sentido, el disponer de piensos de calidad determinará el retorno de la inversión del productor pecuario. En la práctica, esto significa maximizar la cantidad de kilogramos de proteína animal producida por cada kilogramo de pienso consumido. En producción animal se conoce como eficiencia alimentaria, que depende principalmente de la acreción de proteína, grasa, carbohidratos, minerales y vitaminas. En el contexto del productor pecuario, el pienso representa alrededor del 60 al 70% del costo de producción en porcinos, aves y conejos [6–9], por lo que la calidad de cada kilogramo debe mantenerse para que la empresa pecuaria sea rentable y sostenible.

Seguridad Alimentaria

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [10] define

a la seguridad alimentaria como la provisión permanente y suficiente de alimentos nutritivos e inocuos para satisfacer las necesidades de las personas. En este contexto, se proyecta que para el año 2050 la población mundial alcanzará los 9100 millones de habitantes, lo que representará el 34% adicional comparando con número actual [10], por lo que será necesario incrementar la producción proteína animal en más de 200 millones de toneladas/año hasta alcanzar los 470 millones [10].

En el caso particular de Ecuador la seguridad alimentaria se encuentra en riesgo, ya que para el 2021 se reportó que 2,2 millones de personas sufrieron subalimentación, es decir que no consumieron la cantidad necesaria de alimentos, o si los consumieron, estos fueron de calidad insuficiente [11]. Este dato se relaciona estrechamente con el promedio de consumo de proteína animal que actualmente en Ecuador bordea los 30,3 gramos/persona/día, muy por debajo de los 49 a 60 gramos/persona/día recomendados para adultos [11]. En este contexto, es fundamental garantizar la calidad de los piensos, mismos que asegurarán la producción pecuaria sostenible y mantendrán la provisión permanente de proteína animal.

Apertura de mercados internacionales

Agrocalidad lleva a cabo diversas acciones sanitarias, entre las cuales se destaca la gestión del acceso a mercados internacionales tanto para animales como para productos y subproductos de origen animal. Esta tarea contempla la implementación de herramientas, procesos y sistemas que garanticen la calidad sanitaria, requisito indispensable para acceder a los mercados globales [12]. En línea con este propósito, Ecuador se propone ampliar sus destinos comerciales, por lo que, es necesario contar con rigurosos sistemas de control de calidad que abarquen toda la cadena productiva, incluyendo la fabricación y almacenamiento de piensos.

Los requisitos sanitarios para la exportación se establecen previo al análisis de riesgo por parte de la autoridad agropecuaria del país importador. Este análisis considera factores sanitarios y económicos que el producto debe cumplir al ingresar al territorio del importador. Los requisitos específicos varían según el

producto de interés. Por ejemplo, en el caso de la fabricación de piensos, se requiere establecer controles de calidad, certificación de buenas prácticas de manufactura (BPM), control de contaminantes y calidad nutricional. Ejemplos representativos son los requisitos de acceso a mercados mucho más exigentes como Estados Unidos, la Unión Europea y China, en los cuales se exige, además, una cuota exportable sostenible en el tiempo.

En resumen, la calidad nutricional y sanitaria de los piensos son aspectos fundamentales que contribuyen a la expansión de la producción interna, mediante el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales de calidad. Para lo cual es imprescindible contar con sistemas de control y vigilancia sólidos, eficientes [13], mediante los cuales se puedan identificar oportunamente desviaciones en la calidad nutricional y la presencia de contaminantes bacterianos como *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, fúngicos como *Fusarium* sp., entre otros que afectarían a la calidad y seguridad alimentaria. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo indagar sobre el cumplimiento individual y en promedio de los parámetros de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra crudas de 61 piensos comerciales para animales en Ecuador.

II. METODOLOGÍA

El muestreo se basó en el reporte anual de comercialización de 2020, seleccionando los piensos con mayor comercialización en el mercado ecuatoriano. Considerando este punto, se realizó un muestreo por conveniencia de 61 piensos pertenecientes a 33 titulares, 8 especies animales y 20 provincias del Ecuador durante los meses de mayo a julio de 2021. Las muestras fueron analizadas en los Laboratorios de Agrocalidad-Tumbaco para determinar la humedad, la proteína, la grasa, la fibra y las cenizas crudas. Las muestras se mantuvieron en condiciones de almacenamiento acorde a las recomendaciones del etiquetado hasta su análisis.

A. Muestreo

Fundas de plástico de grado alimenticio fueron utilizados para tomar aproximadamente 200 g de muestra de pienso de sacos de entre 30 y 40 kg almacenados en las bodegas de almacenamiento

de fabricantes, importadores y almacenistas. Las muestras se colocaron individualmente en fundas de control oficiales. Estas últimas contaban con sellos de inviolabilidad que mantuvieron la integridad de la muestra hasta su procesamiento. La homogeneidad de la muestra se aseguró tomando muestras de pienso en varios puntos del saco comercial. Por cada pienso se tomaron dos muestras: muestra con su respectiva contra-muestra, como respaldo para los procesos de control de Agrocalidad.

B. Análisis Bromatológicos

Las muestras de piensos fueron analizadas por los Laboratorios de Bromatología de Agrocalidad y cuando se sobrepasó la capacidad, las muestras se enviaron a los Laboratorios de la Red de Agrocalidad que cuentan con los mismos procedimientos analíticos. La composición proximal (Análisis Wende) fue determinada acorde con métodos convencionales descritos en la Organización Americana de Químicos Analíticos (AOAC) [14]. Los análisis de humedad fueron realizados por gravimetría [14], mediante el método interno PEE/B/01 [14]. El principio de este método se basa en la pérdida de masa (agua) de la muestra de tal forma que un recipiente con la muestra es desecado a 135°C por 2 horas. La diferencia de masa corresponde a la cantidad de agua evaporada durante el calentamiento. La incertidumbre expandida reportada se basó en la incertidumbre combinada total, multiplicada por un factor de cobertura ($k=2$), lo que proporciona un nivel de confianza de aproximadamente el 95%. La materia seca se calculó en base a la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra sometida al desecado. El porcentaje de cenizas se determinó por el calentamiento de las muestras a 600°C. El contenido de fibra cruda se determinó gravimétricamente, previo a una extracción o a una digestión ácida y alcalina. Los métodos de referencia de Kjeldahl (PEE/B/02), y Soxhlet (PEE/B/03) se utilizaron para la determinación de proteína (Nx6,25) y grasa cruda respectivamente [14].

C. Análisis estadísticos

Excel 2016 Office 365 Microsoft® fue utilizado para transcribir y realizar los cálculos básicos como relaciones y porcentajes. La prueba t de una muestra y el gráfico de cajas fueron elaborados con el software estadístico SPSS

versión 21. Para los Análisis de Componentes Principales se utilizó el software RStudio 2023.12.1, empleando las bibliotecas ggbiplot y ggplot2 con la versión 4.3.2 de R.

Se aplicó estadística descriptiva, y prueba t de una muestra de los valores estandarizados (resultado/etiqueta), para esta prueba los P-valores < 0,05 se consideraron como diferencia significativa al compararse con 1. Los parámetros de proteína y grasa se declaran en la etiqueta como mínimos, mientras que humedad, cenizas y fibra como máximos. Al existir varios valores declarados por cada etiqueta se utilizaron valores estandarizados. Estos últimos corresponden a la cantidad reportada en el informe de laboratorio dividido para la cantidad declarada en etiqueta. En proteína y grasa todo resultado mayor o igual a 1 se consideró como cumplimiento, así como todo valor por debajo de 1 se consideró incumplimiento. Por otro lado, en los parámetros de humedad, ceniza y fibra todo resultado mayor 1 se consideró como incumplimiento, así como todo valor igual a 1 o por debajo a 1 se consideró como cumplimiento. Los análisis de componentes principales se realizaron para incluir la evaluación de los datos disponibles sobre los componentes de los piensos. Finalmente, se aplicó el Análisis de Componentes Principales con el objetivo de agrupar dichos elementos según la especie y la región de origen.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En total de 61 piensos de 20 provincias del Ecuador fueron muestreados y enviados al laboratorio de Bromatología de Agrocalidad para verificar su cumplimiento acorde a la normativa ecuatoriana vigente. Se realizaron análisis proximales de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda. El presente estudio determinó que existe incumplimiento del 61% de los piensos muestreados en al menos un parámetro bromatológico. La Tabla 1 muestra la cantidad de piensos indicados para las especies animales de producción y de compañía (caninos, felinos). Se identificó que el mayor porcentaje de muestras corresponde a piensos para bovinos. Por otro lado, el pienso para aves representa el 82 % respecto a la cantidad de piensos para porcinos. La variación en la cantidad de piensos muestreados se atribuye a las fluctuaciones del mercado durante el periodo de muestreo mayo-

diciembre de 2021. Para este año, Agrocalidad contaba con 1820 piensos registrados, de este número el 16.82% corresponde a registros para bovinos, seguidos de porcinos y aves con 20,71 y 20,54%, respectivamente. El resto de registros corresponden a caninos, equinos, felinos porcinos e interespecies (cuyes y conejos; aves y porcinos) por lo que el número de muestras tomadas por especie corresponde al orden decreciente del número de registros por cada especie animal.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS PIENSOS POR ESPECIE ANIMAL Y SU CUMPLIMIENTO

Especie animal de destino	Cumplimiento de todos los parámetros bromatológicos				Total	% (Total)
	NO	%(NO)	SI	%(SI)		
Aves	7	50%	7	50%	14	23%
Bovinos	15	79%	4	21%	19	31%
Caninos	2	50%	2	50%	4	7%
Equinos	1	33%	2	67%	3	5%
Felinos	0	0%	2	100%	2	3%
Interespecie*	1	50%	1	50%	2	3%
Porcinos	11	65%	6	35%	17	28%
Total general	37	61%	24	39%	61	100%

*Cuyes/Conejos y Aves/Porcinos

La Fig. 2A muestra que el componente principal 1 (PC1) evidencia una fuerte influencia de las variables cenizas y fibra. Ambas variables disminuyen y mantienen una correlación positiva, como lo indican las flechas que apuntan en la misma dirección. Esta tendencia coincide con la distancia de sus valores al umbral de cumplimiento (Resumen gráfico), situándose por debajo del mismo. A la vez, estos hallazgos concuerdan con el cumplimiento de la media estandarizada para estas variables (Tabla 2). Esta tendencia sugiere que los fabricantes de estas muestras controlaron estos parámetros durante el proceso productivo. Por otro lado, el componente principal 2 (PC2) se explica por la variabilidad de humedad, que puede deberse a la mayor dispersión de datos por encima y debajo del umbral de cumplimiento (Resumen

gráfico) y, en la práctica se puede atribuir a una menor atención a este parámetro por parte de los fabricantes o, a su vez, con el uso de maquinaria que posiblemente no contaba con los dispositivos de medición de humedad o, ésta no se controla durante el proceso de producción de piensos.

Por otro lado, se evidencia que grasa y proteína se correlacionan negativamente con cenizas

por las direcciones opuestas que toman. Algo similar ocurre con ceniza y fibra respecto a proteína. Estas observaciones son esperadas ya que la formulación de piensos comerciales se realiza en función del mínimo establecido para proteína y grasa y el máximo para cenizas y fibra. Lo que sugiere la tendencia a cumplir con lo que establece el etiquetado. De hecho, la media estandarizada cumple de todos los parámetros nutricionales.

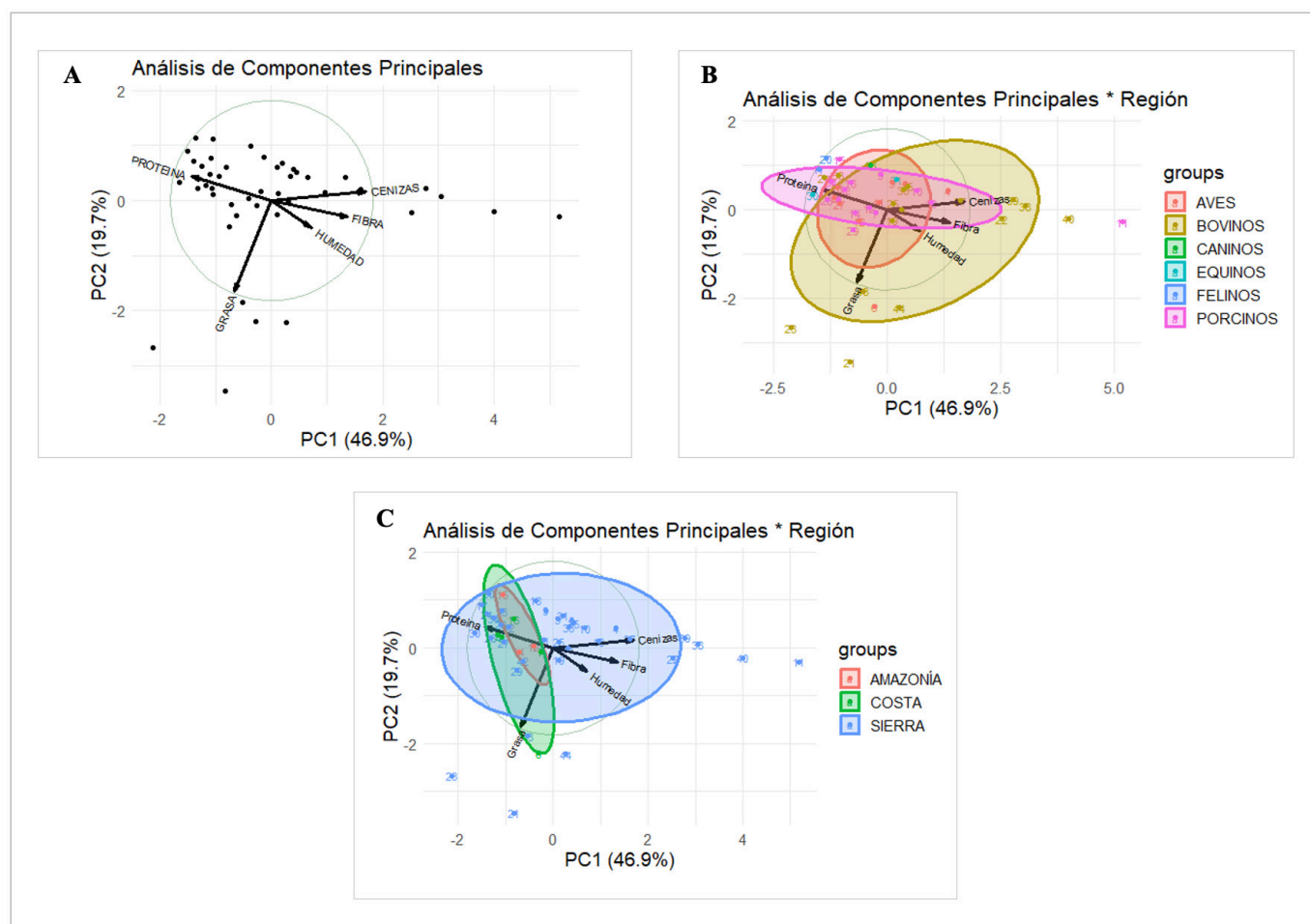


Fig. 2. A) Análisis de componentes principales (ACP); B) ACP por especie animal; C) ACP por región.

La Fig. 2B indica una superposición significativa entre las especies animales en el espacio del análisis de componentes principales, aunque algunos piensos de especies como los equinos y los porcinos parecen formar grupos más distinguidos según sus elipses de confianza. Los piensos para aves, por otro lado, parecen estar más dispersas a lo largo de los componentes principales, y en el caso de porcinos, parecen estar más asociados con valores altos en PC1, lo que podría reflejar un mayor contenido de

proteínas, cenizas y/o fibra. Esta particularidad podría deberse directamente a la variación nutricional no controlada durante la formulación o la elección de materias primas, la cual influye significativamente en la composición nutricional de los piensos destinados a estas especies [15]. En general, es posible determinar que existen diferentes tendencias por cada especie animal, lo que evidencia la necesidad de proponer nuevos estudios de calidad enfocados en esta variable.

La Fig. 2C indica la dispersión de las muestras por regiones de Ecuador. En la Amazonía, las muestras están dispersas a lo largo de ambos componentes, lo que sugiere una mayor variabilidad nutricional entre las regiones. En contraste para la Costa, las muestras están más dispersas a lo largo del PC1 pero menos en el PC2, indicando posibles variaciones significativas en componentes como las cenizas y la fibra. Por otro lado, en la Sierra las muestras tienden a agruparse más cerca del centro del gráfico, lo que sugiere un perfil más balanceado o intermedio. Estos patrones podrían reflejar diferencias en la calidad de los piensos atribuibles, en parte, a las condiciones regionales específicas, ya que, si bien Ecuador pertenece a la zona climática IV [16,17], existen 2 sub-zonas A y B, sub-clasificadas por la mayor humedad y temperatura como son la Costa y Amazonía, es decir que los piensos en estas regiones estarían bajo un mayor estrés físico que provocaría el mayor deterioro en comparación con aquellos piensos que se almacenan en la Sierra. Sin embargo, este estudio tuvo la limitación del número de muestras por región, resaltando la necesidad de realizar investigaciones más detalladas y enfocadas por región para obtener conclusiones más precisas.

La Fig. 2C, excluye las Islas Galápagos, ya que estas últimas están fuera de la competencia de Agrocalidad. Una limitante del presente estudio fue la indisponibilidad de transporte de muestras desde las provincias al laboratorio por la restricción presupuestaria de Agrocalidad. Considerando este punto, el muestreo se focalizó en la provincia de Pichincha con el 80% de las muestras, explicado principalmente por la cercanía del Laboratorio de Bromatología ubicado en Tumbaco- Pichincha [3]. Es importante destacar que esta provincia representa el 29,01 % de las fábricas a nivel nacional y corresponde a la segunda provincia más importante después de Guayas. Por otro lado, una desventaja del estudio fue la poca cantidad de muestras tomadas en las provincias de Guayas y Azuay, que corresponden al 36,64% y 10,69% de las empresas fabricantes e importadoras de piensos. A pesar de esto, y hasta donde se conoce, el presente estudio representa la primera indicación de la situación generalizada de calidad de los piensos comerciales en Ecuador, esto deja el precedente para futuras investigaciones más focalizadas por especie animal y región.

Parámetros nutricionales analizados individualmente

La Tabla 2 describe los valores estandarizados de los resultados bromatológicos, es decir el resultado de laboratorio dividido para la declaración de la etiqueta por cada parámetro nutricional. Se puede evidenciar que el número de muestras por cada parámetro es menor a 61, esto se debe a que algunos piensos excluyeron la declaración de mínimo o máximo de ciertos valores bromatológicos dentro de su etiquetado y por lo tanto fue imposible realizar el cálculo de estandarización. En estos casos los piensos fueron cancelados por solicitud del titular o en su defecto iniciaron el proceso de reevaluación para declarar todos los nutrientes, acorde a lo descrito en la Resolución 003 [3].

TABLA 2. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y VALORES P DE LA PRUEBA T DE LOS VALORES ESTANDARIZADOS

Parámetro	n	Media	Desv. tip.	Incumplimiento	% Incumplimiento	Valor P (Sig. unilateral)
Proteína	57	1.01	0.13	19/57	33.33	0.229
Grasa	56	1.34*	0.77	14/56	25.00	0.001*
Humedad	59	1.02	0.27	21/59	35.59	0.241*
Fibra	57	0.90*	0.43	14/57	24.56	0.047*
Cenizas	50	0.79*	0.21	5/50	10.00	0.000*

n: Número de muestras analizadas para cada parámetro nutricional

Desv. tip.: Desviación estándar de la media.

* Diferencia significativa entre el valor de laboratorio y el declarado en la etiqueta (grasa>1; cenizas y fibra <1).

Los resultados del laboratorio pueden diferir de los valores declarados en las etiquetas por varias razones, entre las que se pueden considerar: (i) diferencias entre laboratorios de Agrocalidad y Laboratorios de la Red, (ii) calidad de las materias primas, (iii) tiempo de muestreo y (iv) diferencias en los métodos aplicados. Sin embargo, el Manual para el Registro de empresas y productos de uso veterinario de la Resolución 003 [3] establece que los parámetros bromatológicos deben declararse con mínimos o máximos para que las fuentes de variación sean tomadas en cuenta y de esta forma asegurar

que el pienso mantenga su calidad durante su tiempo de vida útil. En este sentido, y si bien existen piensos que fueron aprobados previo a la emisión de la primera edición de la Resolución 003 (2017), existe la posibilidad de que los titulares del registro realicen la revaluación de sus piensos para actualizar sus componentes bromatológicos y que los mismos se ajusten a la edición vigente.

Por otro lado, desde el año 2016 Agrocalidad delegó la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA) a los Organismos de Certificación que están encargados de realizar las inspecciones y entregar los certificados de BPM a las empresas fabricantes y certificados de BPA a las importadoras [18]. La verificación de cumplimiento establece una inspección cada 3 años. En este contexto, existe el riesgo de que, una vez que se obtenga la certificación de BPM, la aplicación de la misma sea insuficiente, afectando todo el proceso, desde el control de la recepción de materias primas hasta el almacenamiento del producto final. En este sentido el 61% de incumplimiento encontrado en este estudio podría atribuirse a esta falta de aplicación de BPM, a pesar de que el titular cuente con la certificación vigente al momento del muestreo.

Adicionalmente, las deficiencias específicas encontradas en algunos piensos podrían ser el resultado de la falta de una mezcla uniforme de las materias primas durante la elaboración del pienso, lo cual, de ser el caso resultaría en la distribución inadecuada de nutrientes en todo el lote. Dentro de las fábricas, generalmente se mide la homogeneidad del pienso para controlar la distribución uniforme de los nutrientes; sin embargo, actualmente este parámetro no es de cumplimiento obligatorio. En este sentido sería relevante que la autoridad incluya este requisito normativo. Otra posible razón de incumplimiento puede atribuirse a una posible falta de representatividad de las muestras tomadas in situ, sin embargo, el muestreo fue realizado en varios sitios del saco, por lo que algún efecto relevante por este motivo se puede descartar.

En la siguiente sección se discutirán los resultados de los parámetros de proteína, grasa fibra crudas, humedad y cenizas.

1) Proteína Cruda

La proteína se declara como valor mínimo acorde al Anexo D de la Resolución 003 [3]. Este requerimiento se fundamenta en que la acreción muscular en animales depende en gran medida del contenido de proteína dietaria [19]. Este estudio evidenció que la media de proteína estandarizada (1,01) fue mayor a 1 ($p=0,23$), lo que indica el cumplimiento en promedio del etiquetado de las muestras tomadas (Tabla 2). Sin embargo, es importante notar que el 33,33 % (19/57) de las muestras estuvieron por debajo de lo declarado en su etiqueta. Estos últimos fueron sometidos al segundo muestreo o en su defecto se acogieron a la reevaluación establecida en la Resolución 003 [3].

Para el reporte de proteína cruda se aplicó el factor de conversión nitrógeno-proteína (6,25), mismo que históricamente ha sido aplicado como reflejo indirecto de la media del contenido de nitrógeno en 1 gramo de proteína. Este factor considera 2 premisas (i) todas las proteínas tienen un contenido promedio de 16% ($100/16 = 6.25$) y (ii) todo el nitrógeno se derivada de las proteínas. En 2019 Krul indicó que el factor de 6,25 sobrestima el contenido de proteína debido a variaciones en los perfiles de aminoácidos en las diferentes proteínas contenidas en las materias primas [20]. En este contexto, puede existir variación en los resultados ya que los piensos se formulan con varias materias primas cada una con un factor de conversión diferente a 6.25, sin embargo, esta fuente de variación debe considerarse dentro la composición garantizada establecida en la etiqueta.

La proteína cruda representa el contenido de nitrógeno, mas no del contenido específico de aminoácidos, por lo que Agrocalidad estableció como requisito normativo la declaración de los valores mínimos de metionina y lisina en piensos destinados a aves, porcinos y equinos [3], ya que estos amino ácidos son los primeros limitantes del desempeño y recambio de proteína en estas especies animales [21,22]. En la actualidad existen parámetros aún más precisos para la formulación de piensos como lisina digestible o la relación lisina/energía [23]. Sin embargo, es importante destacar el costo-beneficio del análisis de la proteína cruda, que se encuentra entre 14 y 20 dólares americanos en el contexto ecuatoriano, frente al análisis completo de

aminoácidos, que puede bordear los 200 dólares americanos, por lo que el establecimiento de este último como requisito dentro de la norma aún se encuentra en discusión.

Este estudio encontró que el 21,05 % (12/57) de las muestras analizadas excedieron en más del 10% el valor de proteína declarado en la etiqueta (Tabla Suplementaria 1). La principal consecuencia del exceso de proteína dietaria es la afectación económica de la fábrica, ya que las materias primas de tipo proteínico como soya o concentrados proteicos son las más costosas dentro de la fórmula. Adicionalmente, se ha demostrado que el exceso de proteína dietaria es proporcional al incremento de la proteína no digerida que actúa como sustrato para la microbiota local y puede derivar en la disrupción de la microbiota, diarreas en cerdos y disbiosis en otros animales [24]. Además el exceso de proteína aumenta la excreción de nitrógeno en las heces [25], esto conlleva a la contaminación innecesaria de cuerpos de agua y el aire circundante con este elemento [26]. Por lo tanto, la alimentación con la cantidad exacta de proteína resulta relevante desde el punto de vista económico, sanitario y ambiental.

2) Grasa Cruda

Los ingredientes ricos en grasa son una fuente de energía menos costosa que los carbohidratos, por lo que es posible incrementar moderadamente este nutriente en reemplazo de ciertos carbohidratos [27]. El presente estudio evidenció que las muestras, en promedio, tienen un 34% adicional de grasa respecto al valor mínimo declarado en la etiqueta. Al igual que en el parámetro de proteína cruda, los titulares de registro declaran el valor mínimo de grasa en su etiqueta. En este estudio, la media de grasa cruda estandarizada cumplió con la declaración mínima de la etiqueta en los piensos muestreados (Tabla 2). De hecho, la media de grasa cruda estandarizada se encuentra significativamente por encima de valor mínimo declarado en la etiqueta ($p=0.001$). Sin embargo, este exceso no incumple la normativa vigente, pero puede tener consecuencias fisiológicas sobre el animal, el productor y los consumidores.

La grasa dietaria contribuye al suministro energético y al aumento de peso total del animal [28,29]. No obstante, es necesario

resaltar que el exceso de grasa dietaria incrementa el depósito de grasa corporal en la canal animal, situación indeseable para el consumidor final, por la creciente preocupación de la obesidad en la población humana [27,30]. Por otro lado, el exceso de grasa se encuentra asociado con el incremento de la incidencia de desórdenes cardíacos, metabólicos y muerte súbita de aves [29]. En bovinos el exceso de grasa igualmente se refleja en un aumento de la condición corporal que puede resultar en lipidosis hepática y ketosis clínica [31]. Estos desórdenes, de presentarse representarían pérdidas para el productor pecuario por lo que los titulares deben enfocar sus esfuerzos en medir y optimizar regularmente los niveles de inclusión de este nutriente.

3) Humedad

La cantidad de agua es un factor crítico en la industria de piensos por al menos cuatro razones: i) el agua es peso y debe considerarse en la adquisición de materias primas; ii) el agua es peso y debe transportarse; iii) el contenido de agua determina las condiciones de almacenamiento; iv) el agua diluye el contenido de energía, proteína, minerales y vitaminas del pienso [32]. En el presente estudio se observó que la humedad media estandarizada se encuentra ligeramente por encima de las especificaciones del rotulado (1.02). Sin embargo, estadísticamente la media de humedad de las muestras corresponde a la declaración media de la etiqueta ($p=0.24$). La humedad es un valor de declaración máxima y que no debe sobrepasar el 14% acorde a la normativa ecuatoriana vigente [3]. Este valor máximo de humedad fue establecido con la publicación de la primera versión de la Resolución 003 en el 2017, por lo que la mayoría de piensos con registro previo a este año declararon 13% como valor máximo.

Una vez que el pienso es empacado la humedad tiende a aumentar dependiendo de la calidad del empaque y las condiciones medioambientales. Ecuador es un país con clima cálido-húmedo, por lo que pertenece a la zona climática IV según los organismos internacionales [16,17]. Es así que la probabilidad de un gradiente positivo de agua hacia el interior del pienso es mayor comparado al almacenamiento de los piensos en el resto de zonas climáticas [16,17]. En este

punto, y si la humedad del pienso supera el 14 %, existe mayor posibilidad de desarrollo de microorganismos, como bacterias y hongos, y sus respectivas toxinas [33–35].

Por otro lado, y si bien existen indicadores más precisos para predecir el desarrollo de microorganismos como la actividad de agua (*aw*) [36,37], la humedad sigue siendo un indicador económico y relativamente práctico para predecir este desarrollo. En este contexto, si la humedad está por encima de lo establecido en el etiquetado se puede considerar disminuir el periodo de vida útil de los piensos o a su vez moderar la cantidad final de agua con la que los productos son procesados y expendidos y, de esta forma asegurar el mantenimiento de la calidad del producto durante su vida útil y a su vez dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.2 de la Resolución 003 [3] *“Verificar que el producto fabricado o importado sea almacenado dentro de la empresa de acuerdo a las condiciones bajo las cuales fue registrado”*.

En el mismo contexto es imprescindible que los estudios de estabilidad se continúen realizando acorde a lo establecido en las BPM contempladas en la el numeral 3.9.2 de la Resolución 066 [18] que indica que los fabricantes deben: *“a) Contar con un programa escrito de estudio de estabilidad para los productos registrados y b) Las muestras serán conservadas en su embalaje final u otro con las mismas características de los del mercado, a temperatura ambiente o a la temperatura recomendada, o deberán realizarse estudios de estabilidad acelerada”*. Considerando estos argumentos, es necesario que se continúe regulando la cantidad de humedad en el procesamiento y se sigan realizando los estudios de estabilidad considerando el contenido de humedad para la determinación del periodo de validez y así garantizar la calidad nutricional y microbiológica de su producto [38].

4) Fibra Cruda

La fibra cruda corresponde a un grupo de polímeros diferentes a los almidones que se caracterizan por su incapacidad de ser digeridos por las enzimas del sistema gastrointestinal. La fibra cruda representa el residuo insoluble de la hidrólisis de la muestra de pienso, este residuo contiene celulosa y lignina insoluble [39,40]. Dentro de la normativa vigente, la fibra cruda es

un valor de declaración máximo; esto se debe a las asociaciones negativas para la digestibilidad del resto de nutrientes cuando esta se encuentra en exceso [41]. El presente estudio encontró que la media de fibra cruda de las muestras cumplió con las especificaciones del etiquetado, ya que el valor fue de 0.9, comparado con el umbral de cumplimiento 1. Los valores elevados de fibra en este estudio podrían explicarse por la tendencia de la inclusión paulatina de materias primas más fibrosas para disminuir costos, así como posiblemente la falta de control exhaustivo de los proveedores.

La determinación de fibra cruda es un análisis gravimétrico que tiene la desventaja de que algunas fracciones de la fibra dietética se pierden en el proceso de análisis. De hecho, dependiendo de la estructura de la fibra del ingrediente, el 80-85% de la hemicelulosa, el 0-60% de la celulosa y del 10 al 95% de la lignina no se recuperan de la fracción de fibra cruda [42]. Por lo tanto, este análisis mide de manera imprecisa ciertas fracciones de la fibra dietética, específicamente de la hemicelulosa, como los oligosacáridos, los arabinoxilanos, los xiloglucanos y los polisacáridos pécticos [43], que pueden tener efectos beneficiosos sobre el rendimiento. En este contexto, el aplicar análisis más específicos de las fracciones de fibra contribuiría a la formulación más precisa; sin embargo, su aplicabilidad resultaría impráctica por los costos y retos de implementación y acreditación de análisis.

En el sentido más práctico y mediante la Resolución 003 [3] se adoptó la declaración obligatoria de una fracción más precisa de la fibra dietética que corresponde a la FDA (Fibra Detergente Ácida), para el registro de piensos para rumiantes, conejos y equinos. Este análisis corresponde a una medición más precisa de la cantidad de celulosa y especialmente de lignina, en esta última la fracción no fermentable e indigestible de la fibra. Dado a que la mayoría de piensos para rumiantes se encuentran en periodo de transición para declarar la FDA en su etiquetado, este parámetro no fue evaluado dentro de este estudio.

5) Ceniza Cruda

La media de ceniza estandarizada fue de 0,79, por lo que se encuentra dentro de los límites

del etiquetado (Tabla 2). La determinación de ceniza es crucial porque indica la presencia de macro y micro minerales. Una limitación de esta técnica es que, aunque proporciona una medida general de contenido mineral, no especifica la concentración de minerales individuales, lo que es crucial para evaluar la calidad nutricional del pienso. El aumento de ceniza cruda podría utilizarse para detectar, de manera rápida y económica, la adición indebida de metales pesados que pueden incrementar artificialmente el peso final del pienso. En la actualidad la declaración de minerales específicos no es requisito para la comercialización de piensos, pero si el contenido máximo de cenizas [3]. Sin embargo, es necesario que las autoridades competentes analicen el incluir al menos calcio y fósforo dentro de la declaración obligatoria, ya que su deficiencia puede conllevar a problemas de fragilidad ósea, osteoporosis o problemas de movilidad del animal [44,45].

IV. CONCLUSIONES

A pesar de la amplitud en los rangos de garantías nutricionales declarados en las etiquetas, el presente estudio encontró que el 61% de los piensos muestreados incumplieron al menos un parámetro bromatológico. Al analizar los valores nutricionales estandarizados, se observó que la media de proteína y grasa cumple con lo declarado en la etiqueta (1,01 y 1,34, respectivamente). En la misma línea, y si bien la media estandarizada de humedad, se encuentra ligeramente por encima del valor etiquetado (1.02), ésta no tiene una diferencia estadísticamente significativa con respecto al umbral de cumplimiento. Además, la media estandarizada de cenizas y fibra se encuentra significativamente por debajo del límite máximo, por lo que, en promedio, estos parámetros cumplen con los valores declarados en la etiqueta.

Los alimentos que incumplieron en al menos un parámetro bromatológico fueron sometidos a revaluación obligatoria o cancelaron su registro voluntariamente. Se presume que los factores por los cuales existe incumplimiento de los parámetros bromatológicos incluyen la falta de aplicación de las BPM, la falta de obligatoriedad en la medición de homogeneidad de mezclado, y la posible deficiente aplicación de procedimientos y control de calidad de

materias primas, esto debe ser verificado con estudios más específicos.

Para mejorar la calidad de los piensos, se recomienda que la autoridad continúe con la vigilancia del cumplimiento de la calidad de los mismos y que se considere el aumento de controles indirectos a los organismos de certificación y, controles directos a las plantas de fabricación de piensos. La mejora de la calidad de los piensos se reflejará en beneficios para la economía del productor pecuario, la seguridad alimentaria y la competitividad de Ecuador a nivel internacional. Finalmente, se requieren estudios complementarios dirigidos a una única especie animal y a regiones, ya que la dinámica puede ser diferente para cada variable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen AGROCALIDAD y a la Universidad UTE y por su apoyo durante el estudio.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Referencias

- [1] Prieto M, Mouwen JM, Puente SL, Sánchez AC. Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *Interciencia*. 2008;33(4):258-264.
- [2] FAO. Buenas prácticas para la industria de piensos. Vol. 9, Implementación del código de prácticas sobre buena alimentación animal. 2014:42-53.
- [3] AGROCALIDAD. Manual para el Registro de Empresas y Productos de Uso Veterinario, Resolución 003 [Internet]. 7th ed. Ecuador; 2021. Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-01/Documento_Manual-para-registro-empresas-productos-uso-veterinario-7ma-ED.pdf
- [4] LOSA. Reglamento a la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria [Internet]. 2019. Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-05/Reglamento_LOSA.pdf
- [5] Coleman SW, Moore JE. Feed quality and animal performance. *Field Crops Res*. 2003;84(1-2):17-29.
- [6] Mateos GG, Grobas S, Taboada E, Méndez J. Valoración de la calidad del pienso en cunicultura. *Univ Autónoma Barcelona*. 1989:19-24.
- [7] Mengesha M. The issue of feed-food competition and chicken production for the demands of foods of animal origin. *Asian J Poult Sci*. 2012;6(2):31-43.
- [8] Patience JF, Rossoni-Serão MC, Gutiérrez NA. A review of feed efficiency in swine: Biology and application. *J Anim Sci Biotechnol*. 2015;6(1):1-9.
- [9] Lee CY, Song AAL, Loh TC, Abdul Rahim R. Effects of lysine and methionine in a low crude protein diet on the growth performance and gene expression of immunity genes in broilers. *Poult Sci*. 2020;99(6):2916-2925.
- [10] FAO. The future of food and agriculture: trends and challenges. Vol. 4. Rome; 2017:1951-1960.
- [11] FAO STATISTICS. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021. 2021.
- [12] Méndez-Barrón R. Inocuidad, normatividad y calidad como estrategia competitiva: experiencias en el sector porcícola de México y Sonora. *Estud Soc Rev Aliment Contemp y Desarro Reg* [Internet]. 2021 Oct 27. Available from: <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/1155>
- [13] Ingrid Carolina MR, Hernando CC. La Gestión de la Calidad, una mirada desde los Gobiernos Locales de México - Colombia [Internet]. Universidad Santo Tomás; 2021. Available from: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31776>
- [14] AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. Latimer W, Horwitz GWL, editors. Rockville, MD; 2005.
- [15] Vieira SL, Stefanello C, Sorbara JOB. Formulating poultry diets based on their indigestible components. *Poult Sci* [Internet]. 2014 Sep;93(9):2411-2416. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003257911932396X>
- [16] CAMEVET. Guía para la elaboración de estudios de estabilidad de productos farmacéuticos veterinarios. 2019:15.
- [17] OMS. Comité de Expertos de la OMS en Especificaciones para las Preparaciones Farmacéuticas. *Inf Tec* 863. 2012:71-89.
- [18] AGROCALIDAD. Instructivo para las auditorías de certificación de buenas prácticas de manufactura y almacenamiento de productos veterinarios [Internet]. Ecuador; 2017. Available from: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Resolucion-0066.pdf>
- [19] Liao SF, Wang T, Regmi N. Lysine nutrition in swine and the related monogastric animals:

muscle protein biosynthesis and beyond. Springerplus. 2015;4(1):1–12.

[20] Krul ES. Calculation of Nitrogen-to-Protein Conversion Factors: A Review with a Focus on Soy Protein. *JAACS, J Am Oil Chem Soc.* 2019;96(4):339–364.

[21] Ojano-Dirain C, Waldroup P. Evaluation of Lysine, Methionine and Threonine Needs of Broilers Three to Six Week of Age under Moderate Temperature Stress. *Int J Poult Sci.* 2001;1(1,2,3):16–21.

[22] Cemin HS, Vieira SL, Stefanello C, Kipper M, Kindlein L, Helmbrecht A. Digestible lysine requirements of male broilers from 1 to 42 days of age reassessed. 2017:1–13.

[23] Dozier IA, Payne RL. Digestible lysine requirements of female broilers from 1 to 15 days of age. *J Appl Poult Res.* 2012;21(2):348–357.

[24] Gilbert MS, Ijssennagger N, Kies AK, van Mil SWC. Protein fermentation in the gut; implications for intestinal dysfunction in humans, pigs, and poultry. *Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol.* 2018 Aug 1;315(2):G159–G170.

[25] Rotz CA. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J Anim Sci.* 2004;82 E-Suppl(3).

[26] Kirchgessner M, Roth FX. Minderung der stickstoffausscheidung beim schwein*. *Arch für Tierernaehrung.* 1993 Jan;43(4):283–301.

[27] Frank D, Joo ST, Warner R. Consumer acceptability of intramuscular fat. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2016;36(6):699–708.

[28] Yang XF, Qiu YQ, Wang L, Gao KG, Jiang ZY. A high-fat diet increases body fat mass and up-regulates expression of genes related to adipogenesis and inflammation in a genetically lean pig. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2018;19(11):884–894.

[29] Chen CY, Huang YF, Ko YJ, Liu YJ, Chen YH, Walzem RL, et al. Obesity-associated cardiac

pathogenesis in broiler breeder hens: Development of metabolic cardiomyopathy. *Poult Sci.* 2017;96(7):2438–2446.

[30] Switonski M, Stachowiak M, Cieslak J, Bartz M, Grzes M. Knowledge on the genetic background of fat tissue accumulation is important in livestock production. *J Appl Genet.* 2010;51(2):153–168.

[31] Smith TR, Hippen AR, Beitz DC, Young JW. Metabolic Characteristics of Induced Ketosis in Normal and Obese Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 1997;80(8):1569–1581.

[32] Thiex N, Richardson CR. Challenges in measuring moisture content of feeds. *J Anim Sci.* 2003;81(12):3255–3266.

[33] Manna M, Kim KD. Influence of Temperature and Water Activity on Deleterious Fungi and Mycotoxin Production during Grain Storage. *Mycobiology* [Internet]. 2017 Dec 19;45(4):240–254. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.5941/MYCO.2017.45.4.240>

[34] Magan N, Medina A, Aldred D. Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre- and postharvest. *Plant Pathol* [Internet]. 2011 Feb 10;60(1):150–163. Available from: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2010.02412.x>

[35] Maciorowski KG, Herrera P, Jones FT, Pillai SD, Ricke S. Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. *Anim Feed Sci Technol* [Internet]. 2007 Feb;133(1–2):109–136. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840106003087>

[36] Gautam B, Govindan BN, Ganzle M, Roopesh MS. Influence of water activity on the heat resistance of *Salmonella enterica* in selected low-moisture foods. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2020 Dec;334:108813. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016816052030307X>

[37] Jia S, Li C, Wu K, Qi D, Wang S. Effect of Water Activity on *Conidia* Germination

- in *Aspergillus flavus*. *Microorganisms* [Internet]. 2022 Aug 29;10(9):1744. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/9/1744>
- [38] Gomez R, Vioque M, Sanchez E, Fernandez-Salguero J. Changes in water activity and some microbial groups during storage of pet feed. *Acta Microbiol Immunol Hung*. 1997;44(2):155–164.
- [39] Martens EC, Neumann M, Desai MS. Interactions of commensal and pathogenic microorganisms with the intestinal mucosal barrier. *Nature Reviews Microbiology*. 2018;16:457–470.
- [40] Hall MB, Mertens DR. A 100-Year Review: Carbohydrates—Characterization, digestion, and utilization. *J Dairy Sci* [Internet]. 2017 Dec;100(12):10078–10093. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217310470>
- [41] Baye K, Guyot JP, Mouquet-Rivier C. The unresolved role of dietary fibers on mineral absorption. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2017 Mar 24;57(5):949–957. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2014.953030>
- [42] Mertens DR. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. *J Anim Sci* [Internet]. 2003 Dec 1;81(12):3233–3249. Available from: <https://academic.oup.com/jas/article/81/12/3233/4790131>
- [43] Bach Knudsen KE, Lærke HN, Jorgensen H. The role of fibre in nutrient utilization and animal health. *Proc 29th West Nutr Conf*. 2008 Jun;93–106.
- [44] Eklou-Kalonji E, Zerath E, Colin C, Lacroix C, Holy X, Denis I, et al. Calcium-Regulating Hormones, Bone Mineral Content, Breaking Load and Trabecular Remodeling Are Altered in Growing Pigs Fed Calcium-Deficient Diets. *J Nutr* [Internet]. 1999 Jan;129(1):188–193. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022316623019041>
- [45] Zhao SC, Teng XQ, Xu DL, Chi X, Ge M, Xu SW. Influences of low level of dietary calcium on bone characters in laying hens. *Poult Sci* [Internet]. 2020 Dec;99(12):7084–7091. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579120306040>

Tabla suplementaria 1

Pienso	Proteína	Grasa	Humedad	Cenizas	Fibra
A1	1,01	0,78	1,01		
A2	1,05	1,26	0,97	0,64	0,81
A3	1,04		0,97	0,55	0,59
A4	1,06	1,24	0,95	0,51	0,58
A5	1,08	1,03	0,92	1,09	0,83
A6	0,86	1,10	0,77	1,46	0,95
A7		1,3	0,78	0,71	0,46
A8	0,93	0,82	0,96	0,87	0,77
A9	0,98	1,08	1,00	0,72	
A10	0,96	2,69	0,95	0,81	0,88
A11			1,07	1,05	
A12	1,08	1,36	1,06	0,97	0,67
A13	1,09	1,32	0,9	0,56	0,7
A14	1,12	0,82	0,98	0,82	0,85
A15	1,02	1,21	0,86	1,46	0,85
A16	0,96	2,36	0,9	1,19	
A17	0,57	0,54	1,15	2,06	1,40
A18	0,98	1,19	0,98	0,55	0,73
A19	0,93	0,9		1,00	
A20	0,9	0,89	1,12	1,07	0,73
A21	1,15	1,44	1,04	0,83	0,69
A22	1,19	0,95	0,91	0,99	0,55
A23	1,05	1,10	0,94	0,85	0,51
A24	0,91	0,93	2,21		
A25	1,21	1,27	0,69	0,69	0,8
A26	1,01	1,00	0,67	0,87	0,85
A27	1,03	0,97	1,95		
A28	1,04	1,41	0,97	0,86	0,92
A29	1,01	1,05	0,62	0,59	0,63
A30	1,10	1,26	0,95	0,99	
A31			1,83	0,74	0,87
A32	1,01	3,61	0,9	0,71	0,98
A33	0,65	1,18	1,02	2,02	0,61
A34		5,01	1,06	0,57	0,89
A35	1,07		1,03	0,86	
A36	1,07	3,04	1,06	0,13	0,6
A37	1,07	0,99	0,93	0,4	0,53
A38	1,11	1,15	0,98	0,78	1,03
A39	1,12	1,16	0,9	0,52	0,73
A40	1,08	1,4	0,9	0,61	0,68
A41	1,17	1,28	0,97	0,4	0,74
A42	1,03	1,6	0,97	0,54	0,74
A43	1,11	1,27	1,00	0,49	0,42
A44	1,06	1,01	0,81	0,97	1,00
A45	1,18	1,17	0,97	0,67	0,75
A46	1,19	1,01	0,93	0,62	0,74
A47	1,31	1,12	1	0,65	0,8
A48	0,92	1,24	0,69	1,27	0,86
A49	1,00	1,01	1,13	0,96	
A50	1,17	0,89	1,23	1,25	0,69
A51	0,94	0,84	1,16	1,43	0,83
A52	0,91	0,88	1,1	1,99	1,15
A53	0,76	0,58	1,11	1,45	1,04
A54	0,93	0,97	1,05	2,14	1,57
A55	1,02			0,44	0,65
A56	1,02	1,24	0,97	0,93	0,69
A57	1,01	1,44	1,01	0,63	0,65
A58	0,71	0,67	1,42		
A59	1,01	2,52	0,99	0,87	0,76
A60	0,88	2,51	1,00	0,8	0,93
A61	0,92	1,11	1,07	0,91	0,65

* Los espacios vacíos corresponden a piensos que declararon valores fijos o en su defecto no se declararon en la etiqueta.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANEMIA INFECCIOSA EQUINA EN EL ECUADOR CONTINENTAL

SPATIAL DISTRIBUTION OF EQUINE INFECTIOUS ANEMIA IN CONTINENTAL ECUADOR

Ochoa-Castro, Diego^{a,b*}; Rojas, Gabriela^a; Luna, Eduardo^c; Bustillos-Huilca, Roberto^a; Rodríguez, Vladimir^a; Castillo, Paola^{b*}

^a Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador

^b Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario- AGROCALIDAD. Cuenca - Ecuador.

^c Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Amazonia. Lago Agrio – Ecuador.

*Autor de correspondencia: diego.ochoa@unl.edu.ec

Resumen

La anemia infecciosa equina constituye una de las principales enfermedades virales en el Ecuador, debido a sus repercusiones en la salud animal, la producción agropecuaria y la economía de las zonas rurales. Por esta razón, el propósito del presente trabajo fue analizar los patrones de distribución espacial de la enfermedad en el país, empleando los registros de brotes reportados por La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario entre los años 2020 y 2023. Se desarrolló un estudio de nivel ecológico por provincia, con un enfoque de análisis retrospectivo tanto espacial como espaciotemporal. En total, se notificaron 156 casos positivos, de los cuales 137 casos se localizaron en la Costa, 18 casos en la Sierra y finalmente un caso en el Oriente Ecuatoriano. La ocurrencia pasó de 0,81 casos por cada 10 000 animales a 1,68. El análisis retrospectivo espacial nos ayudó a identificar conglomerados significativos ($p < 0,05$). El primero incluyó a las provincias de Guayas, Santa Elena y Los Ríos, mientras que el segundo se limitó únicamente a Santa Elena. En cuanto a este análisis, se determinó el clúster estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la zona centro-oriental del país, el cual incluyó a 13 provincias de la Sierra y Amazonía, evidenciando una marcada relación entre la geografía y la aparición de casos. En conclusión, los brotes de la enfermedad se registran

principalmente en la Costa y la Amazonía, lo que resalta la necesidad de fortalecer las medidas de vigilancia epidemiológica y control sanitario en estas áreas.

Palabras clave: análisis espacial, anemia infecciosa equina, Ecuador, salud animal

Abstract

Equine infectious anemia is one of the primary viral diseases in Ecuador, due to its significant impact on animal health, agricultural production, and the rural economy. For this reason, the purpose of this study was to analyze the spatial distribution patterns of the disease in the country, using records of outbreaks reported by the Phytosanitary and Animal Health Regulation and Control Agency between 2020 and 2023. An ecological study was conducted by the province using a retrospective spatial and spatiotemporal analysis approach. In total, 156 positive cases were reported, with 137 cases located on the coast, 18 cases in the highlands, and one case in eastern Ecuador. The incidence rose from 0,81 cases per 10,000 animals to 1,68 cases per 10,000 animals. The retrospective spatial analysis helped us identify significant clusters ($p < 0,05$). The first included the provinces of Guayas, Santa Elena, and Los Ríos, while the second was limited to Santa Elena alone. This analysis identified a statistically significant

* Correspondencia a: Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. Teléfono: +593 996488332. Correo electrónico: diego.ochoa@unl.edu.ec

cluster ($p < 0,05$) in the central-eastern part of the country, encompassing 13 provinces in the Sierra and Amazon regions, indicating a clear relationship between geography and the occurrence of cases. In conclusion, outbreaks of the disease are primarily recorded in the Coastal and Amazon regions, underscoring the need to strengthen surveillance measures.

Keywords: spatial analysis, equine infectious anemia, animal health.

I. INTRODUCCIÓN

La anemia infecciosa equina (AIE) es una enfermedad retroviral causada por un lentivirus que se caracteriza por su alta prevalencia de hasta el 26 % en regiones con climas cálidos debido a su transmisión por insectos vectores. Se propaga por transferencia de sangre de caballos infectados a caballos sanos a través de la picadura de insectos hematófagos [1].

Esta enfermedad puede cursar desde la forma aguda hasta crónica, presentando signos clínicos característicos en fase aguda como fiebre, inapetencia, debilidad, signos adicionales como ictericia, taquipnea, taquicardia, trombocitopenia, epistaxis y heces sanguinolentas, mientras que los cuadros crónicos presentan depresión, pérdida de peso, anemia, hemorragias petequiales en membranas mucosas, incluso lesiones oftálmicas; sin embargo, muchos caballos pueden ser asintomáticos llegando a ser únicamente portadores de este virus. Los caballos infectados son portadores de por vida, lo que limita drásticamente las opciones de manejo, por lo que solo se puede optar por dos soluciones: el aislamiento total del equino o el sacrificio [2].

La AIE está distribuida en todo el mundo; el virus que la ocasiona ha sido notificado en América del Norte, Estados Unidos y Canadá, pero parece estar ausente en algunos países, tales como Islandia y Japón [2]. Esta enfermedad también ha sido descrita en algunos países de Sudamérica y Centroamérica, donde fueron detectados algunos casos por infección [3].

En Sudamérica se registró una prevalencia combinada del 13,1 % (IC 95 %: 11,1-15,2), mientras que en Centroamérica y el Caribe fue de 9,0 % (IC 95 %: 3,50-16,6). Asimismo, se evidenció que durante el periodo 2010-2016 la prevalencia combinada alcanzó el 16,3 % (IC 95 %: 11,7-21,5), cifra superior a la observada en

los años 2017-2021, con 6,6 % (IC 95 %: 0,52-0,81). Por otro lado, se identificó una mayor prevalencia en mulos, 20,7 % (IC 95 %: 7,1-37,9), en comparación con los asnos, 0,03 % (IC 95 %: 0-9,2), y los caballos, 12,6 % (IC 95 %: 11-14,3) [3].

En Ecuador, AGROCALIDAD ha reportado una prevalencia del 4,6 % para septiembre – diciembre del año 2011.

Al estar en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), esta enfermedad requiere de medidas de control como la cuarentena de animales y la eliminación de los individuos infectados. En Ecuador, el control de esta enfermedad depende de AGROCALIDAD, a través del asesoramiento técnico y aplicación de las medidas recomendadas en el Artículo 1.2.3 del Código Sanitario para los Animales Terrestres [4].

Existen algunos estudios de AIE en el país, así en la provincia de Imbabura en una investigación llevada a cabo en 144 muestras recolectadas entre septiembre y diciembre del 2011 no se encontraron casos positivos, sin embargo los datos oficiales de AGROCALIDAD para el periodo de septiembre – diciembre del 2010, reportaron 22 positivos de 479 animales muestreados, con una incidencia de 4,59 % y una prevalencia de 4,60 %, y para el siguiente periodo de enero a septiembre del 2011 se evidenció un positivo de 203 animales muestreados, con una incidencia de 0,45 % y una prevalencia de 0,49 % [5].

En otro trabajo en 150 muestras de hatos caballares en la hoya de Loja, Freire (2012) [6] determinó que la enfermedad en la zona es inexistente. Mientras que un estudio desarrollado en 13 predios de los cantones: Guano, Penipe, Chambo y Riobamba, pertenecientes a la provincia de Chimborazo, se encontraron dos animales positivos (1,69 %) en el cantón Guano utilizando la prueba de Coggins [7].

Con estos antecedentes, el principal objetivo de este estudio fue analizar la distribución espacial de la anemia infecciosa equina en Ecuador utilizando datos del Servicio Veterinario Oficial en Ecuador (SVO), reportados durante el periodo 2020-2023. El análisis busca proporcionar información pertinente a propietarios, técnicos

de servicios oficiales como veterinarios de práctica privada, personal de secretaría, de ganaderos, estudiantes y asociaciones de caballistas con la finalidad de incrementar el entendimiento y comprensión de los factores que contribuyen la distribución espacial de la enfermedad y asegurar que las decisiones de control estén mejor sustentadas teniendo en cuenta la investigación científica.

II. METODOLOGÍA

Lugar de ejecución del proyecto

La presente investigación se realizó utilizando la información de la base de datos de AIE de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), la cual incluye información de las 23 provincias de las regiones: Costa, Sierra y Amazonía, a excepción de la región insular, desde el año 2020 hasta 2023 (Fig.1).

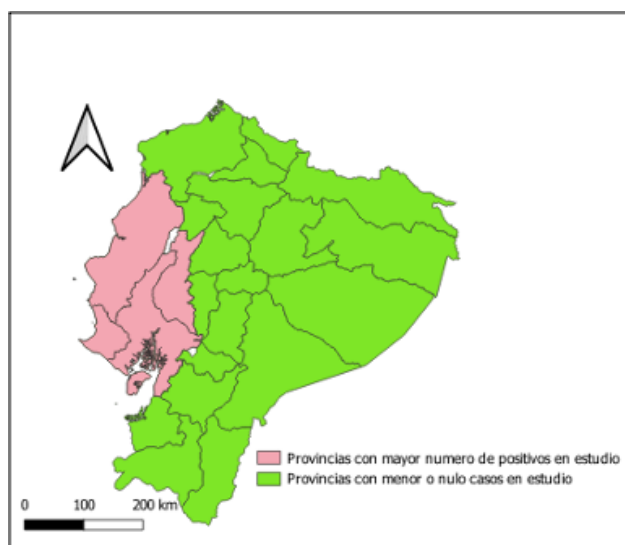


Fig. 1. Mapa de Ecuador continental: Región donde se representa el mayor y menor número de casos positivos de AIE.

Diseño de la investigación

Este estudio fue observacional de tipo ecológico

en el que se determinaron los patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en Ecuador continental.

Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

La población de estudio de esta investigación estuvo constituida por los casos confirmados de AIE del Sistema de información zoonosanitaria Ecuador (SIZSE) de AGROCALIDAD. El número total de casos fue de 1901; los datos estuvieron distribuidos por provincia y cantón, en el periodo de enero de 2020 a diciembre de 2023.

Análisis estadístico

Se empleó un modelo de probabilidad de Poisson para llevar a cabo los estudios retrospectivos y prospectivos, identificando zonas con tasas de agregación elevadas y bajas por años. Se realizaron análisis con el 25 % y 50 % de la población en riesgo utilizando el programa SaTScan (versión 10.1 disponible de manera gratuita, <http://www.satscan.org>), el cual se usa frecuentemente para identificar aglomeraciones de espacio y tiempo en los ámbitos de la salud pública [8], mientras que para la creación de mapas se empleó el programa de sistemas de información geográfica Qgis V 3.22.4.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotes de Anemia infecciosa equina en Ecuador Continental

Los datos de esta enfermedad en el sistema de información zoonosanitaria del Ecuador mostraron, durante el periodo de 2020 a 2023, un total de 156 casos positivos. La distribución geográfica de estos casos positivos fue de 137 (87,82 %) en la región costa, seguida de 18 (11,54 %) en la región sierra y de 1 (0,64 %) en la Amazonía. El número de casos positivos de AIE distribuidos por región y año se describe a continuación en la Tabla 1.

TABLA 1. NÚMERO DE CASOS POSITIVOS A AIE POR REGIONES Y AÑO EN ECUADOR CONTINENTAL

Año	Costa	Sierra	Amazonía	Total
2020	12	10	0	22
2021	25	5	0	30
2022	65	0	0	65
2023	35	3	1	39
			Total	156

Al comparar el porcentaje de casos de AIE entre las tres regiones mediante la prueba de χ^2 , se evidenció una diferencia estadística ($p < 0,001$). La región Costa predomina sobre el resto (Tabla 2). En cuanto a los casos por provincia durante el periodo 2020 – 2023, en la Tabla 3 se observa que el mayor porcentaje corresponde a las provincias de Guayas (48,72 %), Los Ríos

(13,46 %) y Manabí (8,33 %), pertenecientes a la región costa. De la misma forma, se determina que la provincia de Chimborazo ha reportado el mayor porcentaje de casos (7,05 %), seguida de Pichincha con 4,49 % y Cotopaxi con 2,56 % en la sierra y el 0,64 % en la provincia de Pastaza en el Oriente ecuatoriano.

TABLA 2. COMPARACIÓN DE CASOS DE AIE POR REGIÓN DESDE EL AÑO 2020 AL 2023

Características	Costa	Oriente	Sierra	Chi-q	p valor
Número de casos	137	1	18	189753	0.001
%	87.82	0.64	11.54		

TABLA 3. CASOS POR PROVINCIA DE TODAS LAS NOTIFICACIONES INGRESADAS ENTRE LOS AÑOS 2020 – 2023

Regiones	Provincias	Positivos	Negativos
Región Sierra	Azuay	0	574
	Cañar	3	109
	Carchi	0	44
	Chimborazo	11	152
	Cotopaxi	4	0
	Imbabura	2	1
	Loja	0	46
	Pichincha	7	11
	Tungurahua	0	37
Región Costa	El Oro	5	82
	Esmeraldas	1	5
	Guayas	76	282
	Los Ríos	21	30
	Manabí	13	151
	Santa Elena	12	6
Región Amazónica	Morona Santiago	0	25
	Napo	0	8
	Orellana	0	28
	Pastaza	1	2
	Sucumbios	0	10
	Zamora Chinchipe	0	11

Estos resultados coinciden con lo reportado por Vallejo et al. [3], quienes evidencian la presencia de anemia infecciosa equina en diversos países de Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. En Brasil, por ejemplo, se ha reportado la presencia de AIE en la región del Pantanal, con un 52 % de casos positivos, y en el estado de Bahía, con un 25,58 % [9,10]. En Argentina, específicamente en la provincia de Santa Fe, se documentó una prevalencia del 44,1 % de animales infectados [11], mientras que en Guatemala la prevalencia fue del 19,3 % [12]. Asimismo, Carvelli et al. [13]

señalaron la presencia de esta enfermedad en Italia, con un 0,18 % de casos positivos durante el período 2007-2012. En Rumanía, entre 2010 y 2014, se reportaron prevalencias anuales del 0,25 %, 0,48 %, 0,28 %, 0,29 % y 0,12 %, respectivamente [14].

Análisis retrospectivo de conglomerados de anemia infecciosa equina en Ecuador continental

El análisis retrospectivo espacial, utilizando una ventana temporal mensual y considerando el 50 % de la población en riesgo, identificó dos grupos estadísticamente significativos ($p < 0,05$), como se indica en la Tabla 4. El primer clúster estuvo compuesto por las provincias de la costa del Ecuador: Guayas, Santa Elena y Los Ríos, abarcando un período de 48 meses desde el 1 de enero de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2023. En estas provincias, según datos del

INEC, se identificaron 25 175 equinos, con 8,4 casos esperados y un valor estadísticamente significativo ($p < 0,0001$). El segundo clúster correspondió únicamente a la provincia de Santa Elena durante 12 meses, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020, con una población equina de 79 animales y solo 0,01 casos esperados, siendo también significativo ($p < 0,01$) (Fig. 2). Estos resultados coinciden con lo reportado por An et al. [15], los cuales identificaron cinco clústeres significativos con áreas de alta incidencia concentradas en regiones con altas temperaturas como el sureste de Francia y el

TABLA 4. ANÁLISIS ESPACIAL RETROSPECTIVO CON EL 50 % DE LA POBLACIÓN EN RIESGO

Clúster ID	Tiempo inicio	Tiempo Fin	Radio	Población INEC	Número de casos	Casos esperados	Casos anuales/ 100000	Observado/ Esperado	Riesgo relativo	Relación de probabilidad logarítmica	p valor
1	1/1/2020	31/12/2023	145.65	25 175	66	8.4	131.2	8.01	14.18	8.10	< 0.0001 *
2	1/1/2020	31/12/2020	0	79	2	0.01	2 526.4	154.28	156.49	0.01	0.01 *

*Estadísticamente significativo

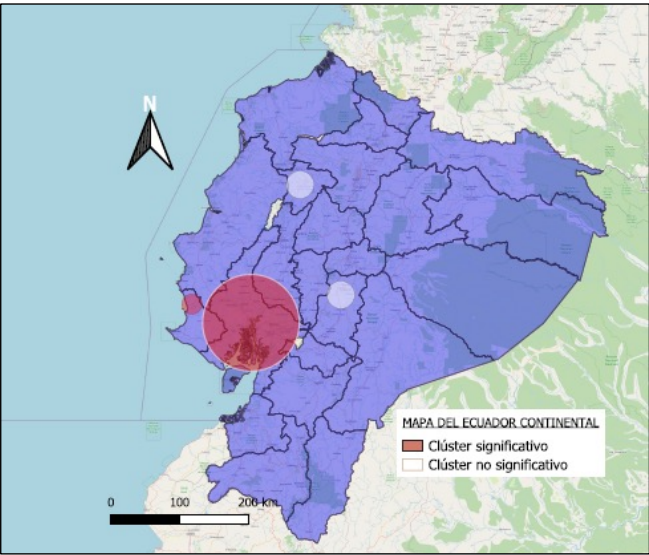


Fig.2. Análisis de clústeres prospectivos espacio-temporales entre 2020 y 2023: se centra en el 50 % de la población en riesgo.

noroeste de Italia. No obstante, difieren de los hallazgos de Da-Silva et al. [16], quienes analizaron tendencias temporales en Brasil durante 18 años (2006-2023), destacando tres clústeres de alto riesgo en las regiones Nordeste (39,75 %), Centro-Oeste (27,56 %) y Norte (20,95 %), donde la alta densidad equina se correlaciona con la ocurrencia de casos.

Estos resultados sugieren que, además de la densidad poblacional, factores ambientales como la temperatura y la precipitación anual también desempeñan un papel determinante [17]. En línea con estos hallazgos, Borges et al. [9] reportaron una mayor prevalencia en áreas inundables del municipio de Poconé, Brasil (85,7 %), en comparación con áreas no inundables (9,1 %), enfatizando el papel crucial de factores climáticos y vectores hematófagos como tábanos y diversas moscas en la transmisión de AIE [19]. Reyes [19] también destacó que las provincias costeras ecuatorianas, con climas cálidos, alta humedad y áreas propensas a inundaciones estacionales, presentan una alta incidencia de esta enfermedad.

Por otra parte, el análisis espaciotemporal de agregación en meses con un 50 % de la población en riesgo dio como resultado un clúster estadísticamente significativo ($p < 0,05$), como se indica en la Tabla 5. El conglomerado (clúster 1) formado tuvo un alto número de casos, ubicados en el centro oriente del país, en la región sierra y amazónica que comprenden las provincias de Pastaza, Orellana, Morona Santiago, Napo, Tungurahua, Sucumbíos, Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Cañar, Pichincha, Imbabura y Azuay, con una extensión de radio

de 29 078 Km² durante el periodo comprendido entre 1 de enero de 2021 al 31 de diciembre 2023. Tuvo una población equina de 90 946 y 29,77 casos esperados con un valor de $p < 0,001$ (Fig. 3).

Estos patrones difieren a los reportados en Brasil por Bezerra et al. [21], que identificaron conglomerados de casos en diversas regiones fronterizas de los estados del Nordeste de Brasil: Ceará, Paraíba, Pernambuco y Río

TABLA 5. ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL RETROSPECTIVO CON 50 % DE LA POBLACIÓN EN RIESGO

Clúster ID	Tiempo inicio	Tiempo Fin	Radio	Población INEC	Nº de casos	Casos esperados	Casos anuales /100000	Observado /Esperado	Riesgo relativo	Relación de probabilidad logarítmica	p valor
1	1/1/2021	31/12/2023	290 78	90 946	6	29.77	3.3	0.20	0.17	16 531 202	0.001 *
2	1/1/2021	31/12/2023	0	46 072	3	7.54	6.5	0.40	0.38	1 851 176	0.863

*Estadísticamente significativo

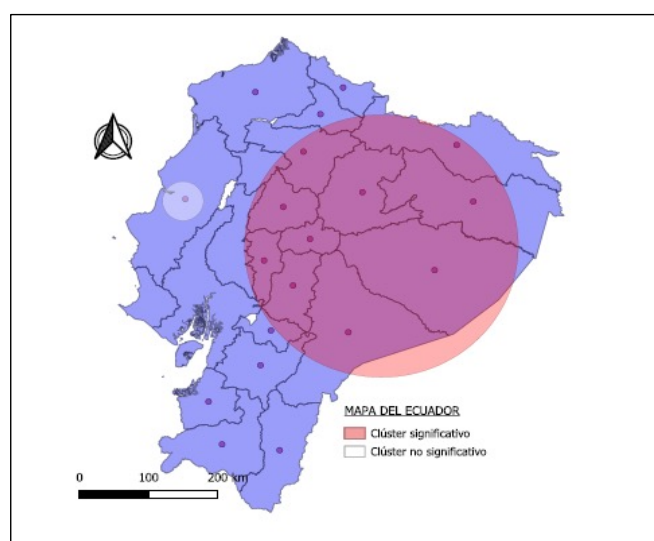


Fig.3. Mapa de Ecuador Continental con clústeres significativos y no significativos.

Grande do Norte, con porcentajes de 1,22 % de presencia de la enfermedad en la temporada seca de 2017, y entre el 0,03 % y el 1,69 % en la temporada de lluvias de 2018. Durante el periodo seco de 2018 se registró una tasa de ocurrencia de la enfermedad de 1,32 %. En este sentido, el cambio climático global que es el resultado de la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente por el consumir combustibles fósiles y su acumulación en la troposfera y fenómenos climáticos como el del Niño, puede aumentar la temperatura entre 1 °C y 4,6 °C [22]. Esto podría alterar la distribución y el comportamiento biológico de los organismos vectores y los huéspedes intermediarios, amplificadores o reservorios, así como la viabilidad y las tasas de maduración de los agentes infecciosos responsables de

ciertas enfermedades que afectan a los equinos, especialmente aquellas transmitidas por vectores [23].

IV. CONCLUSIONES

Durante el periodo 2020-2023, el Sistema de Información Zoosanitaria del Ecuador registró un total de 156 casos positivos de anemia infecciosa equina, con altos porcentajes en la región Costa, seguida por la región Sierra y, por último, la región Amazónica. Lo que sugiere que la región costera es el principal foco de la enfermedad, posiblemente debido a factores como condiciones ambientales favorables para el desarrollo de los vectores y mayor movilidad animal.

Existe una correlación espacial entre el número de casos y las provincias de la región costa, lo que evidencia patrones de agrupación entre los lugares. Esto proporciona información crucial que no solo contribuye al entendimiento espacial de la AIE, sino que también puede ser fundamental para el diseño de estrategias de vigilancia y control sanitario, mejorando así la capacidad de intervención en la región y optimizando las medidas preventivas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario-AGROCALIDAD y a los académicos de la Universidad Nacional de Loja, por su valiosa colaboración y apoyo en esta investigación.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores aseguran que no tienen conflictos de interés que declarar.

REFERENCIAS

- [1] Stringer A. Infectious Diseases of Working Equids. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2014;30(3):695-718.
- [2] Spickler AR. Equine Infectious Anemia [Internet]. Ames: The Center for Food Security and Public Health; 2022 [citado 2024 jun 10]. Disponible en: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/equine_infectious_anemia.pdf
- [3] Vallejo R, Zambrano M, Delgado R, Vera R, Rodríguez O, Perez M. Prevalencia de anemia infecciosa equina en Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. *Rev Salud Anim.* 2021;4(2):11.
- [4] OMSA. Anemia Infecciosa Equina. Manual de la Organización Mundial de Sanidad Animal sobre animales terrestres. 2019;1(3.6.6).
- [5] Murillo J. Estudio epidemiológico de anemia infecciosa equina en Imbabura [Tesis]. Cotopaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2012.
- [6] Freire J. Diagnóstico de anemia infecciosa equina mediante el test de Coggins en Loja [Tesis]. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2012.
- [7] Zapata J. Prevalencia de anemia infecciosa equina en Chimborazo [Tesis]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013.
- [8] Kulldorff M, Heffernan R. A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS Med.* 2005;2(3):e59
- [9] Borges A, Silva L, Nogueira M, Oliveira A, Segri N, Ferreira F, et al. Prevalence and risk factors for equine infectious anemia in Brazilian Pantanal. *Res Vet Sci.* 2013;95(1):76-81.
- [10] Araújo J, Nunes J, Da-Silva I, Queiroz B, Torres P, Abreu A. Equine infectious anemia in Bahia, Brazil. *Arq Inst Biol.* 2023;90.
- [11] Ricotti S, García M, Veaute C, et al. Occult equine infectious anemia virus infections. *Vet Microbiol.* 2016;187:41-9.
- [12] Milián-Belloso S, Lepe-López M, Godoy E. Estudio serológico de AIE en Petén, Guatemala. *Rev Investig Vet Peru.* 2024;35(6).
- [13] Carvelli A, Nardini R, Carnio A, et al. Equine Infectious Anaemia Surveillance in Italy. *Transbound Emerg Dis.* 2024;1:13.
- [14] Bolfa P, Barbuceanu F, Leau S, Leroux C. Equine infectious anaemia in Europe. *Equine Vet J.* 2015;48(2):140-2.
- [15] An Q, Li Y, Sun Z, Gao X, Wang H. Spatiotemporal analysis of EIA in Europe. *Prev Vet Med.* 2024;230.
- [16] Da-Silva V, Barreto D, Carvalho J, et al. Clusters of high transmission risk for EIA in Brazil. *Res Vet Sci.* 2025;189.
- [17] Machado G, Corbellini L, et al. Impact of horse movement regulations on equine diseases. *Prev Vet Med.* 2021;190.
- [18] Malik P, Singha H, Sarkar S. Equine Infectious Anemia. En: Bayry J, editor. *Emerging Diseases of Livestock.* Cham: Springer; 2017. p. 215-35.
- [19] Reyes J. Temperatura y precipitación en el perfil costero ecuatoriano, 2018. *Acta Oceanogr Pacíf.* 2019;23(1).
- [20] Bezerra C, Anjos D, et al. Prevalencia y distribución espacial de EIAV en Brasil. *Acta Sci Vet.* 2021;49.
- [21] Benavidez H, León G. Gases de efecto invernadero y cambio climático [Internet]. IDEAM; 2007 [citado 2024 jun 10]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

- [22]Timoney P. Factors Influencing the International Spread of Equine Diseases. Vet Clin North Am Equine Pract. 2017;16(3):537-51.
- [23]Ochoa D. Patrones espaciales de AIE en Ecuador [Tesis]. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2025.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN PERROS DOMÉSTICOS DE CALCETA, MANABÍ, ECUADOR: IMPORTANCIA DE LA DESPARASITACIÓN FRECUENTE

PREVALENCE OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN DOMESTIC DOGS FROM CALCETA, MANABÍ, ECUADOR: IMPORTANCE OF FREQUENT DEWORMING.

Rodríguez Heredia, Alanís Laisha^a; Salazar Hernández, Melanny Daniela^a; Zambrano Pazmiño, Diego Efrén^{a*}

^a Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel, Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador.

*Autor de correspondencia: diego.zambrano@espam.edu.ec

Resumen

Los perros (*Canis lupus familiaris*) son portadores de diversas enfermedades zoonóticas, y la parasitosis intestinal es una de las más comunes. Debido al riesgo de transmisión de parásitos entre los perros y humanos, es indispensable implementar medidas eficaces de prevención y control. El propósito del presente estudio fue evaluar la prevalencia de nemátodos y céstodos en perros domésticos de la ciudadela Santa Martha, Calceta, Manabí, Ecuador, y determinar la influencia de la frecuencia de desparasitación en el control de estas infecciones. El estudio fue descriptivo y transversal, desarrollado entre enero y junio de 2025, en el que se entrevistó a 93 dueños de perros en sus viviendas. Se completó una encuesta que recopiló información sobre la raza, sexo, edad y frecuencia de desparasitación de los perros, y se tomó una muestra de heces de un perro en cada vivienda. Las muestras fueron procesadas mediante la técnica coproparasitoscópica simple de flotación para identificar las especies de helmintos presentes. En los 93 perros estudiados, se observó una prevalencia general de parasitosis de 12,9% (12/93) (IC95% 7,0 – 21,6) con *Toxocara canis* presente en todos los perros parasitados, mientras que *Dipylidium caninum* se detectó en 41,7% (5/12) (IC95% 15,3– 71,5) de los animales en coinfección con el nemátodo. La edad, el sexo o

la raza no mostraron relación significativa con la prevalencia de parasitosis ($p>0,05$). Sin embargo, esta fue mayor en perros que no recibieron desparasitación, 87,5% (7/8) (IC95% 48,7 – 99,7) en comparación con aquellos que la recibieron al menos una vez al año, 5,9% (5/85) (IC95% 2,1 – 13,3). Se concluye que, si bien la frecuencia de desparasitación no difiere significativamente entre los esquemas trimestrales, semestrales o anuales, se recomienda la desparasitación periódica con rotación de desparasitantes, además de educar a los propietarios sobre prácticas de manejo de la salud.

Palabras clave: Cestoda; *Dipylidium caninum*; Nematoda; *Toxocara canis*; zoonosis.

Abstract

Dogs (*Canis lupus familiaris*) are carriers of various zoonotic diseases, including intestinal parasitosis, which is among the most common. Due to the high risk of parasite transmission between dogs and humans, it is essential to implement effective prevention and control measures. The purpose of this study was to evaluate the prevalence of nematodes and cestodes in domestic dogs from the Santa Martha neighborhood of Calceta, Manabí, Ecuador, and to estimate the influence of deworming frequency on the control of these parasitic infections. A cross-sectional and

* Correspondencia a: Diego Efrén Zambrano Pazmiño, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel, Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador. Teléfono: +593 97 865 3572; Correo electrónico: diego.zambrano@espam.edu.ec

descriptive study was conducted between January and June 2025, involving 93 dog owners who were interviewed in their homes. A survey was completed to collect information on dogs' breed, sex, age, and deworming frequency. Fecal samples from one dog from each dwelling were taken and processed using the fecal flotation technique to identify the nematode and cestode species present. Of the 93 dogs studied, a general prevalence of parasitosis of 12,9% (12/93) (95% CI 7,0 - 21,6) was observed, with *Toxocara canis* present in all parasitized dogs. *Dipylidium caninum* was detected in 41,7% (5/12) (95% CI 15,3-71,5) of dogs infested with cases of double parasitosis. Parasite prevalence was not linked to age, sex, or breed. However, it was significantly higher in dogs that were never dewormed (87,5%; 7/8; 95%CI 48.7 - 99.7) compared to those dewormed at least annually (5,9%; 5/85; 95% CI 2,1 - 13,3). It is concluded that while deworming frequency is not significantly different among quarterly, semiannual, or annual schemes, periodic deworming with a rotation of dewormers is recommended, along with educating owners on health management practices.

Keywords: Cestoda; *Dipylidium caninum*; Nematoda; *Toxocara canis*; zoonosis.

I. INTRODUCCIÓN

Los perros (*Canis lupus familiaris*) están relacionados con un amplio espectro de enfermedades zoonóticas siendo las parasitosis intestinales una de las más comunes y destacadas. Estas enfermedades pueden contagiarse de los perros a los humanos por contacto directo e indirecto, como a través de alimentos, agua, aire y suelo contaminados con larvas y huevos [1, 2]. Al respecto, Ptatscheck et al. [3] destacan que el viento puede servir como medio de dispersión de propágulos de nemátodos y otros metazoarios transportados por aire al referirse a huevos o larvas microscópicas que, al estar presentes en polvo o partículas fecales secas, pueden ser levantadas por el viento y llegar a otros lugares, donde podrían ser ingeridas o inhaladas accidentalmente por nuevos hospedadores. Es lo que estos autores denominan aeroplancton.

La parasitosis se describe como una relación simbiótica entre dos especies diferentes, en la cual el parásito depende del suministro de metabolitos del hospedero y se caracteriza por un intercambio recíproco de sustancias, lo que resulta perjudicial

para el hospedero. En este sentido, los perros pueden ser considerados hospederos definitivos, intermedios o incidentales de parásitos, lo que implica que pueden albergar diferentes tipos de parásitos que se alimentan de ellos o utilizan su cuerpo como medio para reproducirse [4].

Lyons [5] refiere que los perros domésticos y los seres humanos comparten alrededor de 60 especies de parásitos. Debido a la estrecha convivencia entre perros y humanos, existe un alto riesgo de transmisión mutua y, además, los perros pueden propagar diversos virus y bacterias. Shiroma [6] y Aguillón-Gutiérrez et al. [7] mencionan que la presencia de heces de perros en áreas compartidas con humanos y otros animales domésticos, expone a las personas a parasitosis zoonóticas. Al respecto, Navas Rea [8] en un estudio efectuado en Guaranda (provincia de Bolívar, Ecuador), destaca el riesgo de contagio hacia los niños debido a la alta prevalencia (68%) de parásitos en heces de perros examinadas en parques infantiles, las cuales contenían nematodos en un 67% y 1% céstodos, en particular los nemátodos *Strongyloides stercoralis* (38%), *Ancylostoma caninum* (27%) y *Uncinaria stenocephala* (31%), *Toxocara canis* (3%) y el céstodo *Dipylidium caninum* (1%).

Alvarado-Borja et al. [9] aseguran que a pesar de la amplia disponibilidad de medicamentos efectivos y las medidas de control implementadas por los propietarios y los veterinarios, las infecciones por parásitos intestinales siguen siendo comunes en los perros. Las resistencias parasitarias también se deben a factores ambientales que influyen y deben controlarse para disminuir la prevalencia de parasitosis intestinal. Al respecto, Encalada et al. [10] indican que, no obstante, los grandes esfuerzos por erradicar este tipo de parásitos, siguen siendo un grave problema de salud que afecta tanto a mascotas en países desarrollados como en los países en vía de desarrollo donde las prácticas o controles de salud son insuficientes.

Los parásitos gastrointestinales son organismos que pueden residir en distintas áreas del aparato digestivo, aunque muestran una preferencia particular por el intestino, donde pueden causar signos y lesiones que van desde ligeras hasta severas, según la intensidad de la infestación. Entre los cuadros clínicos más comunes se encuentran la deshidratación, la diarrea, la emesis e incluso síntomas respiratorios como la

secreción nasal, la tos y, en ocasiones, cuadros crónicos de anorexia y anemia. Los perros pueden presentar cambios en su pelaje y desnutrición debido a alteraciones del metabolismo proteico, a la reducción de minerales y a la depresión del funcionamiento enzimático [11]. En cánidos, se han identificado varios tipos de parásitos gastrointestinales, incluidos protozoarios, acantocéfalos, nemátodos y céstodos, cada uno con características y efectos específicos sobre la salud del hospedero [12]. Entre los diversos factores que pueden contribuir a una mayor exposición y propagación de cargas parasitarias en los perros se encuentran: las variaciones estacionales, la ruralidad, la alimentación con residuos domésticos de animales, el hacinamiento canino y la falta de control veterinario que contribuya a la prevención de parásitos [13].

Entre las parasitosis más comúnmente reportadas en Ecuador, están las causadas por nemátodos (Animalia: Nematoda) y céstodos (Animalia: Platyhelminthes: Cestoda) [2]. La toxocariasis es una parasitosis de distribución global, originada principalmente por el nemátodo *Toxocara canis* (Werner, 1782) que afecta a perros, *Toxocara cati* Schrank, 1788 en gatos y zorros, y la *Toxascaris leonina* Linstow, 1902, que afecta a carnívoros en general. Este parásito puede causar zoonosis con un impacto clínico significativo, siendo *Toxocara canis* el parásito más relevante por su capacidad de causar enfermedades graves en perros y humanos [14]. Al respecto, Aspiazu y Salcedo [15] reportaron una prevalencia de *Toxocara canis* de 31,8% en perros domésticos en Daule (provincia de Los Ríos, Ecuador), mientras que Coello Peralta et al. [2] encontraron un valor de 36,6% en la prevalencia de este parásito en perros domésticos de Milagro (provincia de Guayas, Ecuador).

En lo que respecta a la Dipilidiosis causada por el céstodo *Dipylidium caninum* (Linnaeus, 1758), Rousseau et al. [16] indican que esta enfermedad suele ser subdiagnosticada. Además, Cisneros et al. [17] reportan que es la parasitosis más prevalente y que su transmisión es a través de un ciclo indirecto, debido a que se requiere de un hospedador invertebrado intermedio infestado, ya sea una pulga o piojo, que debe ser ingerido por los hospedadores definitivos, generalmente carnívoros, pero que también puede afectar a humanos. La prevalencia observada de esta parasitosis entre perros domésticos con dueño en Ecuador fue del 1% en Daule [2] y del 24%

en Guayaquil [18], mientras que en muestras de heces de perros ferales se reportó una prevalencia del 4% [19].

Los perros infectados pueden actuar como hospederos definitivos, diseminando continuamente parásitos en el medio ambiente, tanto en el hogar como en las calles y áreas de juego. Por ello, los propietarios deben adoptar medidas higiénicas para limitar la carga de infección y enfermedad, tanto en el hogar como en las áreas frecuentadas por las mascotas, incluyendo exámenes coprológicos de rutina a las mascotas [20]. Según Plúas y Sánchez [21], en Ecuador se han planteado leyes y reglamentos, con el fin de regular la propiedad y responsabilidad de los dueños de mascotas debido a que, en las zonas de la Región Costa fundamentalmente, las enfermedades zoonóticas están ocupando el tercer lugar, con un 27,9% de prevalencia entre mascotas domésticas. Esto es debido principalmente al contacto con animales infectados o con sus desechos, que se encuentran comúnmente en calles y parques de zonas urbanas, y, seguidamente, por la ingesta de agua contaminada.

En consecuencia, en la presente investigación se determinó la prevalencia de parásitos gastrointestinales en perros domésticos con dueño en la ciudadela Santa Martha de Calceta (provincia de Manabí, Ecuador), y se analizó si la frecuencia de desparasitación influye en dicha prevalencia. Se plantea que los perros con menor acceso a programas de control veterinario regular, influenciados por factores socioeconómicos, presentan una mayor incidencia de parasitosis intestinal. En el estudio no se incluyeron muestras de perros domésticos ferales.

II. METODOLOGÍA

Localidad y duración del estudio

La investigación se desarrolló en la ciudadela Santa Martha, Calceta (provincia de Manabí, Ecuador) (0°50'32" S, 80°10'10" O), una región caracterizada por un clima tropical seco y poblaciones mixtas urbano-rurales. El muestreo tuvo lugar entre febrero y abril de 2025.

Criterios de inclusión y exclusión

La muestra evaluada incluyó perros domésticos confinados en residencias de la ciudadela, con historial médico disponible y cuyos propietarios consintieran su participación en el estudio. Fueron excluidos perros domésticos que habían sido tratados con antiparasitarios en el mes previo al estudio, así como aquellos animales sin muestras fecales adecuadas, o los que carecieran de dueño y estuvieran deambulando libremente por la ciudad (ferales).

Población y muestra

La población objetivo incluyó a 122 familias que componen a la ciudadela Santa Martha del municipio de Calceta, de acuerdo con el censo de 2020 [22]. De esta población finita, se estimó una muestra a evaluar de casas, de acuerdo con la siguiente ecuación (Arias) [23]:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1-p) \cdot N}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p(1-p)} \quad (1)$$

Donde $Z = 1,96$, $p = 0,5$, $N = 122$ y considerando un error (e) de 0,05, con un número muestral de 93 casas. Las casas se seleccionaron una a continuación de la otra. En cada casa visitada, se tomaron las características biológicas y la muestra de heces de un perro. Si había más de uno, se seleccionaba al azar el destinado para recabar la información biológica del animal y la muestra de heces. Si no había algún perro en la casa, se continuaba con la casa siguiente, hasta completar la muestra de 93 ejemplares.

Variables en estudio

Se consideraron las variables biológicas de los perros tales como la raza, sexo, edad y la frecuencia con la que fueron desparasitados como variables independientes, y como variable dependiente la presencia o ausencia de parásitos intestinales.

Diseño de estudio

El estudio fue descriptivo y transversal. Se utilizó un enfoque mixto que combinó el análisis cuantitativo y la selección aleatoria de una muestra de la población canina en la localidad

de estudio, para estimar las prevalencias parasitarias intestinales y evaluar su relación con las variables asociadas. Se aplicaron encuestas estructuradas para recopilar información sobre las características biológicas de los perros y las prácticas con las que fueron manejados (frecuencia de desparasitación). El protocolo de muestreo no involucró el uso de sustancias químicas en los animales cuyas heces fueron evaluadas, ni representó riesgo para los animales o para sus dueños, de acuerdo con las especificaciones del artículo 18.2.7 sobre los proyectos para la investigación con animales Agrocalidad [24].

Recolección de muestras

Se utilizó la técnica de recolección de muestras para el análisis coproparasitológico. La recolección se realizó utilizando frascos estériles de boca ancha y siguiendo procedimientos de bioseguridad por parte de los recolectores de muestras de heces, como el uso de mandil, mascarilla y guantes, y el gel antibacterial para la desinfección de las manos antes y después de la toma de las muestras. Se limpió el área perianal del perro antes de la toma de la muestra para evitar la contaminación cruzada. Las muestras fueron etiquetadas con códigos únicos para garantizar su trazabilidad, y se transportaron en contenedores isotérmicos con hielo ($<4^\circ\text{C}$) al laboratorio, donde se procesaron en un plazo máximo de 24 h.

Análisis de laboratorio

Para la obtención de huevos de helmintos de cada muestra de heces, se utilizó la técnica coproparasitoscópica de flotación simple de Willis [25]. Para ello, se mezcló una porción de aproximadamente 1 g de heces con 10 mL de solución saturada (6 M) de NaCl en tubos de ensayo. Seguidamente, se agitó la muestra para homogeneizarla, rompiendo los grumos de heces y liberando los posibles huevos de parásitos contenidos en ella. A continuación, se tomó una gota de la superficie del sobrenadante, se colocó en un portaobjetos, con su respectivo cubreobjetos, y se examinó bajo el microscopio compuesto para identificar los huevos de nemátodos y céstodos que pudieran estar presentes. La identificación de los huevos de parásitos se realizó según su morfología, según Sohn & Chai [26].

Análisis estadístico

La prueba chi-cuadrado (X^2) se usó para evaluar las asociaciones categóricas a un nivel de significancia de $p=0,05$. Para realizar los análisis, se utilizó el software estadístico SPSS (versión 25).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la muestra total, el 12,9% (12/93) arrojaron resultados positivos a la presencia de parasitosis intestinales. Se encontró *Toxocara canis* en todos los perros que mostraron signos positivos a la presencia de parásitos. *Dipylidium caninum* fue observado en 5 animales en los que se encontró co-infección con *Toxocara canis* (prevalencia de 5,4% o 5/93).

Las edades en la muestra analizada de 93 perros estuvieron comprendidas entre 1 mes y 15 años, y fueron considerados en dos categorías, menores a 1 año o mayores a esta edad. La prevalencia de parasitosis no difirió (Prueba X^2 , $p=0,07$), entre grupos etarios de perros (Tabla 1).

TABLA 1. PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINAL SEGÚN SU GRUPO ETARIO

Grupo etario	Positivos			Negativos			Total
	No.	%*	IC 95%	No.	%*	IC 95%	
< 1 año	5	41,6 ^a	14,3 – 70,8	16	19,8 ^a	12 – 30,3	21
>1 año	7	58,3 ^a	29,2 – 85,7	65	80,2 ^a	69,7 – 88,0	72
Total	12			81			93

* Superíndices semejantes en columnas indican diferencia no significativa

No se observaron diferencias significativas en la prevalencia de parásitos intestinales entre edades, sexos o razas de los perros domésticos (Prueba X^2 , $p>0,05$) (Tabla 2).

TABLA 2. PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINAL SEGÚN SU SEXO Y RAZA

Tabla 2. Prevalencia de parasitosis intestinal según su sexo y raza.

Sexo / raza	Positivos			Negativos			Total
	No.	%*	IC 95%	No.	%*	IC 95%	
Macho	5	41,6 ^a	14,3 – 70,8	37	45,7 ^a	36,0 – 58,3	42
Hembra	7	58,3 ^a	29,2 – 85,7	44	54,3 ^a	42,7 – 65,0	51
Mestizo	6	50,0 ^a	20,0 – 77,3	38	46,9 ^a	36,0 – 58,3	44
Raza definida	6	50,0 ^a	20,0 – 77,3	43	53,1 ^a	41,7 – 64,0	49
Total	12			81			93

* Superíndices semejantes en columnas indican diferencia no significativa

El empleo de planes de desparasitación mostró un efecto altamente significativo (Prueba X^2 , $p<0,001$) sobre la parasitosis intestinal de los perros domésticos (Tabla 3). Los animales que nunca contaron con un plan de desparasitación presentaron una alta prevalencia de parásitos intestinales (87,5%). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la prevalencia de parasitosis intestinal en perros sometidos a planes trimestral, semestral o anual de desparasitación (Prueba X^2 , $p>0,05$).

TABLA 3. PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINAL SEGÚN SU CONTROL DE DESPARASITACIÓN

Tiempo de control	Positivos			Negativos			Total
	No.	%*	IC 95%	No.	%*	IC 95%	
Trimestral	1	2,5 ^b	0,3 – 10,3	40	97,5 ^b	89,7 – 99,7	41
Semestral	0	0 ^b	0 – 11,3	28	100,0 ^b	88,7 – 100	28
Anual	4	25,0 ^b	7,4 – 9,8	12	75,0 ^b	50,2 – 92,6	16
Nunca	7	87,5 ^a	48,7 – 99,7	1	12,5 ^a	0,3 – 51,3	8
Total	12	12,9	7,0 – 21,6	81	87,1	78,4 – 93,0	93

* Superíndices semejantes en columnas indican diferencia no significativa

La prevalencia de parásitos intestinales observada fue de 12,9% en las muestras heces de perros domésticos con dueño de la localidad de estudio, Calceta (provincia de Manabí, Ecuador). Se puede considerar una prevalencia de parasitosis moderada, comparable a la encontrada por Grijalva et al. [4] en Quito (28%), pero muy por debajo del valor reportado por Plúas y Sánchez [21] en Guayaquil (74,8%) o por Shiroma [6] en Lima, Perú (97,3%). Se evidencia que aun siendo perros domésticos los considerados en estos estudios, la alta prevalencia en algunas localidades refleja no solo posibles efectos ambientales que pueden afectar la transmisión de los parásitos entre los perros y el ambiente donde viven, sino también la actitud de los dueños por desparasitar a sus mascotas.

No se evidenciaron cambios significativos en la prevalencia de parásitos intestinales al considerar la raza, edad o el sexo de los perros. De manera similar, Carrasco-Sangache et al. [27] no encontraron diferencias significativas en la prevalencia de parasitosis intestinal en 506 perros domésticos en San Miguel (provincia de Bolívar, Ecuador), entre razas o sexos, pero

sí con la edad, pues animales menores a 1 año presentaron tasas más elevadas de parasitosis intestinal (67,4%).

El parásito con mayor prevalencia en perros domésticos en Calceta fue *Toxocara canis* (12,9%), lo cual se asemeja a varios trabajos en algunas provincias de Ecuador y en otros países, donde este helminto ha sido reportado como recurrente y uno de los más prevalentes. Al respecto, Carrasco-Sangache et al. [27] en su estudio con perros domésticos en San Miguel (provincia de Bolívar, Ecuador) encontraron que *Toxocara* spp. mostró la mayor prevalencia (67,8%); Guerrero-Guevara [28] reporta una prevalencia de 60% de *Toxocara* spp. en perros de zonas rurales y 100% en zonas urbanas de Cuenca. En contraste, Herrera y Pujos [11] lo reportaron en Latacunga con una prevalencia de 12% en animales de un albergue canino, y con igual prevalencia encontraron a *Toxocara leonina*. Sin embargo, Pachacama [29] reporta a *Toxocara canis* en esta última localidad con prevalencia de 41 – 60%. Por su parte, Calle-Atariguana et al. [12] lo reportan en El Triunfo (23,9%) y Coello-Peralta et al. [2] en Milagro (36,6%), ambos estudios en la provincia de Guayas, Ecuador, mientras que Shiroma [6] en Lima, lo reporta con prevalencia de 18,8%.

La parasitosis por *Dipylidium caninum* encontrada en el presente estudio fue de 5,4%, y en coinfección parasitaria con *Toxocara canis*. De manera similar, Carrasco-Sangache et al. [27] reportaron que *Dipylidium* spp. se observaron junto con *Toxocara* spp., pero con mayor prevalencia (22,56%). La presencia de estos parásitos con potencial zoonótico dentro de las unidades habitacionales representa un riesgo para la salud de las mascotas y de la comunidad humana que allí habita, tal como encontraron Coello-Peralta et al. [2].

Se observó que la frecuencia de desparasitación anual o a intervalos más cortos, redujo significativamente la prevalencia de parasitosis intestinales en perros domésticos de Calceta, sin diferencia significativa entre los intervalos de desparasitación. La elevada prevalencia de parasitosis intestinal observada en el grupo de perros domésticos que no fueron desparasitados (87,5%), se compara con valores reportados en perros callejeros (76% por Lyons et al. [5]), lo cual destaca la necesidad de desparasitación

frecuente para mantener la salud de las mascotas domésticas. Estos resultados apoyan lo planteado por Duncan et al. [30] en Oklahoma, quienes también observaron mayor prevalencia de parásitos en perros domésticos que no fueron desparasitados. Estos autores también evaluaron en parques, muestras de heces caninas de origen desconocido, subrayando la elevada presencia de parásitos en ellas y el alto potencial de transmisión parasitaria hacia los perros y las personas que visitan los parques, incluyendo agentes potencialmente zoonóticos.

IV. CONCLUSIÓN

La prevalencia de parasitosis intestinales en perros domiciliarios de la ciudadela Santa Marta de Calceta (provincia de Manabí, Ecuador) alcanzó el 12,9%, con predominancia de *Toxocara canis* y, en menor medida, *Dipylidium caninum*. Esto refleja una situación epidemiológica moderada, pero que sigue representando riesgos para la salud tanto animal como humana, considerando el potencial zoonótico de ambas especies parasitarias. Aunque no se hallaron asociaciones estadísticamente significativas con variables como edad, sexo o raza, si se identificaron patrones que ameritan seguimiento especialmente en animales jóvenes o con acceso limitado a cuidados veterinarios

Los esquemas de desparasitación de mascotas desempeñan una función crucial en la prevención de infecciones. Los animales sin tratamiento antiparasitario presentaron tasas de infestación significativamente mayores. Esto resalta la importancia de prácticas sanitarias sistemáticas en el manejo de mascotas, por lo que es importante implementar programas de desparasitación, de recolección de heces en parques y calles, así como campañas de sensibilización dirigida a los propietarios sobre medidas preventivas para asegurar la sanidad de las mascotas y de las personas en la comunidad en general. Debe promoverse la consulta con médicos veterinarios quienes manejan esquemas de desparasitación periódica, así como el uso rotativo de desparasitantes acorde a resultados de laboratorio y encaminados en el tratamiento de parasitosis mixtas.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

Los autores confirman que todos los procedimientos siguieron las pautas de investigación ética y responsable utilizando animales *in vivo* para experimentos [31], y la normativa de Agrocalidad [24].

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- [1] Carrasco IRZ, Lozano JC. Heces caninas: un riesgo permanente y sin control para la salud pública. *Rev. Latinoam. Infectol. Pediatr.* 2020; 33(2): 74-77. <https://www.medigraphic.com/pdfs/infectologia/lip-2020/lip2020c.pdf>
- [2] Coello Peralta R D, Granda Estrella D, Bueno Barrera M, Rodríguez Burnham E, Parra Guayasamin S, Pazmiño Gómez B, Ramallo G. Parasitosis gastrointestinales entre humanos y sus perros domésticos en una comunidad urbano-marginal de Ecuador y riesgo en salud pública. *Acta Zool. Lilloana*. 2024; 68(2): 273-289. <https://doi.org/10.30550/j.azl/1951>
- [3] Ptatscheck C., Gansfort B., Traunspurger W. The extent of wind-mediated dispersal of small metazoans, focusing nematodes. *Scientific Reports*. 2018; 8: 6814. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24747-8>
- [4] Grijalva JC, Levy JK, Walden HS, Crawford PC, Pine WE, Hernández JA. Estimating the dog population, responsible pet ownership, and intestinal parasitism in dogs in Quito, Ecuador. *JSMCAH*. 2022; 1(1): 1-11. <https://jsmcah.org/index.php/jasv/article/view/6>
- [5] Lyons MA, Malhotra R, Thompson CW. (2022). Investigating the free-roaming dog population and gastrointestinal parasite diversity in Tulúm, México. *Plos one*. 2022; 17(10): e0276880. doi: 10.1371/journal.pone.0276880
- [6] Shiroma PL. Características de las infecciones por parásitos gastrointestinales zoonóticos en perros con dueños. *Lima-Perú. Cien Vet*, 2020; 22(2): 157-168. doi: 10.19137/cienvet202022205
- [7] Aguillón-Gutiérrez D, Meraz-Rodríguez Y, García-De-La-Peña C, Ávila-Rodríguez V, Rodríguez-Vivas R, Moreno-Chávez M. Prevalencia de parásitos en heces fecales de perros de Gómez Palacio, Durango, México. *Abanico Vet*. 2021; 11: 1-16. doi: 10.21929/abavet2021.39
- [8] Navas Rea AA. Contaminación en los parques infantiles con parásitos gastrointestinales zoonóticos de perros (*Canis lupus familiaris*) en la Parroquia Ángel Polibio Chávez Guaranda Ecuador. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, 2021.
- [9] Alvarado-Borja V, Valladares-Carranza B, Ortega-Santana C, Rivero-Pérez N, Bañuelos-Valenzuela R, Zaragoza-Bastida A, Delgadillo-Ruiz L, Velázquez-Ordoñez V. Infección por *Toxocara canis* y su importancia en la salud animal y en la salud pública: una revisión. *Salud Tecnol Vet*. 2023; 11(2): 51-66. doi: 10.20453/stv.v11i2.5134
- [10] Encalada LA, Vargas JJ, Duarte IE, García MJ. Control parasitario en perros y gatos: conocimiento sobre las principales enfermedades parasitarias en el sureste mexicano. *Rev. Invest.Vet. Perú*. 2019; 30(4):1678-1690. doi: 10.15381/rivep.v30i4.15768
- [11] Herrera D, Pujos J. Prevalencia de parásitos gastrointestinales: trematodos, nemátodos y céstodos en caninos de la Fundación Latacunga animalista, en la ciudad de Latacunga. *INCITEC*. 2021; 1(2), 104-107. <https://scholar.archive.org/work/bmt4nddgsjdi5gpuqpy4hq3pr4/access/wayback/http://incitec.institutoscanaresc/index.php/INCITEC/article/download/100/14/>
- [12] Calle-Atariguana D, Toledo KNC, Ponce VV. Factores que influyen en la presencia de nemátodos gastrointestinales zoonóticos en perros, Cantón, El Triunfo. *LATAM*. 2023; 4(2): 5217-5126. doi: 10.56712/latam.v4i2.970

- [13] Vargas LM, Prieto LD, Baquero MM, Corredor W, Alcantara-Neves NM, Jaramillo-Hernández DA. Vaccines for gastrointestinal parasites, a pillar of preventive medicine in veterinary practice: Systematic review. *Rev Investig Agrar Ambient.* 2022; 13(1), 221-251. <https://doi.org/10.22490/21456453.4544>
- [14] Becksei C, Kryda K, Thys M, Holzmer S, Bowersock L, Fernández T, León M, Reinemeyer C, Mahabir SP. Efficacy of a new oral chewable tablet containing sarolaner, moxidectin and pyrantel (Simparica Trio™) against induced ascarid infections in dogs. *Parasit Vectors.* 2020; 13: 71. doi: 10.1186/s13071-020-3950-5
- [15] Aspiazu F, Salcedo L. Determinación de la incidencia de parásitos gastrointestinales zoonóticos: *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Giardia lamblia*, *Dipylidium caninum* en caninos de la ciudad de Vinces y parroquia Antonio Sotomayor. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [16] Rousseau J, Castro A, Novo T, Maia C. *Dipylidium caninum* in the twenty-first century: epidemiological studies and reported cases in companion animals and humans. *Parasit. Vectors.* 2022; 15(1): 131. doi: 10.1186/s13071-022-05243-5
- [17] Cisneros S, Nuntón J, Alfaro R. Asociación significativa entre el endoparasitismo intestinal con la edad y la presencia de ectoparásitos en *Canis familiaris* (Linnaeus). *Manglar.* 2020; 17(1): 27-32. <https://pdfs.semanticscholar.org/b4fb/2f1b05e843fc24bf422cabcf9ee84462a96e.pdf>
- [18] Sierra Quimí FD. Prevalencia de *Dipylidium caninum* y *Ancylostoma caninum* en caninos atendidos en el consultorio Agrosierra en el sector centro de la ciudad de Guayaquil. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Guayaquil, Ecuador, 2017. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7748>
- [19] Calvopina M, Cabezas-Moreno M, Cisneros-Vásquez E, Paredes-Betancourt I, Bastidas-Caldes C. Diversity and prevalence of gastrointestinal helminths of free-roaming dogs on coastal beaches in Ecuador: Potential for zoonotic transmission. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports.* 2023; 40: 100859. doi: 10.1016/j.vprsr.2023.100859
- [20] Ahmed F, Cappai MG, Morrone S, Cavallo L, Berlinguer F, Dessì G, et al. Raw meat-based diet (RMBD) for household pets as potential door opener to parasitic load of domestic and urban environment. Revival of understated zoonotic hazards? A review. *One Health.* 2021; 13: 100327. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100327.
- [21] Plúas M, Sánchez C. Prevalencia de parásitos intestinales zoonóticos de origen canino (*Canis lupus familiaris*) en parroquias urbanas de Guayaquil-Ecuador, 2020. *Bol Mal Salud Amb.* 2021; 61(2): 195-203. doi: 10.52808/bms.7e5.612.008
- [22] INE. Número de unidades habitacionales en la ciudadela Santa Martha del Municipio Calceta, Provincia Manabí, Ecuador. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Quito, Ecuador. 2020.
- [23] Arias FG. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta ed. 2012. Caracas: Episteme.
- [24] Agrocalidad. Reglamento para la conformación, aprobación y el seguimiento de comités de ética para la investigación con animales en el Ecuador. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, Quito, 2021.
- [25] Willis HH. A simple levitation method for the detection of hookworm ova. *Med J Aust.* 1921; 2(18): 375-376. doi: 10.5694/j.1326-5377.1921.tb60654.x
- [26] Sohn W.K., Chai JY. Practical guide for the diagnosis of helminth ova in stools. *Ann Clin Microbiol.* 2024; 27(2): 49-67. doi: 10.5145/ACM.2024.27.2.3
- [27] Carrasco-Sangache V, López Vásquez W, Martínez Moreira J. Prevalence of intestinal parasites in dogs in the city of San Miguel

de Bolívar (Ecuador). J Arch Egyptol. 2020; 17(7): 14487-14494.

[28]Guerrero Guevara PS. Enfermedades zoonóticas que afectan a los perros en los casos de síndrome de Noé en la ciudad de Cuenca – Ecuador. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, 2021. <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/713b978b-d750-4c78-923c-05529bf6b906/content>

[29]Pachacama Jami MA. Comportamiento epizootológico de parásitos gastrointestinales en caninos domésticos (*Canis familiaris*) en los barrios San Rafael y El Chan del cantón Latacunga. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, 2017.

[30]Duncan KT, Koons NR, Litherland MA, Little SE, Nagamori Y. Prevalence of intestinal parasites in fecal samples and estimation of parasite contamination from dog parks in central Oklahoma. J Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2020; 19: 100362. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100362>

[31]Kilkenny C, Browne W J, Cuthill IC, Emerson M, Altman DG. (2014). Improving Bioscience Research Reporting: The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research. Animals. 2014; 4(1): 35-44. doi: 10.3390/ani4010035

ARTÍCULO CIENTÍFICO

REGISTRO DE MORTALIDAD DE ABEJAS NATIVAS ASOCIADA A FLORES DE *Spathodea campanulata* P. BEAUV., 1805 EN ECUADOR

RECORD OF NATIVE BEE MORTALITY ASSOCIATED WITH FLOWERS OF *Spathodea campanulata* P. BEAUV., 1805 IN ECUADOR

Padrón, Pablo Sebastián^{a,b}; Campaña, Madeleine^a

^a Laboratorio de Entomología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

^b Instituto Nacional de Biodiversidad del Ecuador Quito, Ecuador.

*Autor de correspondencia: sebastianpadronm@yahoo.com

Resumen

El uso ornamental del árbol tulipán africano (*Spathodea campanulata* P. Beauv., 1805) en áreas urbanas y periurbanas representa una amenaza para la biodiversidad, especialmente en países megadiversos como Ecuador. A pesar de su amplia distribución, existen pocos estudios sobre sus efectos en polinizadores nativos. Este trabajo presenta evidencia preliminar sobre la mortalidad de abejas asociada a sus flores. Se realizaron observaciones en 20 árboles distribuidos en las provincias de El Oro, Morona Santiago, Santa Elena y Zamora Chinchipe, revisando flores tanto en el dosel como caídas al suelo. En total se inspeccionaron 140 flores de 20 árboles (promedio de 7 por árbol), de las cuales 98 estaban en el árbol y 42 en el suelo. Durante las inspecciones se registraron y fotografiaron 303 abejas muertas, 262 en flores del árbol y 41 en flores caídas. Se identificaron cinco taxones de la tribu Meliponini: *Nannotrigona* sp. (15), *Scaura* sp. (9), *Trigona* sp.1 (183), *Trigona* sp.2 (75) y *Trigona* sp.3 (21). Estos resultados confirman que las flores de *S. campanulata* pueden inducir la mortalidad de abejas sin aguijón en Ecuador, lo que evidencia un impacto potencial sobre las comunidades locales de polinizadores. *Spathodea campanulata* se encuentra actualmente en 21 provincias, incluidas las islas Galápagos, lo que

refleja su rápida expansión. Los resultados alertan sobre los riesgos ecológicos de su uso ornamental y resaltan la necesidad de estrategias de manejo que limiten su propagación, promuevan el reemplazo por especies nativas y reduzcan la mortalidad de abejas, esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas urbanos y naturales de Ecuador.

Palabras clave: Conservación; Polinizadores nativos; Biodiversidad urbana; Especies invasoras; Meliponini.

Abstract

The ornamental use of the African tulip tree (*Spathodea campanulata* P. Beauv., 1805) in urban and peri-urban areas represents a threat to biodiversity, especially in megadiverse countries such as Ecuador. Despite its widespread distribution, few studies have examined its effects on native pollinators. This study provides preliminary evidence of bee mortality associated with its flowers. Observations were conducted on 20 trees distributed across the provinces of El Oro, Morona Santiago, Santa Elena, and Zamora Chinchipe, examining flowers both in the canopy and those fallen to the ground. In total, 140 flowers from 20 trees were inspected (an average of 7 per tree), of which 98 were on the tree and 42 were on the ground. During the inspections, 303 dead bees were recorded and photographed—262 in flowers on the tree and 41 in fallen flowers. Five taxa of

* Correspondencia a: Pablo Sebastián Padrón, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y, Cuenca, Ecuador. +593 0991261027. Correo electrónico: sebastianpadronm@yahoo.com

the tribe Meliponini were identified: *Nannotrigona* sp. (15), *Scaura* sp. (9), *Trigona* sp.1 (183), *Trigona* sp.2 (75), and *Trigona* sp.3 (21). These results confirm that the flowers of *S. campanulata* can cause mortality in stingless bees in Ecuador, revealing a potential impact on local pollinator communities. *Spathodea campanulata* is currently found in 21 provinces, including the Galápagos Islands, reflecting its rapid expansion. The results highlight the ecological risks associated with its ornamental use and emphasize the need for management strategies to limit its spread, promote replacement with native species, and reduce bee mortality, which is essential to the functioning of Ecuador's urban and natural ecosystems.

Keywords: Conservation; Native pollinators; Urban biodiversity; Invasive species, Meliponini

I. INTRODUCCIÓN

Las plantas exóticas constituyen una de las principales amenazas para la biodiversidad global, particularmente en ecosistemas tropicales, donde la alta diversidad biológica y la especificidad de las interacciones ecológicas incrementan su vulnerabilidad a las invasiones [1, 2]. En el Neotrópico, numerosas especies exóticas han sido introducidas con fines ornamentales, agrícolas o forestales, lo que ha facilitado su establecimiento en hábitats perturbados y su posterior naturalización en ecosistemas silvestres [3, 4]. Estas introducciones no sólo desplazan a las especies nativas, sino que también alteran redes tróficas y los ciclos biogeoquímicos finalmente [5, 6]. Las especies invasoras se han asociado con la extinción de taxones locales y representan la quinta causa más importante de pérdida de biodiversidad y función ecosistémica a nivel mundial [7].

En particular, la introducción de plantas exóticas pueden modificar profundamente las redes ecológicas, afectando a polinizadores, herbívoros, dispersores de semillas y descomponedores [8–10, 11]. Algunos estudios evidencian que las plantas exóticas pueden competir con las especies nativas por polinizadores, modificar la disponibilidad de recursos florales y, en casos extremos, inducir efectos tóxicos letales sobre insectos nativos [12, 13]. Incluso, se ha demostrado que su presencia puede generar impactos más perjudiciales que la fragmentación del hábitat, al reducir la complejidad de las redes de interacción ecológica

[14] y agravando la crisis ambiental global.

Una de estas especies es el tulipán africano *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Bignoniaceae), un árbol originario del África oriental y meridional [15], ampliamente introducido en regiones tropicales y subtropicales por su rápido crecimiento, su densa copa y su llamativa floración. Sus flores grandes, rojas y campanuladas producen abundante néctar, que atrae aves (ornitofilia) y murciélagos (quiropterofilia) en su área de distribución natural [16]. En el Neotrópico, esta especie se cultiva principalmente como árbol ornamental y como sombra en cafetales [17]. Sin embargo, se ha reportado que su néctar contiene compuestos tóxicos para algunos polinizadores [18], afectando negativamente a las comunidades locales de insectos.

Diversos estudios realizados en Cuba, Costa Rica, Brasil y Argentina han documentado la mortalidad de abejas sin aguijón (tribu Meliponini) asociada al néctar o mucílago floral de *S. campanulata*, incluyendo especies como *Scaptotrigona postica* y *Trigona spinipes* [6, 19, 20]. Experimentos controlados también han demostrado su efecto insecticida sobre otros insectos, lo que sugiere un mecanismo químico asociado al estrés oxidativo [18, 21]. Su toxicidad, junto con su alta capacidad de dispersión y tolerancia ambiental [22, 23], la convierte en una especie con elevado potencial invasivo en el Neotrópico, capaz de alterar comunidades de insectos y sus redes de interacción [12, 15].

En Ecuador, la presencia de *S. campanulata* se ha incrementado en zonas urbanas y periurbanas, convirtiéndola en un elemento más común en entornos urbanos (Fig. 1A,B). Esto impulsado por su venta no regulada en viveros y por su selección por parte de municipios locales como alternativa para la revegetación de áreas urbanas. Recientemente, Jiménez-Pozo et al. [24] reportaron que esta especie fue la más dominante en el arbolado urbano de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, representando el 58,4 % del total de especies registradas. A pesar de su creciente abundancia y de su conocido efecto negativo sobre la entomofauna, no existen estudios que documenten su impacto sobre los insectos visitantes en el Ecuador, lo que representa un vacío de información relevante para la gestión de la biodiversidad urbana y general.

Las abejas nativas desempeñan un papel esencial en la polinización de los ecosistemas naturales y en la producción agrícola [25, 26]. En Ecuador, su diversidad aún es poco conocida, especialmente en los grupos de abejas sin aguijón (Meliponini) y abejas solitarias, muchas de las cuales permanecen incluso sin describir [27, 28, 29]. Estas especies aseguran la reproducción de numerosas plantas, incluidas especies endémicas, y son cruciales para la seguridad alimentaria nacional, por ejemplo, a través de la producción de miel (meliponicultura) [30]. Sin embargo, amenazas como la deforestación, el uso de pesticidas, la introducción de especies exóticas y el cambio climático ponen en riesgo sus poblaciones [31, 32].

En este contexto, resulta preocupante que la siembra de *S. campanulata* —una especie con efectos tóxicos documentados en abejas— se haya vuelto común en entornos urbanos y rurales del país. Esta situación podría contribuir al declive de polinizadores nativos y a la disminución de los servicios ecosistémicos que sustentan tanto la biodiversidad natural como la productividad agrícola. El presente estudio tiene como objetivo evidenciar la mortalidad de abejas nativas que visitan las flores de *Spathodea campanulata* en diferentes regiones del Ecuador, identificar las especies afectadas e impulsar acciones de manejo orientadas a mitigar su impacto sobre la biodiversidad local. Los resultados aportan información científica preliminar que puede servir de base para regular su propagación y para el diseño de estrategias de conservación de polinizadores nativos en el país.

II. METODOLOGÍA

Área de estudio y registro de *Spathodea campanulata*

Para el registro de *S. campanulata*, se utilizó una metodología de muestreo oportunista, basada en la detección visual directa de árboles en flor durante los recorridos de campo. Cada planta observada fue georreferenciada mediante un receptor GPS portátil (marca Garmin, modelo eTrex 30x, precisión ± 3 m). La identificación de la especie de árbol se facilitó por la morfología distintiva de sus flores, grandes, de color rojo anaranjado y con forma de campana, lo que permitió una detección confiable y precisa en el campo sin requerir colecta de material botánico.

Adicionalmente, se incorporaron registros complementarios de distribución del tulipán africano obtenidos de la plataforma de ciencia ciudadana iNaturalist [33], los cuales fueron verificados manualmente para corroborar la identificación de *S. campanulata*. Debido a la evidencia de la conspicuidad de las flores y a su morfología diagnóstica, la validación de los registros fotográficos se consideró confiable. Los registros obtenidos fueron proyectados y analizados mediante el software QGIS v3.34 [34], integrando así la información de campo y las observaciones ciudadanas dentro del área de estudio (Fig. 1A).

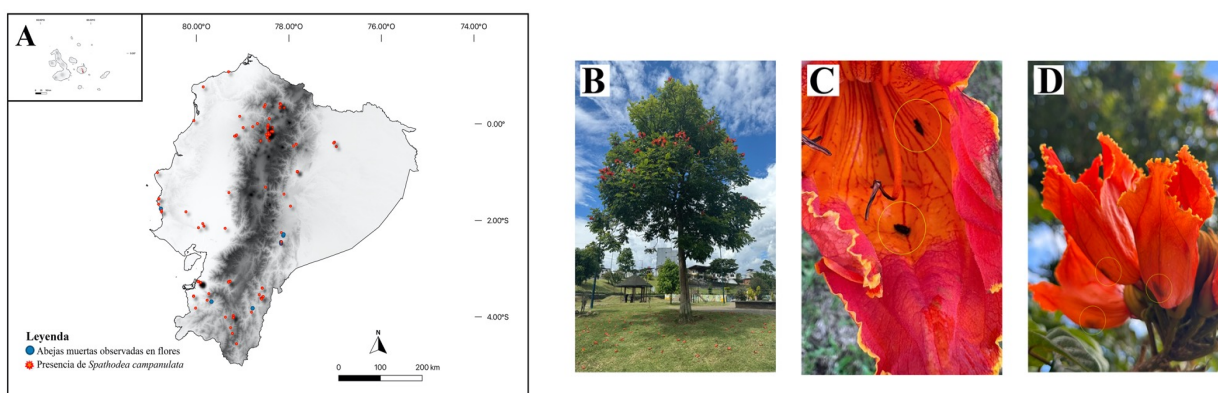


Fig. 1. A. Mapa de registro del tulipán africano (*Spathodea campanulata*) y sitios donde se observaron abejas nativas muertas asociadas a sus flores en Ecuador. B. *Spathodea campanulata* utilizada en áreas verdes de la ciudad de Macas. C. Abejas encontradas en flores revisadas (círculos amarillos). D. Abejas en flores observadas dentro de flores de *Spathodea campanulata*.

Registro e identificación de abejas

El estudio se centró en la revisión oportunista de flores de *Spathodea campanulata* para detectar la presencia de abejas muertas o afectadas en un área de estudio que abarca 4 provincias. En estas provincias se identificaron y georreferenciaron individuos de *S. campanulata* en floración activa, los cuales fueron examinados visualmente para registrar insectos muertos asociados a sus flores (Fig. 1 C,D). En total se revisaron 20 árboles de *Spathodea campanulata*, distribuidos en las provincias de El Oro, Morona Santiago, Santa Elena y Zamora Chinchipe (Tabla 1) (Ver en Anexos). En cada árbol se inspeccionaron tanto las flores presentes en el árbol como aquellas que habían caído al suelo. Se examinó un total de 140 flores, con un promedio de 7 flores por árbol. De estas, 98 fueron evaluadas directamente en el árbol y 42 corresponden a flores caídas. (Tabla 1) esto se realizó desde mayo 2024 hasta julio 2025 sin seguir un cronograma establecido.

Se revisaron flores tanto en el suelo como en los árboles para detectar abejas u otros insectos visitantes o muertos dentro de las corolas (Fig. 2A). En lugar de coleccionar los especímenes, se optó por una metodología no invasiva de registro fotográfico, documentando mediante imágenes de alta resolución. Las abejas fueron fotografiadas con una cámara Canon EOS R5 (45 MP), equipada con un lente Canon MP-E 65 mm f/2.8 con una magnificación de 1–5x; para la iluminación se usó un flash Yongnuo YN-560 IV Flash Speedlite acoplado a un difusor AK Diffuser. En las fotos se incorporó una escala Crime Scene, una escala de fotomacrografía milimétrica plástica de 10 mm, como referencia. Los especímenes fueron fotografiados sobre un fondo de acrílico blanco (10 × 10 cm), lo que permitió obtener imágenes estandarizadas y de alta calidad. Cada registro fotográfico incluyó vistas laterales (Fig. 2B-F) completas del habitus; en estas se observan claramente detalles de la cabeza, las antenas y el metasoma, con el fin de documentar los rasgos diagnósticos para su posterior identificación taxonómica. Después de ser fotografiadas las abejas fueron dejadas en el lugar sin ser colectadas.

Las fotografías fueron etiquetadas con la localidad, fecha, coordenadas y se anotó el número de individuos observados por flor,

sirviendo como registro sistemático para su posterior análisis e identificación. Las fotos y figuras finales fueron editadas en Photoshop CS. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de género, debido a que la identificación de abejas de la tribu Meliponini a un nivel taxonómico más preciso (especie) requiere el examen de caracteres morfológicos finos (como la genitalia de machos o microestructuras pilosas) y, en algunos casos, análisis moleculares [35], los cuales no pudieron aplicarse al no haberse colectado los ejemplares. Para la identificación, se emplearon las claves taxonómicas de Engel et al. [35], complementadas con la comparación de material fotográfico disponible en publicaciones como la de Rasmussen y Delgado [36].

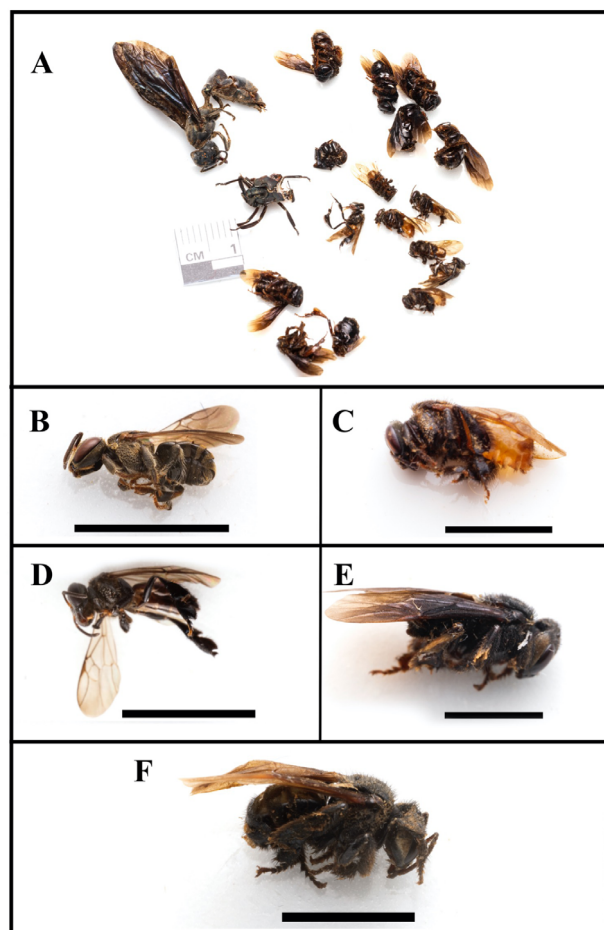


Fig. 2. A. Muestra encontradas en las flores de un solo árbol *Spathodea campanulata* en la costa (Piñas, El Oro). B. *Nannotrigona* sp. C. *Trigona* sp.3. D. *Scaura* sp. E. *Trigona* sp. 1, F. *Trigona* sp. 2.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El objetivo principal de este estudio fue cuantificar e identificar los taxones de abejas sin aguijón (Meliponini) encontradas muertas dentro de las flores de *Spathodea campanulata*, especie arbórea ampliamente utilizada con fines ornamentales en áreas públicas y jardines privados. Basándonos en registros de ciencia ciudadana y observaciones propias, se documentaron 149 localidades de presencia de *S. campanulata* en 21 provincias del Ecuador, incluidas las islas Galápagos (Fig. 1A). Estos resultados evidencian la amplia y preocupante distribución de la especie, que abarca ecosistemas únicos y sensibles, como los de las islas Galápagos.

De los 20 árboles muestreados, 19 presentaron abejas muertas en sus flores (Fig. 1 C,D). En total se fotografiaron 303 abejas, de las cuales 262 se encontraron dentro de flores aún adheridas al árbol y 41 en flores caídas en el suelo. Las abejas identificadas pertenecen a la tribu Meliponini (Apoidea: Apidae) y fueron determinadas a nivel de género (Tabla 2; Fig. 2 B–F). Es importante señalar que nuestros resultados provienen de muestreos puntuales, tanto a nivel espacial como temporal; por lo tanto, los efectos reales de esta especie sobre las poblaciones locales de abejas podrían ser mucho mayores de lo que aquí se documenta. Nuestros hallazgos coinciden con lo reportado recientemente en Brasil [37], donde se verificó la mortalidad principalmente de abejas de la tribu Meliponini asociadas a flores de *S. campanulata* en zonas urbanas. La mortalidad observada refuerza la preocupación de los efectos ecológicos de las especies ornamentales invasoras.

TABLA 2. LISTA DE ABEJAS ENCONTRADAS MUERTAS EN LAS FLORES DE SPATHODEA CAMPANULATA

Familia	Tribu	Taxón	# de abejas
Apidae	Meliponini	<i>Nannotrigona</i> sp.	15
		<i>Scaura</i> sp.	9
		<i>Trigona</i> sp. 1	183
		<i>Trigona</i> sp. 2	75
		<i>Trigona</i> sp. 3	21

Estudios previos han documentado que *S. campanulata* se establece fácilmente en bordes de caminos, bosques perturbados y terrenos

agrícolas abandonados, donde puede llegar a dominar comunidades vegetales secundarias [22]. Además, se conoce que a nivel global el 50 % de las plantas invasoras y el 85 % de las especies leñosas invasoras fueron introducidas originalmente con fines ornamentales o de jardinería [1]. La especie presenta una gran capacidad de dispersión de semillas por el viento, alta tolerancia de las plántulas a la sombra y la habilidad de establecerse incluso en bosques húmedos sin perturbaciones recientes [15]. Aunque la mayoría de los registros actuales provienen de zonas urbanas y periurbanas, esto no excluye la posibilidad de su expansión hacia hábitats naturales, tal como lo reportaron Larrue et al. [22]. Este comportamiento sugiere que *S. campanulata* podría convertirse en un componente persistente de los bosques tropicales bajos, afectando la dinámica ecológica de comunidades nativas.

La remoción manual de individuos adultos de *S. campanulata* se ha descrito como un proceso complejo, costoso y poco eficiente, lo que dificulta su control [6]. Por lo tanto, la medida más efectiva es prevenir su propagación y comercialización inicial, especialmente en viveros ornamentales [6]. En este contexto, proponemos una regulación nacional sobre la reproducción y venta de esta especie en Ecuador, así como la inclusión de especies nativas en los planes de revegetación urbana de los municipios, lo cual podría fortalecer la presencia de insectos polinizadores y las redes ecológicas de interacción [38, 39]. Estas acciones no solo reducirían el impacto negativo sobre las abejas nativas, sino que también favorecerían la restauración de las interacciones ecológicas locales, promoviendo la formación de ecosistemas urbanos más saludables.

Los resultados de nuestro estudio concuerdan con los de distintos países del Neotrópico [12, 19, 20, 37, 40], donde se destaca que *S. campanulata* no solo puede comportarse como especie invasora, sino que también puede impactar directamente las redes de polinización, desviando polinizadores nativos e induciendo mortalidad en abejas. En Costa Rica, esta especie ha sido catalogada como potencialmente invasora con impacto medio y permanente [13]. El análisis de las invasiones biológicas vegetales debe abordarse desde un enfoque multidisciplinario, que combine la ecología, la gestión ambiental y la educación

pública. Solo así será posible tomar decisiones oportunas que prevengan impactos mayores en los ecosistemas tropicales. La mortalidad de abejas registrada en este estudio representa una señal de alerta temprana, que justifica la implementación de medidas preventivas antes de que la expansión de *S. campanulata* genere consecuencias irreversibles sobre la biodiversidad local.

Aunque *S. campanulata* es generalmente considerada una especie de floración continua, los períodos específicos de floración varían según el clima y la ubicación geográfica [41]. En Ecuador, aún no se han identificado ni reportado formalmente las épocas de floración; sin embargo, un análisis preliminar basado en las fechas de observación de iNaturalist sugiere que la especie presenta flores durante todo el año, con picos entre abril y agosto. Estos datos deben interpretarse con precaución, ya que la fecha de registro no necesariamente coincide con la fecha exacta de floración, pero, aun así, reflejan una presencia anual de flores. Estudios comparativos en otras regiones, como el sur de Florida, indican que la floración principal ocurre en primavera (marzo-abril), con brotes adicionales irregulares a lo largo del año [41].

A pesar de que el presente estudio se centró exclusivamente en abejas, durante las observaciones en campo también se registró la presencia de otros insectos muertos en las flores, como avispa, hormigas y moscas. Si bien estos grupos no fueron incluidos en los análisis, su presencia sugiere que *S. campanulata* atrae una mayor diversidad de insectos, lo cual podría explorarse en futuras investigaciones. Además, factores como la cercanía de los nidos de abejas al árbol podrían influir en la mortalidad de los forrajadores, ya que una mayor proximidad aumentaría la probabilidad de interacción con las flores de *S. campanulata*. Este aspecto representa una línea de investigación relevante para comprender mejor la magnitud del impacto.

En nuestro estudio utilizamos datos provenientes tanto de flores caídas como de flores aún adheridas al árbol. Sin embargo, consideramos que el uso exclusivo de flores caídas podría subestimar la mortalidad real, ya que estas pueden ser desplazadas por el viento o la lluvia, dispersando las abejas presentes en su interior. Además, observamos que las abejas

muertas en el suelo son rápidamente retiradas por hormigas carroñeras, lo que reduce las probabilidades de detección. Por lo tanto, basar los registros únicamente en flores caídas podría conducir a una subestimación considerable del número real de individuos afectados.

Se reconoce que los resultados del estudio presentan limitaciones importantes. Los muestreos fueron puntuales, tanto espacial como temporalmente, lo que implica que la mortalidad real de abejas podría ser mayor de lo documentado. Asimismo, factores como la remoción de abejas muertas por hormigas carroñeras y el desplazamiento de flores caídas por el viento o la lluvia podrían generar una subestimación significativa del número de individuos afectados. Por otro lado, la ausencia de registros formales de floración en Ecuador y la dependencia de observaciones preliminares de iNaturalist limitan la interpretación sobre la temporalidad de los recursos florales disponibles para los polinizadores. Incluso considerando estas limitaciones, los hallazgos refuerzan la preocupación sobre los efectos ecológicos de *S. campanulata* como especie ornamental invasora. La mortalidad registrada y la presencia de flores durante la mayor parte del año sugieren un impacto potencialmente continuo sobre las abejas nativas y, posiblemente, sobre otros insectos polinizadores. En consecuencia, se recomienda implementar medidas preventivas para regular su propagación y comercialización, así como promover la revegetación urbana con especies nativas que fortalezcan las redes ecológicas y apoyen la conservación de polinizadores. En resumen, este estudio proporciona evidencia preliminar de que *S. campanulata* no solo representa un riesgo para las abejas nativas, sino que también podría alterar la dinámica de los ecosistemas urbanos y periurbanos, lo que destaca la necesidad de estrategias de manejo y monitoreo continuos para minimizar los impactos ecológicos negativos.

Finalmente, nuestros hallazgos, aunque preliminares, refuerzan la idea de que *S. campanulata* puede proporcionar recursos florales durante la mayor parte del año, lo cual podría tener implicaciones ecológicas significativas para los polinizadores nativos y la dinámica de los ecosistemas urbanos y periurbanos donde se encuentra presente de manera continua. Pero, avanzar desde la

correlación observada hacia una evaluación robusta de causalidad, se requieren investigaciones futuras que incluyan diseños de muestreo sistemático comparando la mortalidad en *S. campanulata* frente a árboles nativos, así como bioensayos controlados que evalúen directamente la posible toxicidad de su néctar o extractos florales sobre abejas meliponinas. Dichos estudios permitirán determinar con mayor precisión si esta especie ornamental actúa como un factor causal de mortalidad en polinizadores nativos.

IV. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió cuantificar e identificar los taxones de abejas sin aguijón (Meliponini) encontradas muertas dentro de flores de *Spathodea campanulata*, especie arbórea ampliamente utilizada con fines ornamentales en Ecuador. Los resultados muestran que la mortalidad de abejas está presente en la mayoría de los árboles muestreados (19 de 20), lo que indica un riesgo real para las poblaciones locales de polinizadores nativos. Las abejas muertas identificadas pertenecen a la tribu Meliponini y fueron determinadas en cinco taxones *Nannotrigona* sp., *Scaura* sp., *Trigona* sp.1, *Trigona* sp. 2 y *Trigona* sp. 3.

La notable distribución actual de *S. campanulata* en 149 localidades de 21 provincias del Ecuador, incluidas las islas Galápagos, evidencia su capacidad de establecerse en ecosistemas sensibles y sugiere un potencial de expansión hacia hábitats naturales, más allá de zonas urbanas y periurbanas. Estos resultados, si bien revelan un patrón consistente, representan un hallazgo preliminar que debe ser corroborado mediante investigaciones futuras que evalúen directamente los mecanismos involucrados en la mortalidad de las abejas.

AGRADECIMIENTOS

PSP agradece a la Universidad del Azuay y al Vicerrectorado de Investigaciones por el apoyo brindado por medio de su programa de investigación, proyecto 2024-0136. Asimismo, extiende su agradecimiento a todas las personas que registran sus observaciones en iNaturalist, cuya valiosa contribución al documentar la biodiversidad también permite monitorear la presencia y expansión de especies invasoras.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés en relación con el contenido del presente manuscrito.

Referencias

- [1] Li Y, Cheng Z, Smith WA, Ellis DR, Chen Y, Zheng X, et al. Invasive ornamental plants: Problems, challenges, and molecular tools to neutralize their invasiveness. *Crit Rev Plant Sci.* 2004;23:381-389..
- [2] Delnatte C, Meyer JY. Plant introduction, naturalization, and invasion in French Guiana (South America). *Biol Invasions.* 2012;14(5):915-927.
- [3] Lopez OR. Introduced alien plant species in the Neotropics: the Panama case. *Open Ecol J.* 2012;5(1):84-89.
- [4] Rojas-Sandoval J, Ackerman JD. Ornamentals lead the way: global influences on plant invasions in the Caribbean. *NeoBiota.* 2021;64:177-197.
- [5] López-Núñez FA, Heleno RH, Ribeiro S, Marchante H, Marchante E. Four-trophic level food webs reveal the cascading impacts of an invasive plant targeted for biocontrol. *Ecology.* 2017;98(3):782-793.
- [6] Avalos G, Chacón-Madrigal E, Artavia-Rodríguez LG. Invasive plants of Costa Rica: current status and research opportunities. In: *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World.* 2021;4:57-76
- [7] Díaz S, Settele J, Brondízio ES, Ngo HT, Agard J, Arneth A, et al. Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science.* 2019;366(6471):eaax3100.
- [8] Stouffer DB, Cirtwill AR, Bascompte J. How exotic plants integrate into pollination networks. *J Ecol.* 2014;102:1442-1450.
- [9] Hui C, Richardson DM. How to invade an ecological network. *Trends Ecol Evol.* 2019;34:121-131.

- [10]Cordero S, Galvez F, Fonturbel FE. Ecological impacts of exotic species on native seed dispersal systems: a systematic review. *Plants*. 2023;12:261.
- [11]Zaninotto V, Thebault E, Dajoz I. Native and exotic plants play different roles in urban pollination networks across seasons. *Oecologia*. 2023;201:525-536.
- [12]Ayala FE, Avalos AA, Cajade R. El tulipanero africano *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) en la Argentina: impacto de una planta exótica sobre la mortalidad de entomofauna nativa. *Ecol Austral*. 2024;34(2):322-329.
- [13]Avalos G, Chacón-Madriral E, Artavia-Rodríguez LG. Invasive plants of Costa Rica: current status and research opportunities. In: *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*. 2021;4:57-76.
- [14]Hansen S, Roets F, Seymour CL, Thébault E, Van Veen FF, Pryke JS. Alien plants have greater impact than habitat fragmentation on native insect flower visitation networks. *Divers Distrib*. 2018;24:58-68.
- [15]Labrada R, Medina AD. The invasiveness of the African tulip tree, *Spathodea campanulata* Beauv. *Biodiversity*. 2009;10:79-82.
- [16]Rangaiah K, Purnachandra Rao S, Solomon Raju AJ. Bird-pollination and fruiting phenology in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae). *Beitr Biol Pflanz*. 2004;73:395.
- [17]Lim TK. *Spathodea campanulata*. In: *Edible medicinal and non-medicinal plants: Volume 7, Flowers*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2013. p. 559-570.
- [18]Santos VH, Minatel IO, Reco PC, Garcia A, Lima GP, Silva RM. Peptide composition, oxidative and insecticidal activities of nectar from flowers of *Spathodea campanulata* P. Beauv. *Ind Crops Prod*. 2017;97:211-217.
- [19]Queiroz ACM, Contrera FAL, Venturieri GC. The effect of toxic nectar and pollen from *Spathodea campanulata* on the worker survival of *Melipona fasciculata* Smith and *Melipona seminigra* Friese, two Amazonian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Sociobiology*. 2014;61:536-540.
- [20]dos Santos Souza E, de Oliveira Souza B, Polatto LP. Comportamento de forrageio de recursos florais em *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae): uma espécie vegetal exótica. *Brazilian J Dev*. 2021;7(10):99157-99168.
- [21]Franco DP, Guerreiro JC, Ruiz MG, Da Silva RMG. Evaluación del potencial insecticida del néctar de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Rev Colomb Entomol*. 2015;41(1):63-67.
- [22]Larrue S, Baray JL, Chadeyron J, Meyer JY, Mazal L, Daehler CC, Fumanal B. Modeling long-distance seed dispersal of the invasive tree *Spathodea campanulata* in the Society Islands. *Ecol Appl*. 2023;33:e283.
- [23]Larrue S, Meyer JY, Fumanal B, Daehler C, Chadeyron J, Flores M, Mazal L. Seed rain, dispersal distance, and germination of the invasive tree *Spathodea campanulata* on the Island of Tahiti, French Polynesia (South Pacific). *Pac Sci*. 2021;74:405-417.
- [24]Jiménez-Pozo LP, Desiderio-Vera TX, Saltos-Merizalde KE, Erazo-Torres GE, Guamán-Guamán RN, Villavicencio-Abril ÁF, Ulloa-Cortázar SM. Inventario de la estructura y composición florística del arbolado urbano de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. *Rev Forestal Mesoam Kurú*. 2024;21(49):62-78.
- [25]Kremen C, Williams NM, Thorp RW. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002;99:16812-16816.
- [26]Winfree R, Williams NM, Dushoff J, Kremen C. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecol Lett*. 2007;10:1105-1113.

- [27]Engel MS. Two new augochlorine bees from Ecuador (Hymenoptera: Halictidae). 2007.
- [28]Roubik DW. 100 species of meliponines (Apidae: Meliponini) in a parcel of western Amazonian forest at Yasuní Biosphere reserve, Ecuador. Pot-pollen in stingless bee melittology. 2018;189-206.
- [29]Padrón PS, Roubik DW, Picón RP. A preliminary checklist of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Ecuador. *Psyche (Stuttg)*. 2018;2018:2678632..
- [30]Park MG, Orr MC, Danforth BN, Hall C. The role of native bees in apple pollination. *NY Fruit Quart*. 2010;18:21-25.
- [31]Botsch JC, Walter ST, Karubian J, González N, Dobbs EK, Brosi BJ. Impacts of forest fragmentation on orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) communities in the Chocó biodiversity hotspot of northwest Ecuador. *J Insect Conserv*. 2017;21:633-643.
- [32]Knowlton JL, Crafford RE, Tinoco BA, Padrón PS, Wilson Rankin EE. High Foraging Fidelity and Plant-Pollinator Network dominance of non-native honeybees (*Apis mellifera*) in the Ecuadorian Andes. *Neotrop Entomol*. 2022;51:795-800.
- [33]iNaturalist. *iNaturalist Research-grade Observations Dataset* [Internet]. 2025 [citado 2025 Oct 15]. Disponible de: <https://www.inaturalist.org>
- [34]QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System. Version 3.34* [Internet]. QGIS Association; 2024. Available from:<https://qgis.org>
- [35]Engel MS, Rasmussen C, Ayala R, de Oliveira FF. Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. *ZooKeys*. 2023;1172:239.
- [36]Delgado Vásquez C, Rasmussen C. Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 2019;26(3):289-296.
- [37]Castagnino GLB, Cutuli de Simón MT, Meana A, Pinto LFB. Mortality of stingless bees on *Spathodea campanulate* Beauv. (Bignoniaceae) flowers. *Rev Bras Saude Prod Anim*. 2024;25:e20230031.
- [38]Padrón PS, Crespo-Ramírez C. Life history of the butterfly *Phoebis argante* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Pieridae), an inhabitant of the dry forest of western Andes. *Rev Chil Entomol*. 2024;50(3).
- [39]Padrón, P. S. Supporting insect pollinators in Ecuador: visitation interactions to the native Andean plant *Dalea coerulea*. *Rev Chil Entomol*, 2025 [en prensa].
- [40]Arboitte MZ, Ribeiro TB, de Almeida EV, Anastácio MD, Pereira VA, Pereira ET. Ocorrência de *Spathodea campanulata* no município de Santa Rosa do Sul-SC. *ScientiaTec*. 2023;10(1).
- [41]Missouri Botanical Garden. *Spathodea campanulate* [Internet]. 2025 [citado 2025 Oct 15]. Disponible en:<https://www.missouribotanicalgarden.org>

ANEXOS

TABLA 1. REGISTROS DE *Spathodea Campanulata* Y ÁRBOLES MUESTREADOS (EN NEGRITA LOS ÁRBOLES EN LOS QUE SE ENCONTRÓ ABEJAS MUERTAS) N/D NO DISPONIBLE.

Fecha	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Fuente
11/7/24	Imbabura	N/D	0,3390	-78,1925	iNaturalist
11/7/24	Imbabura	N/D	0,3390	-78,1925	iNaturalist
11/7/24	Imbabura	N/D	0,3388	-78,1926	iNaturalist
27/9/25	El Oro	Arenillas	-3,5668	-80,0603	iNaturalist
25/7/21	Esmeraldas	Atacames	0,7679	-79,8528	iNaturalist
21/9/25	El Oro	Atahualpa	-3,5201	-79,7302	iNaturalist
21/9/25	El Oro	Atahualpa	-3,5200	-79,7304	iNaturalist
1/8/24	Zamora Chinchipe	Chinchipe	-4,5579	-79,1327	iNaturalist
N/D	Imbabura	Cotacachi	0,3508	-78,5355	iNaturalist
1/6/24	Imbabura	Cotacachi	0,3982	-78,5135	iNaturalist
12/10/25	Guayas	Daule	-1,9122	-79,9988	iNaturalist
22/8/20	Bolívar	Echeanda	-1,4245	-79,2968	iNaturalist
10/11/22	Zamora Chinchipe	El Pangui	-3,6143	-78,6024	iNaturalist
11/11/22	Zamora Chinchipe	El Pangui	-3,5900	-78,5676	iNaturalist
12/11/22	Zamora Chinchipe	El Pangui	-3,5406	-78,6415	iNaturalist
13/11/22	Zamora Chinchipe	El Pangui	-3,5782	-78,5543	iNaturalist
14/10/22	Esmeraldas	Esmeraldas	1,0794	-79,3054	iNaturalist
13/6/25	Guayas	Guayaquil	-2,1522	-79,9562	iNaturalist
25/6/25	Guayas	Guayaquil	-2,1202	-79,8373	iNaturalist
1/7/25	Guayas	Guayaquil	-2,0675	-79,8631	iNaturalist
10/1/20	Imbabura	Ibarra	0,3406	-78,1062	iNaturalist
14/5/25	Imbabura	Ibarra	0,3380	-78,1054	iNaturalist
31/7/25	El Oro	Las Lajas	-3,8180	-80,0178	iNaturalist
29/5/21	Loja	Loja	-4,3439	-79,2222	iNaturalist
24/3/22	Loja	Loja	-4,0146	-79,2028	iNaturalist
1/5/23	Loja	Loja	-3,9721	-79,2040	iNaturalist
1/5/23	Loja	Loja	-3,9721	-79,2041	iNaturalist
26/6/23	Loja	Loja	-4,3439	-79,2217	iNaturalist
25/12/24	Loja	Loja	-4,2249	-79,2605	iNaturalist
13/2/25	Loja	Loja	-3,9999	-79,1979	iNaturalist
12/5/25	Loja	Loja	-4,0176	-79,2035	iNaturalist
19/1/23	El Oro	Machala	-3,2870	-79,9119	iNaturalist
16/2/23	El Oro	Machala	-3,2867	-79,9099	iNaturalist
9/8/23	El Oro	Machala	-3,2869	-79,9119	iNaturalist
15/8/23	El Oro	Machala	-3,2650	-79,9516	iNaturalist
27/11/23	El Oro	Machala	-3,2875	-79,9122	iNaturalist
27/11/23	El Oro	Machala	-3,2877	-79,9106	iNaturalist
27/11/23	El Oro	Machala	-3,2867	-79,9113	iNaturalist

27/11/23	El Oro	Machala	-3,2871	-79,9105	iNaturalist
N/D	El Oro	Machala	-3,2867	-79,9123	iNaturalist
3/7/25	El Oro	Machala	-3,2871	-79,9123	iNaturalist
N/D	El Oro	Machala	-3,2702	-79,9657	iNaturalist
8/7/25	El Oro	Machala	-3,2869	-79,9102	iNaturalist
9/7/25	El Oro	Machala	-3,2866	-79,9124	iNaturalist
3/10/25	El Oro	Machala	-3,2864	-79,9128	iNaturalist
3/10/25	El Oro	Machala	-3,2863	-79,9131	iNaturalist
3/10/25	El Oro	Machala	-3,2860	-79,9131	iNaturalist
10/7/21	Manabí	Manta	-1,0093	-80,8431	iNaturalist
4/5/25	Pastaza	Mera	-1,4557	-78,1078	iNaturalist
3/10/25	Morona Santiago	Morona	-2,2543	-78,1623	iNaturalist
29/7/25	Guayas	Naranjito	-2,1643	-79,3788	iNaturalist
11/8/07	Orellana	Orellana	-0,4700	-76,9750	iNaturalist
20/5/25	Orellana	Orellana	-0,3790	-77,0134	iNaturalist
21/5/25	Orellana	Orellana	-0,3960	-77,0324	iNaturalist
29/6/22	El Oro	Pasaje	-3,3400	-79,9051	iNaturalist
13/11/22	Tungurahua	Patate	-1,3128	-78,5064	iNaturalist
23/12/23	Tungurahua	Patate	-1,3121	-78,5067	iNaturalist
9/8/25	Manabí	Pedernales	0,0690	-80,0545	iNaturalist
26/7/25	Guayas	Pedro Carbo	-1,8218	-80,2263	iNaturalist
21/7/23	Pichincha	Pedro Vicente Maldonado	0,1571	-79,0639	iNaturalist
4/5/24	El Oro	Piñas	-3,6540	-79,7682	iNaturalist
14/7/22	Manabí	Puerto López	-1,6646	-80,8180	iNaturalist
18/9/22	Manabí	Puerto López	-1,5581	-80,8157	iNaturalist
7/8/25	Manabí	Puerto López	-1,5495	-80,8106	iNaturalist
7/6/25	Napo	Quijos	-0,4577	-77,8976	iNaturalist
28/9/25	Napo	Quijos	-0,4198	-77,8419	iNaturalist
28/9/25	Napo	Quijos	-0,4198	-77,8418	iNaturalist
6/3/21	Pichincha	Quito	-0,2198	-78,4885	iNaturalist
13/3/21	Pichincha	Quito	-0,1578	-78,4438	iNaturalist
9/4/21	Pichincha	Quito	-0,1932	-78,4272	iNaturalist
29/3/21	Pichincha	Quito	-0,2303	-78,4482	iNaturalist
9/4/21	Pichincha	Quito	-0,1960	-78,4302	iNaturalist
29/4/21	Pichincha	Quito	-0,1959	-78,4301	iNaturalist
4/4/21	Pichincha	Quito	-0,0723	-78,3575	iNaturalist
13/5/21	Pichincha	Quito	0,1052	-78,4252	iNaturalist
5/4/22	Pichincha	Quito	-0,1960	-78,4302	iNaturalist
5/4/22	Pichincha	Quito	-0,2101	-78,4034	iNaturalist
8/5/22	Pichincha	Quito	-0,1923	-78,4341	iNaturalist
9/4/23	Pichincha	Quito	-0,2466	-78,4417	iNaturalist
27/4/23	Pichincha	Quito	-0,1761	-78,3585	iNaturalist
30/4/23	Pichincha	Quito	-0,0541	-78,4570	iNaturalist

1/5/23	Pichincha	Quito	-0,1409	-78,3579	iNaturalist
11/4/23	Pichincha	Quito	-0,1881	-78,4286	iNaturalist
5/8/23	Pichincha	Quito	-0,1589	-78,4415	iNaturalist
N/D	Pichincha	Quito	-0,3524	-78,6134	iNaturalist
13/1/24	Pichincha	Quito	-0,2847	-78,4671	iNaturalist
3/3/24	Pichincha	Quito	-0,1578	-78,4430	iNaturalist
9/3/24	Pichincha	Quito	0,1091	-78,4241	iNaturalist
15/4/24	Pichincha	Quito	-0,2125	-78,4310	iNaturalist
27/4/24	Pichincha	Quito	0,0075	-78,6798	iNaturalist
10/5/24	Pichincha	Quito	-0,1974	-78,4365	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0892	-78,4569	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0892	-78,4569	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0892	-78,4569	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0861	-78,4555	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0861	-78,4555	iNaturalist
27/6/24	Pichincha	Quito	-0,0861	-78,4555	iNaturalist
12/2/25	Pichincha	Quito	-0,0408	-78,4445	iNaturalist
9/5/25	Pichincha	Quito	-0,1559	-78,3811	iNaturalist
12/5/25	Pichincha	Quito	-0,1838	-78,4457	iNaturalist
13/5/25	Pichincha	Quito	-0,2107	-78,4411	iNaturalist
14/5/25	Pichincha	Quito	-0,0195	-78,4489	iNaturalist
30/5/25	Pichincha	Quito	-0,0186	-78,4516	iNaturalist
13/7/20	Pichincha	Ruminahui	-0,3468	-78,4259	iNaturalist
17/8/21	Pichincha	San Miguel de los Bancos	-0,0577	-78,7809	iNaturalist
20/9/21	Pichincha	San Miguel de los Bancos	-0,0778	-78,9895	iNaturalist
20/9/21	Pichincha	San Miguel de los Bancos	-0,0778	-78,9894	iNaturalist
30/4/25	Imbabura	San Miguel de Urcuqui	0,4182	-78,1904	iNaturalist
29/4/25	Imbabura	San Miguel de Urcuqui	0,4202	-78,1897	iNaturalist
13/5/25	Imbabura	San Miguel de Urcuqui	0,4035	-78,1741	iNaturalist
16/5/25	Imbabura	San Miguel de Urcuqui	0,4175	-78,1878	iNaturalist
7/6/25	Imbabura	San Miguel de Urcuqui	0,4043	-78,1756	iNaturalist
1/7/23	Galápagos	Santa Cruz	-0,6863	-90,3237	iNaturalist
10/7/24	Galápagos	Santa Cruz	-0,5833	-90,3555	iNaturalist
10/7/24	Galápagos	Santa Cruz	-0,6394	-90,3372	iNaturalist
28/7/24	Galápagos	Santa Cruz	-0,7077	-90,3256	iNaturalist
7/3/12	Galápagos	Santa Cruz	-0,6899	-90,3258	iNaturalist
23/12/23	Santa Elena	Santa Elena	-1,8251	-80,7539	iNaturalist
7/11/20	Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo de los Colorados	-0,2478	-79,1485	iNaturalist
15/7/21	Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo de los Colorados	-0,2295	-79,1321	iNaturalist
9/9/23	Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo de los Colorados	-0,2538	-79,1763	iNaturalist
27/4/19	Napo	Tena	-0,9871	-77,8171	iNaturalist
3/9/21	Napo	Tena	-0,9872	-77,8171	iNaturalist
7/5/22	Napo	Tena	-0,9963	-77,8136	iNaturalist

10/2/25	Napo	Tena	-0,9888	-77,8213	iNaturalist
26/4/25	Pichincha	Quito	-0,1577	-78,3481	Nuestros
12/6/25	Morona Santiago	Sucúa	-2,4793	-78,1680	Nuestros
11/11/24	Azuay	Santa Isabel	-3,2715	-79,3045	Nuestros
11/11/24	Azuay	Santa Isabel	-3,2627	-79,2795	Nuestros
11/11/24	Azuay	Santa Isabel	-3,2655	-79,2699	Nuestros
11/11/24	Azuay	Santa Isabel	-3,2808	-79,3075	Nuestros
10/6/25	Morona Santiago	Gualaquiza	-3,4004	-78,5788	Nuestros
8/6/25	Zamora Chinchipe	Panguinza	-3,9017	-78,8104	Nuestros
10/6/25	Morona Santiago	Gualaquiza	-3,4068	-78,5771	Nuestros
12/6/25	Loja	Catamayo	-4,0058	-79,3733	Nuestros
28/6/25	El Oro	Arenillas	-3,5761	-80,0624	Nuestros
15/6/25	Santa Elena	Olón	-1,7985	-80,7565	Nuestros
12/6/25	Morona Santiago	Sucúa	-2,4446	-78,1627	Nuestros
22/2/25	Morona Santiago	Palora	-1,7039	-77,9658	Nuestros
12/1/25	Pichincha	Quito	-0,2228	-78,4157	Nuestros
12/1/25	Pichincha	Quito	-0,2149	-78,4414	Nuestros
8/4/25	Zamora Chinchipe	Pangui	-3,6317	-78,5881	Nuestros
12/4/25	Morona Santiago	Sucúa	-2,4537	-78,1706	Nuestros
20/7/25	Morona Santiago	Macas	-2,2905	-78,1168	Nuestros
12/8/24	Santa Elena	Núñez	-1,7606	-80,7675	Nuestros
10/9/24	El Oro	Piñas	-3,6843	-79,6734	Nuestros
12/5/24	Morona Santiago	Macas	-2,3138	-78,1215	Nuestros
4/4/25	Morona Santiago	Macas	-2,3134	-78,1216	Nuestros
23/2/25	Morona Santiago	Sucúa	-2,4798	-78,1680	Nuestros
3/4/25	Morona Santiago	Sucúa	-2,4530	-78,1708	Nuestros

ARTÍCULO CIENTÍFICO

VALORACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE ABASTECIMIENTO DE LA LAGUNA MIRAFLORES, CANTÓN BOLÍVAR, ECUADOR.**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE ECOSYSTEM SERVICES OF THE MIRAFLORES LAGOON, BOLIVAR CANTON, ECUADOR.****Mendoza Roldán, Modesto Amadeo¹; Chicaiza Intriago, Jonathan Gerardo^{1*};**¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador; 130250

*Autor de correspondencia: jonathan.chicaiza@espam.edu.ec

Resumen

El estudio evaluó los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de la ciénaga Miraflores cantón Bolívar, Ecuador mediante un enfoque integrado que combinó análisis fisicoquímicos, percepción social y análisis del uso del suelo. La identificación de servicios basada en criterios funcionales evidenció la provisión de alimentos, agua dulce, madera, fibras y recursos genéticos como componentes esenciales para el sostenimiento local. La percepción mostró una baja interacción comunitaria, predominando las visitas esporádicas (35%) o nulas (28,85%); sin embargo, la contaminación fue reconocida como la principal amenaza (79%), y el fortalecimiento del monitoreo científico se identificó como la medida prioritaria de conservación (46%). En el ámbito biofísico, los niveles de oxígeno disuelto (2,7–3,2 mg/L) se ubicaron por debajo del estándar del TULSMA (≥ 5 mg/L), reflejando condiciones desfavorables para la fauna acuática. El pH (7,65–7,82) y la temperatura (27,5–27,8 °C) se mantuvieron dentro de límites permisibles, mientras que, los sulfuros (0,05 mg/L) y las concentraciones de aceites y grasas (110,4 mg/L) excedieron los valores normativos, lo que evidencia aportes antrópicos relevantes. Los pesticidas organoclorados ($< 0,00003$ mg/L) y los coliformes fecales (1×10^0 NMP/100 mL) permanecieron por debajo de los niveles máximos establecidos. El análisis espacial reveló un paisaje dominado por coberturas agropecuarias, especialmente pastos cultivados (32,47%), plátano (17,05%) y cacao (13,33%), conformando un

mosaico productivo que genera presiones difusas sobre la estructura y funcionalidad hidrológica del humedal. Demostrándose así, que la ciénaga mantiene servicios de aprovisionamiento relevantes, aunque presenta evidencias claras de degradación asociada a contaminación y al uso intensivo del suelo.

Palabras clave: Laguna natural, Servicios Ecosistémicos, Monitoreo Ambiental.**Abstract**

The study evaluated the provisioning ecosystem services of the Miraflores wetland, Bolívar canton, Ecuador, through an integrated approach that combined physicochemical analyses, social perception, and land-use assessment. The identification of services based on functional criteria revealed the provision of food, freshwater, timber, fibers, and genetic resources as essential components for local livelihoods. Social perception indicated low community interaction, with sporadic visits (35%) or none at all (28.85%) being the most common; however, pollution was recognized as the main threat (79%), and strengthening scientific monitoring was identified as the priority conservation measure (46%). In the biophysical domain, dissolved oxygen levels (2.7–3.2 mg/L) were below the TULSMA standard (≥ 5 mg/L), reflecting unfavorable conditions for aquatic fauna. pH (7.65–7.82) and temperature (27.5–27.8 °C) remained within permissible limits, while sulfides (0.05 mg/L) and concentrations of

* Correspondencia a: Jonathan Gerardo Chicaiza Intriago, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador. Correo electrónico: jonathan.chicaiza@espam.edu.ec

oils and fats (110.4 mg/L) exceeded regulatory values, indicating significant anthropogenic inputs. Organochlorine pesticides (<0.00003 mg/L) and fecal coliforms (1×10^0 MPN/100 mL) were below maximum allowable levels. Spatial analysis revealed a landscape dominated by agricultural land uses, particularly cultivated pasture (32.47%), plantain (17.05%), and cacao (13.33%), forming a productive mosaic that exerts diffuse pressures on the hydrological structure and functionality of the wetland. Overall, the wetland still maintains relevant provisioning services, although clear evidence of degradation associated with pollution and intensive land use was observed.

Keywords: Natural Lagoon, Ecosystem Services, Environmental Monitoring.

I. INTRODUCCIÓN

El panorama ambiental está sujeto a cambios constantes, y cómo se percibe, utiliza y gestiona la naturaleza sigue siendo uno de los desafíos fundamentales para el desarrollo de sociedades sostenibles [1][2]. En contexto, los servicios ecosistémicos, y en especial los servicios de aprovisionamiento, son importantes porque brindan beneficios directos a la humanidad, como alimentos, agua dulce y recursos esenciales para la sociedad [3][4][5].

Los servicios tangibles son esenciales para la seguridad alimentaria, la economía local y la salud humana, especialmente en comunidades rurales dependientes del capital natural [6][7].

Estudios globales como la evaluación internacional de ecosistemas, han documentado que la degradación ambiental y el uso insostenible de los recursos naturales representan una amenaza directa al bienestar humano y a la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios esenciales [8][9].

Este reconocimiento internacional ha sido impulsado por iniciativas como la comprensión global de los valores ecológicos compartidos, que evidencian cómo los ecosistemas sustentan funciones vitales y no solo materiales, incluyendo regulación hídrica, purificación del agua, control climático, mantenimiento de biodiversidad y provisión de servicios culturales [10][11].

Actualmente, el término servicios ecosistémicos

es popular en la investigación científica y la gestión política, debido a que son muy valiosos y beneficiosos para la sociedad, porque ayudan a mantener las condiciones de vida en la Tierra [12][13]. Asimismo, los ecosistemas saludables presentan beneficios importantes para la salud humana, como la regulación del clima, suministro de aire, agua, suelos y paisajes limpios [14][15].

En este sentido, valorar los servicios ecosistémicos es indispensable para cuantificar los beneficios sociales y económicos que derivan de la buena calidad de estos; este enfoque respalda la integración de procesos para la toma de decisiones [16][17].

Los humedales, por ejemplo, tienen un papel importante en el aprovisionamiento de recursos como agua y el suelo [18][19][20]. No obstante, el acelerado desarrollo urbano y los efectos antropogénicos afectan significativamente en la capacidad de este sistema para proveer los recursos esenciales para las comunidades locales [21][22][23].

Los humedales son ecosistemas altamente productivos con funciones ecológicas críticas, tales como: regulación del ciclo hidrológico, almacenamiento de agua, soporte de biodiversidad, provisión de materia prima, retención de nutrientes y amortiguación de impactos ambientales. En zonas rurales, estos ecosistemas representan bienes naturales vitales para el sustento humano y Ramsar [24].

En Ecuador existen pocos datos sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, la poca información limita la conservación de los recursos naturales y obstaculiza los esfuerzos realizados para la gestión sostenible [25]. No obstante, una de las barreras para la conservación de estos recursos es la falta de conocimientos e interés por las partes interesadas [26]. Esta falta de conocimientos desarrolla una desconexión entre las políticas de conservación y las necesidades de una comunidad, obstaculizando el desarrollo de medidas necesarias para la protección de los recursos [27].

Informes nacionales sobre humedales en Ecuador confirman esta carencia de datos sistemáticos, lo que dificulta la implementación de políticas ambientales eficaces. Estudios recientes destacan la urgencia de fortalecer la investigación,

monitoreo y participación comunitaria para lograr una gestión sostenible de humedales y proteger los recursos naturales frente a la creciente presión antropogénica [28][29].

Ante estos antecedentes expuestos, En este estudio se evaluó los servicios ecosistémicos que la ciénaga brinda a las comunidades, permitiendo la

toma de decisiones pertinentes para conservarlas [30][31]. Adicional a esto, estudios destacan que para lograr aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, es importante el desarrollo de este tipo de estudios, que brinden información sobre el valor y las funciones de estos recursos [32].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó en la Ciénaga del sector Miraflores de la parroquia Calceta del cantón Bolívar, en la provincia de Manabí, Ecuador (Fig.1). En las coordenadas cartesianas Norte 9905415,3 y Este 592262,4. Con características de clima tropical, influenciada por los cambios que ocurren en el océano Pacífico [33].

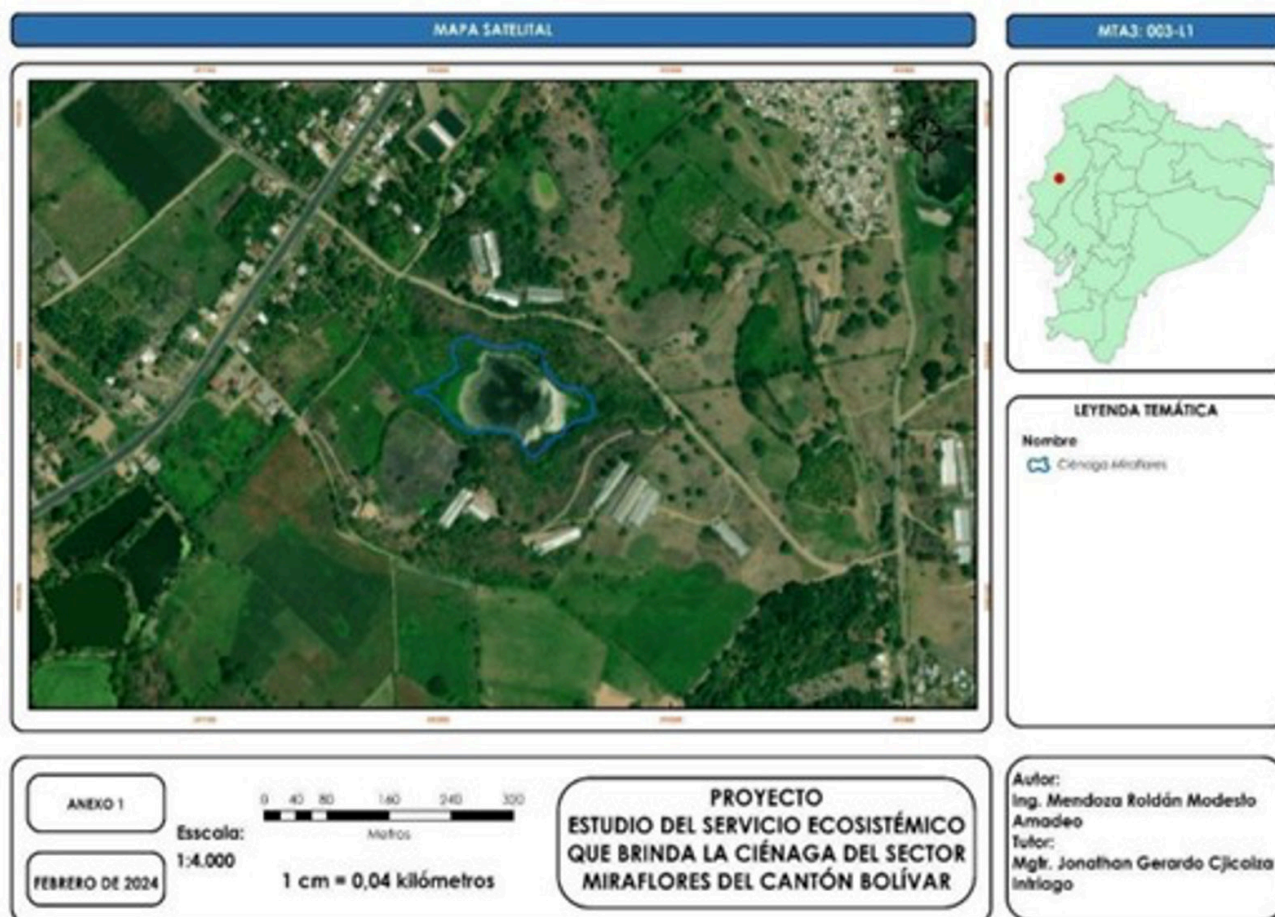


Fig. 1. Ubicación de la ciénaga en el cantón Bolívar – Manabí

Identificación de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Reconocimiento en campo

Mediante visitas de campo con levantamiento directo y observación sistemática, se identificaron los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento presentes en la ciénaga, empleando la clasificación internacional propuesta por The Economics of

Ecosystems and Biodiversity (TEEB) [25], lo que permitió mantener coherencia conceptual y facilitar la comparación con otros estudios. La selección de las variables ecológicas se centró en los servicios de provisión alimentos, agua dulce, madera y fibras, y recursos genéticos debido a su relevancia y representatividad en humedales tropicales, cuya descripción detallada se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1. VARIABLES CLAVE PARA LA VALORACIÓN ECOLÓGICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO DE UNA CIÉNAGA.

Servicio Ecosistémico	Tipo	Descripción	Ejemplo
Servicios de aprovisionamiento	Alimentos	Obtenido de los ecosistemas para el consumo humano [34].	Peces nativos, moluscos, crustáceos.
	Agua dulce	Agua disponible para diversos usos [35].	Aguas superficiales de la ciénaga.
	Madera y fibras	Materiales de origen vegetal utilizados en construcción, papel, textiles [36].	Mangles, cañas, fibras vegetales locales
	Recursos genéticos	Diversidad genética de plantas, animales y microorganismos [37].	Semillas, especies endémicas, variedades locales.

Percepción comunitaria de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Se emplearon encuestas semiestructuradas basadas en instrumentos previamente utilizados en investigaciones similares [29,30], lo que fortaleció la validez de contenido. El

tamaño muestral se calculó para una población de 60 habitantes utilizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, resultando en 53 participantes. Esto garantiza representatividad estadística. Además, las encuestas incluyeron preguntas cerradas y de opción múltiple (Tabla 2).

TABLA 2. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA APLICADA.

Pregunta	Opciones de respuesta
¿Con qué frecuencia visita la ciénaga?	A menudo (varias veces al mes)
	Algunas veces (una o dos veces al mes)
	Rara vez (menos de una vez al mes)
	Nunca
	Observar aves
¿Qué actividades le gustaría hacer en la ciénaga?	Caminar o hacer senderismo
	Pescar
	Navegar
	Hacer picnic
	Otras
¿Qué opina del estado actual de las ciénagas en su región?	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
	Muy malo
¿Cuáles son las principales amenazas para las ciénagas en su región?	Contaminación
	Desarrollo
	Sobreexplotación
	Cambio climático
	Otras (por favor, especifique)
¿Qué se puede hacer para proteger las ciénagas en su región?	Aumentar la regulación y el cumplimiento
	Restaurar hábitats degradados
	Educar al público sobre la importancia de las ciénagas
	Apoyar la investigación y el monitoreo
	Otras

Análisis de la calidad del agua de la ciénaga

Muestreo

Para evaluar la salud del ecosistema, su capacidad de autodepuración y la biodiversidad de la ciénaga, se siguieron los criterios metodológicos establecidos por [38]. El proceso de muestreo se desarrolló mediante la recolección de agua superficial bajo procedimientos estandarizados, aplicando la NTE INEN 1105 para el examen microbiológico y la NTE INEN 2169:2013 para el manejo y conservación de las muestras. El cumplimiento estricto de estas normas garantizó la trazabilidad, integridad y repetibilidad de todas las etapas del muestreo.

Parámetros evaluados

Físicos

Se analizaron oxígeno disuelto, pH y sólidos suspendidos totales (Tabla 3), parámetros ampliamente utilizados para evaluar salud ecosistémica en humedales [39]. Y Los análisis instrumentales correspondientes a sulfuros y pesticidas organoclorados fueron realizados en Seidlaboratory Cia. Ltda., laboratorio acreditado que opera bajo estándares de calidad reconocidos para ensayos fisicoquímicos y contaminantes ambientales empleando métodos validados, incluyendo el procedimiento **HACH 8131**.



ORDEN TRABAJO No. 325324

Factura No.

Informe No.

Código de Laboratorio



325324-1

Cliente: MENDOZA AMADEOMENDOZA AMADEO

Dirección envío:

Fecha Recepción: 2024/12/05

Nombre Producto: AGUA DE CIENEGA

Ruc: 13105214531310521453

Teléfono:0994078817;

Correo de Información: ronaldbravo95@gmail.com

Fecha entrega Informe: 2024/12/17

Fecha entrega Tecnico: 2024/12/17

Cantidad Muestra: 4 muestras

Lot:

Condiciones de almacenamiento: Refrigeración

Peso Muestra: 350.0 Mililitros

Fecha Elaboración: 2024/12/02

Tiempo permanencia de la muestra: 8 Días

Fecha Vencimiento:

Condiciones ambientales de llegada de la muestra: 14 °C

Condiciones de llegada de la muestra:BOTELLA DE PLASTICO

Tipo: RUTINA

ENSAYOS SOLICITADOS DENTRO Y FUERA DE ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN			
DENTRO DEL ALCANCE		FUERA DEL ALCANCE	
Ensayo(Método)	Resultado	Ensayo(Método)	Resultado
ACEITES Y GRASAS AGUAS – GRAV. (SEA-ACGR (SM 5520 B))	110.4	COLIFORMES FECAL (FM)* (SEM-FM)	1x10 ⁴
		PESTICIDAS ORGANOCLOARADOS EN AGUAS* (EPA 8270D-3510C MODIFICADOS-CG-MS)	0,00 mg/L
		SULFUROS AGUAS* (HACH 8131)	<0.05

Observaciones: ING. MODESTO MENDOZA/ OFERTA NR. 6288 II-2024/ N° 5804

INFORME DE ENSAYO NR. 325324					
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE					
Cliente:	MENDOZA AMADEO				
Dirección:	CALCETA				
Nombre Producto:	AGUA DE CIENEGA				
Fecha de Elaboración:	2024-12-02	Fecha de Caducidad:	ND		
Lote:	ND	Control de Recarga:	ND		
Material Envasar:	BOTELLA DE PLASTICO DE 350 ml.	Forma de conservación:	Refrigeración		
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA					
Código Laboratorio:	325324-1	Contenido Encontrado:	150 Mililitros		
Fecha Recepción:	24/12/05	Fecha Inicio Ensayo:	24/12/05		
Condiciones Ambientales de Llegada de la muestra:		Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente, del mismo día y hora.		
				ESPECIFICACIONES SEGUN NORMA TULUMU- TABLA 3.1	CRITERIO DE CALIDAD
ENSAYOS INSTRUMENTAL		MÉTODO	ACREDITACIONES	UNIDAD	RESULTADO
SULFUROS		HACH 8131	*	mg/l	<0.05

</					

TABLA 3. PARÁMETROS DEL AGUA DE LA CIÉNAGA ANALIZADOS.

Parámetro	Método	Referencia	Materiales/equipos
Oxígeno disuelto	Oximetría	NTE INEN	Oxímetro, membranas de repuesto, soluciones de calibración, vasos precipitados, agitador magnético, termómetro
		1106:2013	
pH	Electrometría	NTE INEN	pH metro, guantes, frasco lavador
Sólidos suspendidos	Espectrofotometría	2169:2013	Espectrofotómetro

Los resultados del muestreo se compararon con los criterios del anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) [40].

Caracterización de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Muestreo

Mapecto del uso de suelo:

mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se realizó una clasificación supervisada de los usos presentes en el área, donde se georreferenció las coberturas in situ y luego se digitalizaron en el software ArcGIS 10.4 [41].

Valoración de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Método de ponderación

La valoración de los servicios ecosistémicos se realizó con la escala adaptada de Bedoya et al. [43], asignando tres niveles de importancia: alta (3), cuando el servicio es indispensable para la vida diaria o la economía local; media (2), cuando es útil pero no esencial; y baja (1), cuando su uso es ocasional o secundario. La ponderación se basó en criterios de disponibilidad, acceso y sostenibilidad, y los resultados se organizaron en una matriz (Tabla 4) que considera características específicas para cada servicio, como disponibilidad y acceso en alimentos, calidad y uso en agua dulce, cantidad y sostenibilidad en madera y fibras, y diversidad y potencial en recursos genético.

TABLA 4. VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO.

Servicio Ecosistémico	Característica	Importancia
Alimentos	Disponibilidad y acceso	Alta/Media/Baja
Agua dulce	Calidad y uso (consumo, riego)	Alta/Media/Baja
Madera y fibras	Cantidad y sostenibilidad del recurso	Alta/Media/Baja
Recursos genéticos	Diversidad y potencial	Alta/Media/Baja

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento identificados en la ciénaga cumplen funciones esenciales para el bienestar de la población local y el equilibrio ecológico del sistema se detalla en la tabla 5.

TABLA 5. IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA CIÉNAGA.

Servicio ecosistémico (TEEB)	Función principal	Relevancia ecológica	Relevancia socioeconómica	Análisis TEEB
Alimentos	Producción de cultivos, pesca y ganadería	Mantiene la productividad primaria y estructura trófica; indicador de equilibrio del ecosistema	Contribuye a la seguridad alimentaria y genera ingresos para la población local	La provisión de alimentos refleja la capacidad del ecosistema de sostener la vida humana; su uso sostenible asegura resiliencia ecológica y continuidad de recursos
Agua dulce	Uso para consumo humano y riego	Regulación hídrica, almacenamiento de nutrientes, soporte de la biodiversidad acuática	Garantiza abastecimiento de agua para consumo y agricultura	Funciona como reservorio natural y modulador de ciclos hidrológicos; su conservación asegura la disponibilidad de agua y protege contra sequías y erosión
Madera y fibras	Recursos forestales para construcción y leña	Conserva la vegetación arbórea, previene erosión y mantiene hábitats	Provisión de materiales para vivienda, energía doméstica y economía local	La extracción controlada mantiene la integridad del ecosistema, evitando degradación y pérdida de biodiversidad
Recursos genéticos	Conservación de especies y semillas locales	Mantiene diversidad genética y capacidad de adaptación del ecosistema	Base para agricultura sostenible, restauración ecológica y potencial biotecnológico	La diversidad genética soporta adaptación a cambios ambientales y climáticos; la pérdida de este servicio limita resiliencia y oportunidades de desarrollo sostenible

Percepción comunitaria de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de la ciénega

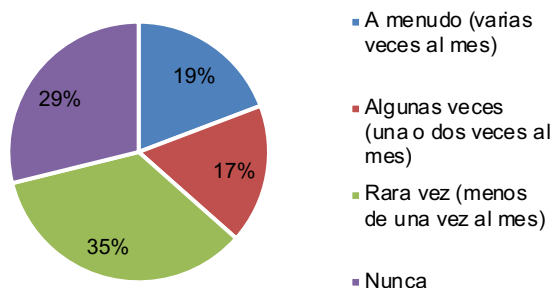


Fig. 2. ¿Con qué frecuencia visita la ciénega?

En cuanto a la frecuencia de visita a la ciénega (Fig.2), los resultados muestran que el 35% de los residentes la visitan con poca frecuencia, un 28,85% nunca la visita y solo el 19% lo hace de manera frecuente. Esta baja interacción indica que la presión directa sobre el ecosistema es limitada, lo que puede ayudar a conservar su integridad ecológica. Sin embargo, también refleja que gran parte de la población tiene un contacto limitado con la ciénega, lo que puede reducir la conciencia ambiental y el compromiso con su protección. Desde un punto de vista socioeconómico, estos datos sugieren que la mayoría de la comunidad obtiene pocos beneficios directos del ecosistema, lo que puede afectar su disposición a participar en acciones de manejo sostenible.

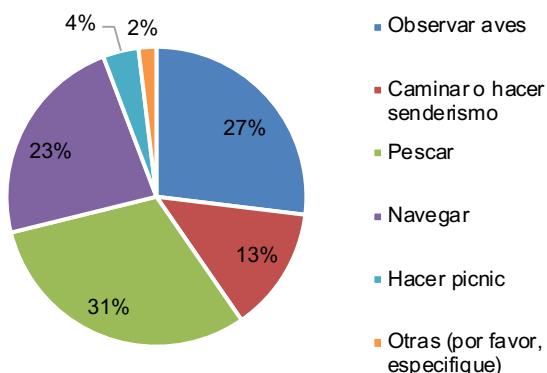


Fig. 3. ¿Qué actividades le gustaría hacer en la ciénega?

Respecto a las actividades que la comunidad quisiera realizar en la ciénega (Fig. 3), la pesca (31%) y la observación de aves (27%) son las principales, seguidas de la navegación (23%) y caminatas o senderismo (13%), mientras que actividades como picnic y otras representan un porcentaje mínimo. Esta distribución indica que el ecosistema es percibido principalmente como fuente de recursos alimentarios y oportunidades recreativas. Ecológicamente, la combinación de actividades extractivas y recreativas sugiere la necesidad de un manejo que equilibre el uso de los recursos con la conservación de la biodiversidad. Socioeconómicamente, refleja el potencial de la ciénega para generar ingresos mediante pesca sostenible y ecoturismo.

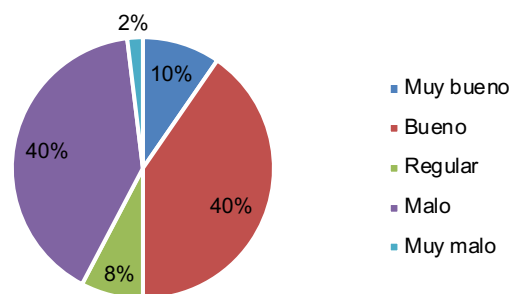


Fig. 4. ¿Qué opina del estado actual de las ciénagas en su región?

En cuanto a la percepción del estado actual de las ciénagas (Fig.4), el 40% de los encuestados considera que el estado es bueno, otro 40% lo califica como malo, un 10% como muy bueno, 8% como regular y 2% como muy malo. Esta polarización refleja una percepción mixta sobre la salud del ecosistema, lo que puede estar relacionado con problemas visibles de degradación o contaminación. Desde el punto de vista ecológico, evidencia que existen áreas que requieren medidas de restauración y conservación. En términos socioeconómicos, esta percepción mixta puede influir en la motivación de la comunidad para apoyar iniciativas de protección y manejo sostenible.

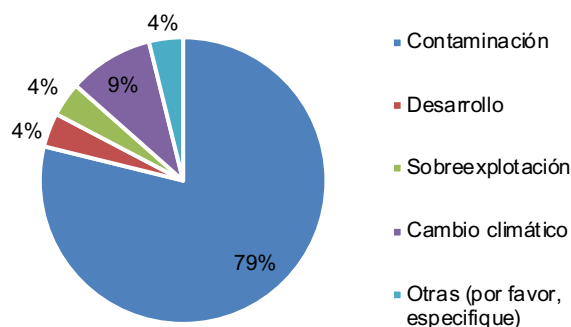


Fig. 5. ¿Cuáles son las principales amenazas para las ciénagas en su región?

Sobre las principales amenazas que se presentan en la ciénaga (Fig. 5), el 79% de los encuestados identificó la contaminación como el mayor riesgo, seguida del cambio climático (9%) y factores como desarrollo y sobreexplotación (4% cada uno). Esto demuestra que la comunidad reconoce los impactos antropogénicos sobre la ciénaga, especialmente la contaminación, y tiene conciencia de los efectos negativos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Desde un enfoque socioeconómico, resalta la necesidad de educación ambiental y políticas locales para proteger los recursos que sustentan alimentos, agua y materiales.

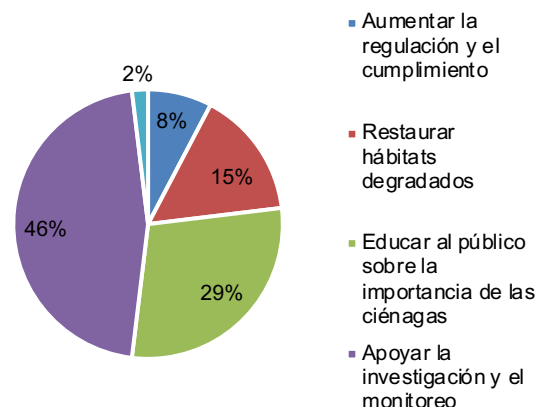


Fig. 6. ¿Qué se puede hacer para proteger las ciénagas en su región?

Finalmente, sobre las medidas para proteger la ciénaga (Fig.6), el 46% de los encuestados considera que el apoyo a la investigación y monitoreo es crucial, 29% prioriza la educación ambiental, 15% la restauración de hábitats, 8% la regulación y cumplimiento, y 2% otras acciones. Esto indica que la comunidad valora estrategias basadas en conocimiento científico y seguimiento, lo que facilita la implementación de planes de conservación adaptativa. Socioeconómicamente, estas preferencias reflejan que la población comprende la relación entre la salud del ecosistema y su bienestar, mostrando disposición a participar en programas de manejo sostenible.

Calidad fisicoquímica del agua de la ciénaga

TABLA 6. PARÁMETROS FÍSICOS

Parámetro	Resultado	Norma, libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)
OD (mg/L)	3,2	5,0 a 10,0 (Norma ISO 5813) Mínimo 5,0 mg/L (TULSMA*)
	2,7	
	2,9	
pH	7,65	6,5 a 8,5 (Norma ISO 10523) 6,5 a 9,0 (TULSMA)
	7,82	
	7,73	
	27,5	
Temperatura (°C)	27,8	15°C a 30°C
	27,7	

*Criterios tomados de la tabla 3 del anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) . **Rango favorable para el desarrollo y la supervivencia de la mayoría de las especies acuáticas que habitan en las ciénagas.

La temperatura del agua se mantuvo en un rango de 27,5 a 27,8 °C, considerado adecuado para la fisiología y el comportamiento de las especies acuáticas locales. Este rango asegura el metabolismo normal de peces, crustáceos y

vegetación acuática, evitando estrés térmico. Sin embargo, cambios bruscos en la temperatura podrían afectar la reproducción, la actividad alimentaria y la resiliencia del ecosistema frente a eventos extremos.

TABLA 7. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SULFUROS Y PESTICIDAS ORGANOCLORADOS.

Ensayos Instrumentales	Unidad	Resultado	Criterio de Calidad
Sulfuros	mg/L	<0,05	
Aldrin	mg/L	<0.00003	
Dieldrin	mg/L	<0.00003	
Clordano Total	mg/L	<0.00003	
α-Clordano	mg/L	<0.00003	
γ-Clordano	mg/L	<0.00003	
p,p-DDT (Diclorodifeniltricloroetano)	mg/L	<0.00003	
Endrina	mg/L	<0.00003	
BCH (Lindano)	mg/L	<0.00003	
pp-DDD	mg/L	<0.00003	
pp-DDE	mg/L	<0.00003	
Aldrin	mg/L	<0.00003	
BCH	mg/L	<0.00003	
γ-CIISB	mg/L	<0.00003	
δ-CIISB	mg/L	<0.00003	
Clorobennilato	mg/L	<0.00003	0.01
Clorotalonil	mg/L	<0.00003	
Cloroneb	mg/L	<0.00003	
Dacthal	mg/L	<0.00003	
Endosulfán I	mg/L	<0.00003	
Endosulfán II	mg/L	<0.00003	
Sulfito de endosulfán	mg/L	<0.00003	
Aldehído de endrina	mg/L	<0.00003	
Etridazol	mg/L	<0.00003	
Heptacloro	mg/L	<0.00003	
Epóxido de heptacloro (isómero B)	mg/L	<0.00003	
Metoxicloro	mg/L	<0.00003	
cis-Permetrina	mg/L	<0.00003	
trans-Permetrina	mg/L	<0.00003	
trans-nonacloro	mg/L	<0.00003	

El análisis de sulfuros y pesticidas organoclorados (Tabla 7) indican que, las concentraciones de estos compuestos se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos por la normativa del TULSMA. A su vez, los pesticidas como Aldrin, Dieldrin, Chlordane (α y γ), p,p-DDT, Endrin y diversas formas de BCH (Lindano) presentaron concentraciones menores a 0,00003 mg/L, cuyos valores se encuentran dentro del rango permitido, indicando una presencia mínima de estos contaminantes en el agua de la ciénaga.

Por otro lado, los sulfuros registraron concentraciones inferiores a 0,05 mg/L, aunque es relativamente bajo, supera el límite permisible de

0,01 mg/L según las especificaciones técnicas del TULSMA. Esto evidencia la presencia de sulfuros en el agua de la ciénaga y sugiere un problema de contaminación leve, que podría tener efectos negativos sobre la calidad del agua y la biota acuática si no se controla.

Otros compuestos como Clorothalonil (fungicida de amplio espectro), Cloroneb, Dacthal, y los derivados de Endosulfán (I, II y sulfito), así como Heptachlor, su derivado epóxido, Methoxychlor y Permetrinas (cis y trans), mostraron concentraciones muy bajas, inferiores a los límites establecidos, indicando que su presencia en la actualidad, no representa un riesgo significativo para el ecosistema.

TABLA 8. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ACEITES Y GRASAS

Parámetro	Unidad	Resultado	Unidad	Criterio de Calidad
Aceites y grasas	SEA-ACGR (SM 5520 B)	110.4	mg/L	0.3

El análisis de aceites y grasas en la ciénaga (Tabla 8) mostró una concentración de 110,4 mg/L, valor que excede ampliamente el criterio de calidad establecido por el TULSMA, que es de 0,3 mg/L. Este resultado visibiliza una contaminación por hidrocarburos, la cual puede generar efectos negativos sobre la biota acuática,

incluyendo disminución de la disponibilidad de oxígeno, alteración de la fisiología de peces y macroinvertebrados, y afectación de los procesos de descomposición natural.

Concentración de parámetros microbiológicos

TABLA 9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	UFC/100ml	1x10 ⁰

El análisis de coliformes fecales en la ciénaga (Tabla 9), registró una concentración de 100 NMP/100 ml, valor que se encuentra por debajo del límite máximo permitido por el TULSMA de 600 NMP/100 ml. Este resultado indica que la presencia de coliformes fecales es mínima, lo que sugiere una baja contaminación microbiológica del agua.

Cobertura y uso de la tierra

TABLA 10. COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA EN LA CIÉNAGA

Categoría	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Pasto cultivado	35.45	32.47
Plátano	18.61	17.05
Cacao	14.55	13.33
Misceláneo indiferenciado	10.59	9.7
Vegetación herbácea húmeda	10.38	9.51
Piscícola	7.96	7.29
Granja avícola	4.58	4.2
Cafetería	4.31	3.95
Cementerio	2.48	2.27
Área en proceso de urbanización	0.26	0.24

Tabla 10. La cobertura y uso de la tierra en el área de estudio se caracteriza principalmente por actividades agropecuarias, acompañadas de diversos usos complementarios. Los pastos cultivados son la cobertura predominante, ocupando 35,45 ha, lo que representa el 32,47% del área total. Esta extensión refleja la importancia de la actividad ganadera o de pastoreo en la región, constituyendo la base de la producción agropecuaria tradicional. Los cultivos de plátano se presentan como la segunda cobertura más significativa, con 18,61 ha (17,05%), seguidos por los cultivos de cacao, que abarcan 14,55 ha (13,33%), los cuales tienen una alta demanda en el

mercado local y representan una fuente importante de ingresos para la comunidad. El uso misceláneo indiferenciado ocupa 10,59 ha, compuesto por cultivos mixtos, matorrales y suelos descubiertos, lo que evidencia una diversificación de los sistemas productivos en menor escala. La piscicultura se extiende sobre 7,96 ha y las granjas avícolas abarcan 4,58 ha, ambas actividades complementarias que contribuyen a la diversidad productiva del área y al suministro de alimentos locales. Finalmente, aunque los cultivos de café ocupan un área menor (4,31 ha), este cultivo mantiene su relevancia debido a su valor económico y cultural en la región.

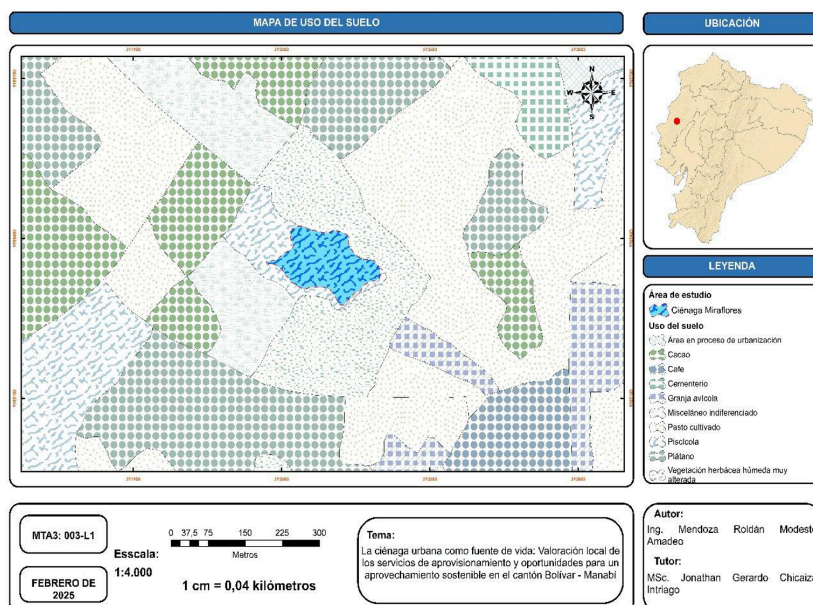


Fig. 7. Mapa de cobertura y uso de la tierra.

Valoración de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

TABLA 11. IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO

Servicio ecosistémico	Característica	Importancia
Alimentos	Disponibilidad y acceso	Alta
Agua dulce	Calidad y uso (consumo, riego)	Alta
Madera y fibras	Cantidad y sostenibilidad del recurso	Medio
Recursos genéticos	Diversidad y potencial agrícola	Medio

La valoración de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento realizada mediante la metodología TEEB refleja directamente los resultados obtenidos en el estudio. Los servicios de alimentos fueron calificados con alta importancia debido a que las coberturas de suelo predominantes, como pastos cultivados (32,47%), plátano (17,05%) y cacao (13,33%), aseguran la provisión de productos agropecuarios fundamentales. De manera similar, el servicio de agua dulce también recibió alta importancia, ya que la disponibilidad y calidad del agua (pH dentro del rango permitido, temperatura adecuada, coliformes dentro del límite, aunque con oxígeno disuelto bajo y presencia de sulfuros y aceites y grasas) son determinantes para el uso de este recurso en consumo y riego.

Por otro lado, los servicios de madera y fibras y recursos genéticos fueron valorados como de importancia media, dado que las coberturas asociadas (uso misceláneo, vegetación secundaria y cultivos menos representativos) representan recursos disponibles, pero no dominantes en el paisaje. Esta valoración indica que, aunque estos servicios contribuyen al funcionamiento del ecosistema, su provisión depende de áreas más limitadas y no constituye un recurso prioritario frente a alimentos y agua dulce.

Valores de pH de agua en ciénegas similares a este estudio, se atribuyen a sus niveles al intercambio gaseoso entre la respiración de los organismos fotosintéticos y la atmósfera [44]. Así como, valores por debajo del rango óptimo de pH pueden limitar la vida acuática [45]. Otra variable importante son los niveles de oxígeno disuelto (OD) en ríos y

arroyos saludables, que varían entre 0 y 18 ppm, siendo 5 a 6 ppm el umbral mínimo necesario para la supervivencia de la biota acuática [46].

En los ecosistemas del litoral ecuatoriano, la disminución de la cobertura vegetal ribereña y el incremento de actividades agrícolas elevan la carga de nutrientes principalmente fosfatos y nitratos favoreciendo procesos de eutrofización y proliferación algal. La descomposición de esta biomasa reduce el OD y afecta la fauna acuática, limitando la capacidad de autodepuración y la resiliencia ecológica de los humedales con mayor presión antrópica [47].

Las variaciones de pH también influyen en la disponibilidad de nutrientes y en la actividad de los organismos acuáticos. Thacker y Balasubramanian observaron que la mayoría de las áreas estudiadas presentaban condiciones alcalinas o ligeramente ácidas [48], mientras que Thacker y Karthick identificaron al pH y al OD como variables determinantes en la distribución de comunidades de diatomeas en ciénegas [49].

Está demostrado que la temperatura, junto con la variabilidad del contenido hídrico del suelo, regula la respiración de los ecosistemas [50]. Esto permite determinar si un potencial bioacumulativo es relevante, capaz de influir en la salud humana y el equilibrio ecológico [52,53].

Entre los pesticidas detectados, Cloroneb, Dacthal y los derivados de Endosulfán (I, II y sulfito) mostraron concentraciones bajas, al igual que Heptacloro, su derivado epóxido, Methoxychlor y las Permetrinas (cis y trans). Sin embargo,

su carácter bioacumulativo los convierte en compuestos de riesgo para la salud humana y ambiental [54,55].

Los aceites y grasas son contaminantes frecuentes en efluentes domésticos. Su presencia en niveles elevados genera películas superficiales que interfieren en el intercambio de oxígeno y afectan la vida acuática [56–57]. En humedales subsuperficiales expuestos a descargas con alto contenido orgánico, la acumulación de estos compuestos limita el intercambio gaseoso y reduce la capacidad auto depuradora del sistema [58].

Los coliformes fecales son indicadores microbiológicos de contaminación biológica en ambientes acuáticos. Por ejemplo, en humedales del Paraguay, la presencia de coliformes totales y fecales, se atribuyen principalmente a procesos de urbanización [59]. De forma similar, en comunidades rurales del Ecuador la presencia de estos microorganismos refleja la infiltración de aguas residuales y desechos animales, comprometiendo la calidad del agua al superar los límites establecidos por la normativa INEN 1108-2020 y representando riesgos sanitarios por enfermedades hídricas [60].

En cuanto a la cobertura y uso del suelo, en un estudio estimaron que alrededor del 27% de la región costera ecuatoriana está destinada a pastoreo [61]. Mientras que, según el GAD de Bolívar, los pastos ocupan cerca del 32% del territorio cantonal [62]. El plátano representa un cultivo dominante en la provincia de Manabí, con una cobertura del 40% de la producción nacional [63], mientras que Silva et al. reportan 3437 ha dedicadas a cultivos agrícolas en el cantón Bolívar [64]. El cacao, además de su importancia económica, contribuye al desarrollo sostenible [65], al igual que el café, reconocido por su valor cultural y demanda constante [66].

La expansión de pastos cultivados y cultivos permanentes como plátano y cacao ejerce presión sobre los humedales, incrementando la escorrentía y el aporte de nutrientes y sedimentos, lo que altera la regulación hídrica y limita los servicios de aprovisionamiento, como el agua y los alimentos [67,68].

La percepción social constituye un componente esencial en la gestión de los servicios

ecosistémicos, ya que el conocimiento local y las percepciones sobre la calidad ambiental orientan las estrategias participativas de conservación [69,70].

Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento sustentan la producción alimentaria y la calidad del suelo [71]. La seguridad alimentaria, estrechamente ligada al funcionamiento de los ecosistemas, depende de la conservación de estos sistemas naturales [72–73].

La estructura del uso y cobertura de la tierra registrada en la ciénaga refleja un territorio predominantemente agroproductivo, donde las actividades pecuarias y agrícolas conforman la matriz del paisaje. La presencia dominante de pastos cultivados (32,47%) evidencia un sistema de producción orientado al pastoreo y la ganadería, dinámica ampliamente observada en zonas rurales donde la conversión de áreas naturales hacia sistemas de pasturas contribuye a una homogeneización del paisaje y una reducción de la cobertura vegetal natural, tal como se describe en evaluaciones globales sobre cambio de uso del suelo [74]. Este predominio de pastizales implica una fuerte dependencia económica hacia la ganadería y, a su vez, genera presiones sobre procesos ecológicos clave como la capacidad de regulación hídrica y la dinámica de la biodiversidad.

Los cultivos de plátano (17,05%) y cacao (13,33%) representan las principales actividades agrícolas permanentes del área. Ambos cultivos son característicos de paisajes tropicales húmedos y se consideran pilares importantes en la economía agrícola de América Latina, aportando tanto al mercado local como a circuitos comerciales más amplios [75]. Su presencia sugiere una estrategia de producción estable basada en cultivos perennes, que además de su valor económico contribuyen a mantener cierta estructura vegetal que favorece procesos como la retención de suelos y la provisión de hábitat para especies asociadas a sistemas agroforestales.

El uso misceláneo indiferenciado (9,7%), compuesto por cultivos mixtos, matorrales y áreas descubiertas, indica una condición de heterogeneidad en transición, donde los sistemas productivos no se encuentran completamente establecidos o donde existe una dinámica de uso variable. Este patrón es común en zonas rurales donde coexisten prácticas agrícolas tradicionales, parcelas en recuperación y remanentes de vegetación secundaria [75]. Su presencia contribuye a una mayor diversidad estructural del paisaje, aunque generalmente con menor productividad y estabilidad ecológica en comparación con sistemas agroforestales o bosques secundarios maduros.

Las coberturas asociadas a piscicultura (7,29%) y granjas avícolas (4,2%) reflejan una diversificación progresiva de la matriz productiva. Ambos usos se alinean con tendencias actuales de ruralidad, donde los sistemas de producción complementarios como acuicultura y avicultura fortalecen la seguridad alimentaria local y reducen la dependencia exclusiva de los cultivos y la ganadería [76]. Se debe entender que, la diversificación productiva contribuye a aumentar la resiliencia socioecológica del territorio, especialmente frente a fluctuaciones climáticas o económicas.

Finalmente, la presencia de cafeterías (3,95%), un cementerio (2,27%) y un área en proceso de urbanización (0,24%) evidencia la interacción entre usos rurales y dinámicas de ocupación humana. Aunque ocupan superficies menores, estos usos reflejan un proceso de transformación gradual vinculado a la expansión de infraestructura y servicios, consistente con patrones descritos en la literatura sobre transición rural-urbana en América Latina [76].

La disponibilidad y calidad del agua dulce son esenciales para la vida humana y la producción agrícola, siendo los humedales reguladores naturales por su capacidad para filtrar contaminantes y recargar acuíferos [77–78]. Estos ecosistemas también contribuyen a la

resiliencia frente a eventos extremos como sequías e inundaciones [79–80].

En cuanto a los recursos maderables, destacan que los humedales pueden proporcionar materiales renovables siempre que se mantenga un manejo responsable que equilibre la demanda con la capacidad de regeneración [81]. Su explotación descontrolada, sin embargo, genera escasez y pérdida de funciones ecosistémicas [80].

De igual forma, la valoración alta del servicio de agua dulce responde a las características fisicoquímicas registradas en el análisis del recurso. La presencia de parámetros dentro de los rangos aceptables como pH adecuado, temperatura compatible con condiciones naturales y niveles de coliformes dentro del límite respalda la disponibilidad del agua para consumo humano y actividades agrícolas. Sin embargo, la baja concentración de oxígeno disuelto y la detección de sulfuros y aceites y grasas indican procesos de carga orgánica y posible interferencia antrópica, fenómenos ampliamente documentados como limitantes para los servicios hídricos en ecosistemas intervenidos [81]. Aun así, la valoración alta se justifica porque estos parámetros no anulan la disponibilidad del recurso, sino que evidencian necesidades de manejo para garantizar su sostenibilidad.

En contraste, los servicios de madera y fibras y recursos genéticos recibieron una valoración media debido a su menor representación espacial y a la naturaleza de sus coberturas asociadas como vegetación secundaria, uso misceláneo y cultivos menos dominantes que, si bien aportan materiales y diversidad genética, no constituyen una fuente principal de aprovisionamiento en el área. Esto coincide con lo planteado por el que señala que los servicios asociados a recursos genéticos y materiales suelen verse reducidos en paisajes donde la matriz predominante es agrícola y donde la vegetación natural queda restringida a fragmentos secundarios o relictos con menor capacidad productiva [81].

IV. CONCLUSIONES

La ciénaga estudiada es importante debido a su capacidad de aprovisionar servicios ecosistémicos, como: alimentos, agua dulce y recursos genéticos. No obstante, a pesar de que un porcentaje considerable de los residentes no visiten la ciénaga frecuentemente, la pesca y la observación de aves siguen siendo actividades importantes.

Los resultados del monitoreo de la calidad del agua indican que los niveles de oxígeno disuelto se encuentran bajo el límite permisible, importantes para una vida acuática saludable. Mientras que, los sulfuros superan el límite permitido. Los pesticidas organoclorados se mantienen dentro de los niveles aceptables. Sin embargo, los aceites y grasas presentan un foco crítico de contaminación y resaltando la necesidad de aplicar medidas de mitigación.

En el uso del suelo, se observa la predominancia de actividades agropecuarias, principalmente pastoreo, cultivos de plátano y cacao, mostrando del área tanto la importancia económica como los posibles impactos ambientales. Todo esto está relacionado con los servicios de aprovisionamientos identificados.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- [1] Hidalgo Zambrano J, Rosero P, Dustet A. Producción y evaluación de lipasas a partir de *Aspergillus niger* en sistemas de fermentación en estado sólido. Rev Colomb Biotecnol. 2023;25(1):45–58.
- [2] Rosero P, Dustet A. Metodologías para producción de enzimas en estado sólido. Biotecnol Univ. 2017;12(2):33–47.
- [3] Aveiga C, Lucas M, Sánchez J, Meza M, Briones J. Clima y factores ambientales del litoral ecuatoriano. J Trop Ecol. 2022;38:112–125.
- [4] TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Geneva: UN; 2025.
- [5] Rodrigues M, Sannigrahi S, Basu T, Pilla F, Chakraborti S. Ecosystem provisioning services and food security. Ecol Econ. 2023;210:107–115.
- [6] TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature. London: Earthscan; 2010.
- [7] De Groot R, Brander L, van der Ploeg S, Costanza R, Bernard F, Braat L, Christie M, Crossman N, Ghermandi A, Hein L, Hussain S, Kumar P, McVittie A, Portela R, Rodriguez LC, ten Brink P, van Beukering P. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosyst Serv. 2012;1(1):50–61. doi:10.1016/j.ecoser.2012.07.005.
- [8] Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press; 2005.
- [9] IPBES. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2019.
- [10] Mitsch WJ, Gosselink JG. Wetlands. 5th ed. Hoboken: Wiley; 2015.
- [11] Junk WJ, An S, Finlayson CM, Gopal B, Kvet J, Mitchell SA, Mitsch WJ, Roberts RD. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: A synthesis. Aquat Sci. 2013;75(1):151–67. doi:10.1007/s00027-012-0278-z.
- [12] Canning P, Helmer M, Moore J, Sullivan B. Freshwater resources in tropical wetlands. Water Resour J. 2022;18(4):77–90.
- [13] Fajardo L, González-Espinosa M, Ramírez-Marcial N, Bonfil C, Pulido-MT S. Plant-

- based materials for human use: fibers and timber. *J Environ Manag.* 2022;310:114751.
- [14]Bedoya R, Giraldo A, Muriel S. Community-based ecosystem service assessment. *Ecol Indic.* 2021;123:107331.
- [15]Valencia A, Du J, Beisiegel M, McCourt L, Grêt-Regamey A. Methodological tools for ecosystem service valuation. *Sustain Sci.* 2017;12:445–457
- [16]Díaz-Pinzón L, Sierra L, Trillas F. The economic value of wetlands in urban areas: the benefits in a developing country. *Sustainability.* 2022;14(14):8302.
- [17]NTE INEN 1105. Aguas. Muestreo para examen microbiológico. Quito: INEN; 2013.
- [18]NTE INEN 2169. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras. Quito: INEN; 2013.
- [19]NTE INEN 1106. Agua. Oxígeno disuelto. Métodos de análisis. Quito: INEN; 2013.
- [20]Ministerio del Ambiente. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Agua (TULSMA). Quito: MAE; 2018.
- [21]Aguirre A, Pérez M, Sánchez L, López R. pH in tropical freshwater ecosystems. *J Hydrol.* 2021;599:126–135.
- [22]Dodds W, Whiles M. Freshwater ecology: structure and function. Academic Press; 2010.
- [23]Morrisette P. Dissolved oxygen ranges in healthy rivers. *Environ Sci Water Res Technol.* 2019;5:1442–1453.
- [24]Ramsar Convention Secretariat. Global Wetland Outlook: State of the world's wetlands and their services to people. Gland: Ramsar Convention Bureau; 2018.
- [25]Vera-García F, Tirado-Sánchez N, Carvajal-Rodríguez R, Solís-Castro R, Cuenca-León K, Galarza-Mora D, et al. Eutrophication in Ecuadorian coastal wetlands. *Wetlands Ecol Manage.* 2022;30:1221–1238.
- [26]Thacker J, Balasubramanian K. pH variations and aquatic ecosystems. *Aquat Sci.* 2022;84:12.
- [27]Thacker J, Karthick B. Diatom distribution and water quality indicators. *Ecol Indic.* 2022;143:109412.
- [28]Ministerio del Ambiente del Ecuador. Informe sobre el estado de los humedales del Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente; 2015.
- [29]Cruz M, Torres J, Villareal H. Ecosystem services and community dependence in Ecuadorian wetlands. *Environ Sci Policy.* 2019;101:90–8. doi:10.1016/j.envsci.2019.07.012.
- [30]Wei X, Zhang X, Zhou Y, Yang Z, Xu M, Zhu G. Soil moisture and temperature effects on ecosystem respiration. *Ecol Model.* 2022;475:109825.
- [31]Aguilar J, Flores M, Castillo G, Rivera H. Temperature ranges in tropical wetlands. *J Trop Ecol.* 2022;38:201–213.
- [32]Madiha S, Malik RN, Muhammad S, Khan MS, Eqani SAMAS. Bioaccumulative potential of pollutants in wetlands. *Environ Pollut.* 2021;288:117793.
- [33]Ulaganathan S, Maran S, Perumal S, Ramasamy K. Persistent compounds in aquatic ecosystems. *Sci Total Environ.* 2022;822:153558.
- [34]Torres R, Pérez L, Martínez J, García S. Pesticide residues in tropical wetland ecosystems. *Chemosphere.* 2023;333:138853. Madiha S, et al. Bioaccumulative potential of pollutants in wetlands. *Environ Pollut.* 2021;288:117793.
- [35]Ray S, Sanjana P. Bioaccumulative effects of organochlorine pesticides. *Environ Res.* 2023;225:115–125.
- [36]Singh P, Singh G, Singh R, Arya S, Kumar P, Singh A, et al. Oils and fats in domestic effluents. *Environ Sci Pollut Res.* 2022;29:45215–45228.
- [37]Koul S, Singh S, Sharma S, Singh G, Bhatti S, Singh J. Organic pollutants in wetland ecosystems. *Sci Total Environ.*

2021;788:147–159.

[38]Elijah O. Surface oils and oxygen transfer in aquatic systems. *J Water Resour Prot.* 2022;14:345–359.

[39]González-Roche C, Cruz-López A, Benitez-Aurioles J. Organic loading effects on wetland autodepuration. *Ecol Eng.* 2019;127:232–241.

[40]Vergara F, Paredes D, Cantero C. Fecal coliforms in Paraguayan wetlands. *Water Sci Technol.* 2020;81:2621–2634.

[41]Sánchez Aroca D, Guangasig Toapanta D. Coliform contamination in rural Ecuador. *J Water Health.* 2023;21:456–469.

[42]Márquez D, Velastegui-Montoya A, Zhirzhan-Azanza B, Herrera-Matamoros V, Adami M, de Lima A, et al. Land cover in Ecuadorian coastal regions. *Land Use Policy.* 2021;108:105524

[43]GAD Bolívar. Uso del suelo cantonal. Bolívar, Ecuador: GAD; 2019.

[44]Alvarado-Zabala J, Martillo Alchundia I, Naspud Espinoza MG, Vásquez Calle K. Banana cultivation in Manabí province. *Agric Syst.* 2021;191:103–112.

[45]Silva Alvarado PM, Sablón Cossío N, Bravo Giler MA. Agricultural land distribution in Bolívar canton. *Agroforest Syst.* 2021;95:1501–1512.

[46]Pérez R, Aguilar L, Zambrano J, Rodríguez M. Cacao and sustainable development in Ecuador. *J Sustain Agric.* 2022;46:321–334.

[47]Heindorf M, Bruns S, Bröring S. Coffee production and cultural value. *Food Cult Soc.* 2021;24:511–529.

[48]Zhang Y, Li X, Cheng G, Huang C, Wang L, Li G, et al. Agricultural intensification and wetland resilience. *Ecol Indic.* 2021;128:107–116.

[49]Maithya K, Kimani J, Mutua J, Mbeche R. Impacts of land use change on wetland ecosystems. *Ecol Eng.* 2022;179:106–119.

[50]Dueñas L, Castro AJ, Villegas-Palacio C, García-Llorente M. Participatory approaches in ecosystem service management. *Ecosyst Serv.* 2022;54:101394.

[51]Pinos C, Timbe L, Feyen J. Integrating local knowledge and technical monitoring. *Ecol Soc.* 2021;26:12.

[52]Yang J, Shi S, Li J, Duan J, Wu S, Zhang H, et al. Ecosystem services and soil quality. *Soil Biol Biochem.* 2023;176:108–119.

[53]Ramírez A, Arango J, Pulleman M, Cardoso A, Quintero M. Ecosystem services and food security. *Food Policy.* 2020;96:101–112.

[54]Rizzo D, Marraccini E, Lardon S. Conservation of ecosystem services for food production. *Agric Ecosyst Environ.* 2021;310:107–118.

[55]Newton P, Civitaese A, Rosenstock T, Taylor A, Vermuelen S. Natural systems and food security. *Glob Food Secur.* 2021;28:100–110.

[56]Atencio G, Jaramillo F, Destouni G. Freshwater availability and wetland regulation. *J Hydrol.* 2024;622:127–139.

[57]Nayak S, Bhushan B. Wetlands for water purification and recharge. *Ecol Eng.* 2021;165:106–118.

[58]Vanham D, Leip A, Galli A, Kastner T, Bruckner M, Uwizeye A, et al. Role of wetlands in freshwater provision. *Water Res.* 2021;198:117–129.

[59]Kingsford RT, Bino G, Finlayson CM, Falster D, Fitzsimons JA, Gawne B, et al. Wetlands and resilience to extreme events. *Ecol Appl.* 2021;31:e02215.

[60]Somayeh A, Saeid E, Gholamreza S. Wetland ecosystem services for disaster mitigation. *Environ Sci Policy.* 2021;120:22–32.

[61]Bhowmik S. Wetland ecosystem functions and climate adaptation. *Clim Change.* 2022;171:45–60.

[62]Oettel J, Lapin S. Renewable resources from wetlands. *Forest Ecol Manag.*

2021;486:118–130.

[63]Sultan B, Kanyamurwa J. Sustainable timber use in wetlands. *J Environ Manag.* 2021;288:112–122.

[64]Taye T, et al. Overexploitation of wetland resources. *Wetlands Ecol Manage.* 2021;29:441–454.

[65]Mafiana F, et al. Wetland resource scarcity and ecosystem loss. *Environ Monit Assess.* 2022;194:123–134.

[66]Kouassi K, et al. Human pressures on wetland functions. *Environ Dev.* 2021;38:100–110.

[67]Ramos P, et al. Genetic diversity conservation in wetlands. *Biodivers Conserv.* 2023;32:1189–1205.

[68]Poloché F. Biodiversity and genetic resources in aquatic ecosystems. *Aquat Conserv.* 2023;33:1124–1137.

[69]Dueñas L, et al. Participatory approaches in ecosystem service management. *Ecosyst Serv.* 2022;54:101394.

[70]Pinos C, et al. Integrating local knowledge and technical monitoring. *Ecol Soc.* 2021;26:12.

[71]Daily GC, editor. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems.* Washington, DC: Island Press; 1997.

[72]Daily GC, editor. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems.* Washington, DC: Island Press; 1997.

[73]IPBES. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services.* Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2019.

[74]FAO. *The future of food and agriculture – Trends and challenges.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2017.

[75]FAO. *The State of the World's Forests 2020. Forests, Biodiversity and People.* Rome: Food and Agriculture Organization of the

United Nations; 2020.

[76]UN-Habitat. *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization.* Nairobi: UN-Habitat; 2020.

[77]Millennium Ecosystem Assessment (MEA). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends.* Washington, DC: Island Press; 2005.

[78]Barrera L, Córdova J, Quintana C. *Wetland conservation challenges in Ecuador: A review of status, threats, and management strategies.* *J Environ Manag.* 2020;268:110670. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110670.

[79]TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations.* In: Kumar P, editor. London: Earthscan; 2010.

[80]Millennium Ecosystem Assessment (MA). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington, DC: Island Press; 2005..

[81]IPBES. *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services.* Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2019.

ARTÍCULO DE COMUNICACIÓN

INDICADOR ENTOMOLÓGICO PARA GRANJAS AGROECOLÓGICAS EN LOS VALLES INTERANDINOS DE PICHINCHA

Pruna, Washington^{a*}; Skorobogatov, Nastia^a; Barragán, Álvaro^a

^a Laboratorio de Entomología, Museo QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de Octubre 1076 y Ramón Roca, Quito, Ecuador.

Resumen

La producción agrícola convencional ha provocado impactos negativos en la salud humana y la naturaleza por el uso de agroquímicos, la degradación de tierras, la contaminación hídrica y la pérdida de biodiversidad. No obstante, hay pequeños agricultores que utilizan técnicas ancestrales de producción sostenible y que hacen buen manejo de los recursos biológicos. Al conjunto de estas técnicas se lo conoce como agroecología, disciplina que integra ideas y métodos de varias áreas, como ciencias agrícolas, ecología, conocimiento indígena, geografía, economía, desarrollo rural y diseño. Debido al crecimiento en la demanda de productos orgánicos, verdes, biológicos o agroecológicos, se han implementado esfuerzos estatales, particularmente en áreas rurales, para el desarrollo de este tipo de producción que luego se oferta al público mediante la empresa privada. En Ecuador, varios productos agrícolas tienen certificaciones orgánicas otorgadas por empresas relacionadas a este negocio, pero dichas certificaciones se encuentran al alcance exclusivo de productoras agrícolas medianas o grandes, no para pequeños productores. Por esta razón, realizamos un estudio de diversidad entomológica, a través de la caracterización de áreas convencionales y agroecológicas, con el fin de encontrar una herramienta independiente que pueda ser utilizada por agricultores, ingenieros agrónomos, biólogos, certificadores y empresas estatales de control. Basándonos en muestreos de campo y utilizando metodologías probadas para buscar índices de diversidad mínimos, que nos den un valor numérico, en base a la presencia de insectos indicadores de buena salud de los ecosistemas,

para esto se están elaborando indicadores que permiten otorgar diferentes niveles de categorías agroecológicas a los cultivos. Los insectos son los animales más diversos del mundo y cumplen casi todas las funciones ecológicas conocidas: polinización, depredación, transformación de la materia orgánica; son consumidores primarios y están presentes tanto en los ecosistemas prístinos como en los sistemas agrícolas; los diferentes índices de diversidad muestran cuán sanos o degradados están estos ecosistemas.

Palabras clave: agroecología, certificación, entomología, índices de diversidad.

Abstract

Conventional agricultural production has had a negative impact on both human well-being and the natural environment, resulting from the use of agrochemicals, land degradation, water pollution, and the loss of biodiversity. However, there are small farmers who use ancestral techniques of sustainable production and have a much better management of biological and natural resources. All these techniques are collectively known as agroecology, a discipline that integrates ideas and methods from various fields, including agricultural sciences, ecology, indigenous knowledge, geography, economics, rural development, and design. Due to the widespread interest and constant growth in demand for organic, green, biological, or agroecological products, nationwide State efforts have been implemented, particularly in rural areas, to develop this type of production, which is then offered to the public through private companies. In Ecuador, several agricultural products have organic certifications granted by companies related to this

* Correspondencia a: Pruna Washington: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Av. 12 de Octubre 1076 y Ramón Roca. Quito, Ecuador. Teléfono: +593 987453483 Correo electrónico: washipc@hotmail.com

business; however, these certifications are only affordable to medium- or large-sized agricultural producers, not to small producers. For this reason, through the characterization of conventional and agroecological crops, we conducted a study on entomological diversity to identify an independent tool that can be utilized by farmers, agricultural engineers, biologists, certifiers, and State-owned control entities. Based on field sampling and using proven methodologies, we determine the minimum diversity index, which provides a numerical value based on the presence of insects that indicate healthy ecosystems. To this end, indicators are being developed that allow for the assignment of different levels of agroecological categories to crops.

Insects are the most diverse animals on the planet and perform nearly all known ecological functions, including pollination, predation, and the decomposition of organic matter. They are primary consumers and are present in both pristine ecosystems and agricultural systems. The different diversity indices show whether these ecosystems are healthy or degraded.

Keywords: *agroecology, certification, entomology, diversity index.*

La agricultura históricamente es muy importante, ya que nos permitió la domesticación de varias plantas silvestres, generando excedentes en la producción alimenticia y así mejorando nuestra calidad de vida [1]. Desde el apareamiento del arado hasta la aplicación de tecnologías de última generación, la agricultura pasó de ser una actividad de subsistencia a una empresa que genera millones de dólares y millones de toneladas de comida, suficiente para alimentar a la humanidad entera [2,3]. Sin embargo, este proceso ha llevado entre otras cosas a una pérdida de diversidad biológica [4], a procesos de contaminación ambiental [5,6] y, aunque suene raro, a hambre [3,7].

Después de la Segunda Guerra Mundial, con la aparición de compuestos químicos derivados del petróleo, se inició la denominada “Revolución Verde” con el propósito de optimizar la producción y minimizar los daños causados por plagas y enfermedades [6]. Muchos países pudieron mejorar sin duda los problemas de producción, pero los costos ambientales nunca fueron cuantificados, por lo que las cualidades de resiliencia de las tierras agrícolas están al límite [7].

En Latinoamérica la modernización agrícola trajo incrementos en la productividad y utilidades en divisas para agricultores que son compatibles con este modo de producción. Muchos países cercanos obtuvieron divisas de la exportación de alimentos como el cacao, banano y café; sin embargo, los niveles de pobreza se incrementaron [8]. Las consecuencias de la “revolución verde” en las áreas rurales marginalizaron a gran parte de la población, al centrar sus beneficios en los grupos ricos en recursos, acelerando así la diferencia entre ellos y los otros habitantes rurales [8].

Aunque se han aplicado numerosas moléculas sintéticas para el manejo de plagas, aproximadamente el 40 % de la producción alimentaria mundial sigue perdiéndose debido a plagas, patógenos y malezas [2,3,9] esto a pesar de la aplicación de más de 3 billones de kilogramos de pesticidas que usualmente son mal usados en las regiones pobres de los países en desarrollo [7,10]. Se reconoce que los insecticidas no solo eliminan a las especies plaga, sino también a depredadores naturales, parasitoides, polinizadores, descomponedores y otros organismos de la red trófica, llegando incluso a representar un riesgo para la salud humana.

A lo largo y ancho del mundo existen sistemas agrícolas que han logrado mantenerse en el tiempo pese a la presión del sistema, proponiendo por ejemplo: diseños de fincas que priorizan el correcto manejo del agua, policultivos que garantice las relaciones mutualistas beneficiosas entre diversas especies de plantas, a su vez atrayendo fauna y fungi benéfica, manteniendo la fertilidad del suelo en base al correcto manejo de desechos, fortaleciendo las bases sociales y de cooperación y creando oportunidades de comercio justo entre productores y consumidores. Estas bases han sido fuente de estudios de muchos científicos agrícolas, biólogos y ecólogos, que en la actualidad buscan la manera de documentarlas en trabajos científicos para su incorporación en la investigación formal. A esta ciencia se la denomina agroecología [2,3,7,10].

La FAO [11] define la Agroecología como: “una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas

sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la Agroecología. Ellos son los guardianes reales del conocimiento y la sabiduría necesaria para esta disciplina. Por lo tanto, los agricultores familiares de todo el mundo son los elementos claves para la producción de alimentos de manera agroecológica”

La producción agroecológica ha experimentado un notable incremento a nivel mundial [2,3,11]; en nuestro país, los datos son imprecisos; sin embargo, la conciencia ambiental está calando en el consumidor, quien busca productos saludables que además tengan características de comercio justo [12] y mejor si son amigables con la naturaleza. En Ecuador hay ferias agroecológicas en las grandes y pequeñas ciudades, en estas se percibe que hay apoyo estatal y regional a este modo de producción [13], grandes cadenas de supermercados tienen perchas especiales para estos productos [14]. Sin embargo, no hay certeza de si compramos verdaderamente productos orgánicos, biológicos o agroecológicos.

Durante las últimas décadas, los estudios orientados a la producción orgánica y biológica se han incrementado de manera significativa en todo el mundo. Cientos de libros y artículos científicos proponen medidas alternativas al uso de pesticidas, y más agencias estatales y privadas están impulsando los cambios en el campo. En América Latina, organizaciones como la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) han trabajado en el fortalecimiento de la agroecología, impulsándola tanto como un movimiento social orientado a la justicia de los pueblos como en su consolidación científica que posibilite evaluar su progreso. [15].

Los insectos son los seres más biodiversos del mundo, están presentes en todos los ecosistemas terrestres y han sido utilizados como indicadores biológicos de calidad de los mismos. Son fundamentales para proceso como la polinización, permitiendo la producción de frutos que luego son alimentos de seres humanos

y permiten la perpetuación de las especies vegetales, transforman la materia orgánica en compost que a su vez es alimento de hongos y plantas, son depredadores de otras especies de insectos que pueden llegar a ser plagas de los cultivos y a su vez son la base de la cadena trófica de otros animales como mamíferos, aves, reptiles y anfibios [16, 17].

¿Por qué tener un Índice Entomológico de calidad?

El incremento en el mercado de productos “orgánicos, biológicos, ecológicos, agroecológicos, verdes, comercio justo, entre otros” es una verdad innegable. Según datos del Banco Mundial, el negocio de este tipo de productos crece en muchos países de Latinoamérica. En nuestro país, una de las más grandes cadenas de supermercados ha puesto en percha desde hace más de cuatro años, más de 100 productos verdes, que por sus características tienen precios más elevados que los productos tradicionales y para esto tienen certificaciones de calidad de empresas nacionales e internacionales como: BCS, ICEA, TRUST CONTROL, QCQ, CERES para citar algunas y estas además avaladas por la agencia de control del estado [12,14].

Sin embargo, existen ciertas preguntas que el consumidor se hace con justa razón: ¿estos productos son realmente sanos? ¿Tienen prácticas de comercio justo? ¿Usan plaguicidas? ¿Qué metodologías se usan para certificar las fincas? ¿Cuánto pagan los productores para tener una certificación de este tipo? ¿Qué entidad independiente puede certificar que este trabajo es verdadero?

De la misma manera de parte de los productores pueden venir preguntas similares con respecto a: ¿qué gano con una certificación ambiental? ¿Cuánto cuesta implementarla? ¿Qué entidad gubernamental o privada me puede ayudar en este sentido? ¿Qué herramientas tenemos a mano a bajo costo para implementar estas certificaciones? Son preguntas válidas que necesitan respuestas de entidades que hagan investigación en el área agrícola.

La evaluación de índices de diversidad de insectos en ecosistemas agrícolas permite comprender cómo las prácticas de manejo influyen en la resiliencia de los servicios

ecosistémicos, como la polinización y el control natural de plagas [16]. Asimismo, una mayor diversidad funcional de insectos se ha asociado con una mayor estabilidad y productividad agrícola, lo que evidencia su importancia en el diseño de sistemas agroecológicos sostenibles [17].

¿Cómo ayudará un Índice Entomológico?

La agricultura es la simplificación de la biodiversidad natural que alcanza su máxima expresión en los monocultivos. El resultado final es, un ecosistema antinatural que debe recibir ingentes ingresos desde el exterior, a través del trabajo de los seres humanos e insumos para la tierra y control de plagas [2]. Esta premisa nos permite, como investigadores de las ciencias biológicas, recurrir a metodologías probadas en inventarios biológicos de ecosistemas naturales, que pueden aplicarse en agroecosistemas con el fin de estimar el grado de diversidad entomológica que puede tener un determinado predio agrícola y así catalogarlo como agroecológico. Las técnicas son sencillas y no se necesitan equipos especializados, por ejemplo: trampas pitfall (vasos en el suelo con agua y jabón) así como redes entomológicas serían los materiales a utilizar en estos trabajos. Las universidades y centros de investigación como Agrocalidad cuentan con laboratorios y equipos de microscopía que permitirían el procesamiento de las muestras. Es por esto que una guía básica de los insectos más representativos de agroecosistemas convencionales y agroecológicos sería la base para implementar esta metodología a nivel de estas granjas productivas.

Si bien los índices de diversidad de los sistemas agrícolas tal vez solo son una parte de todo lo que representa el gran espectro de manejo agronómico (Por ejemplo, suelos, fitosanidad de las plantas, malas hierbas, diversidad genética, aspectos sociales económicos, entre otros), pueden ser una manera de inferir en el resto de componentes de un agroecosistema, ya que los insectos han demostrado en varios tipos estudios ser indicadores biológicos confiables de la calidad ambiental de varios ecosistemas [18,19].

La oportunidad de tener herramientas de medición de la calidad ambiental permitirá a los actores de los sistemas agrícolas probarlas,

con el fin de compararlas con las certificaciones existentes. Así, Agrocalidad, técnicos, estudiantes, agricultores y consumidores podrán tener más elementos que permitan la certeza de tener un producto orgánico.

¿Cómo se realizó el estudio?

Se buscaron agricultores en los valles interandinos de Pichincha de dos tipos: 1. Productores con agricultura tradicional, monocultivos con utilización de plaguicidas, abonos químicos, maquinaria pesada e insumos externos y 2. Productores alternativos que incluyen a los denominados productores agroecológicos, orgánicos, verdes y biológicos. Después del acercamiento con los agricultores se escogieron cinco productores de cada grupo, tratando de que existan parámetros comparables en términos de tipo de cultivos, extensión de tierra, zonas de vida.

En cada una de las 10 fincas escogidas se realizaron barridos con redes entomológicas (100 brazadas por campo), para capturar insectos aéreos de los cultivos y plantas asociadas. Estos barridos se realizaron cada 15 días durante cuatro meses. Además, se colocaron seis trampas Pitfall o de caída para insectos terrestres, que contenían vinagre como preservante, que fueron colocadas dentro de las zonas de cultivo. Estas trampas fueron revisadas cada 15 días colocando su contenido en fundas ziplock con alcohol al 95%, etiquetadas y llevadas al laboratorio para su análisis. En el laboratorio se clasificaron las muestras hasta el nivel taxonómico más bajo posible, además de agruparlas en grupos funcionales. Con estos datos se están elaborando inventarios de diversidad entomológica de las diferentes zonas de producción agrícola y caracterizando las zonas agrícolas en base a índices de diversidad.

Se están realizando análisis de diversidad funcional que permitan describir las diferencias que existen entre las fincas muestreadas, en cuanto a los diferentes grupos de insectos y su rol ecológico dentro del cultivo, esto con el fin de poder caracterizar aquellas fincas que tengan características agroecológicas y diferenciarlas de las convencionales, finalmente se pretende obtener un índice entomológico que tenga una valoración simple, que permita en base a presencia y ausencia de grupos emblemáticos calificar las fincas de una manera técnica.

Finalmente se están escogiendo los grupos funcionales: parasitoides, internos y externos, hiperparasitoides, predadores, chupadores y masticadores, y especies emblemáticas de plagas y enemigos naturales, que permitan hacer una cuantificación de la diversidad funcional y su divergencia dependiendo del tipo de agrosistema. Con esta información estamos elaborando un manual de fácil manejo para investigadores, técnicos extensionistas, agricultores, certificadores, personal de agencias gubernamentales y consumidores para que puedan replicar evaluaciones en sistemas agrícolas similares. Este manual será presentado en un taller a los agricultores participantes e invitados de otros sistemas de producción.

¿A quién se pretende llegar?

Impacto social: La evaluación científica que permita caracterizar objetivamente a los diferentes agroecosistemas, puede mejorar el posicionamiento de un grupo creciente de productores agroecológicos, los cuales pueden ser reconocidos por consumidores y entes de control.

Impacto científico: Por primera vez se evaluará en el Ecuador la diversidad entomológica de los agroecosistemas de valles interandinos, además, esta aproximación inicial de análisis puede ser la puerta de entrada de otras áreas de las ciencias como la botánica, microbiología, química, sociología, paisajismo, entre otras, lo que redundará en formación de nuevos grupos de investigación.

Impacto económico: Nuevas herramientas de categorización para productores, técnicos y consumidores agroecológicos con el fin de mejorar su situación en los mercados

Impacto político: Mostrar la posibilidad de que otro mundo sea posible, con modos de producción más amigables con el medio ambiente.

Otro impacto: Educativo: Lograr el posicionamiento de la agroecología como una ciencia en las universidades del Ecuador.

REFERENCIAS

- [1] Diamond J. Colapso. Porqué unas sociedades perduran y otras desaparecen. Ed. Random House Mondadori, Bogotá, Colombia. 2006; 747p.
- [2] Altieri MA, Nichols C. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA, México. 2000; 250p.
- [3] León TE. Perspectiva ambiental de la Agroecología: La ciencia de los Agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia, IDEA, Bogotá, Colombia. 2014.
- [4] Bengtsson J, Ahnström J, Weibull AC. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. 2005; 42: 261-269.
- [5] MacLaughlin A, Mineau P. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1995; 55 (3): 201-212.
- [6] FPimentel D. Green revolution agriculture and Chemicals Hazards. *The Science of total Environment*. 1996; 188: 586-598.
- [7] Altieri MA. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan - Comunidad, Montevideo, Uruguay. 1999.
- [8] Segrelles J. Problemas ambientales, agricultura y globalización en América Latina. *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales de la Universidad de Barcelona*. 200.
- [9] Food and Agriculture Organization – FAO [Internet]. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030, Informe resumido, Departamento Económico y Social – FAO; 2018. [acceso 6 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s09.htm>.
- [10] Gurr GM, Wratten SD, Altieri MA. Ecological engineering for pest management. *Advances in habitat manipulation for artropods*. CSIRO, Australia. 2004; 244p.

- [11]Food and Agriculture Organization – FAO [Internet]. Agroecología; 2018. [acceso 10 de septiembre de 2018]. Disponible en: www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/.
- [12]Agrocalidad [Internet]. Inocuidad de alimentos, Dirección de orgánicos; 2018. [acceso 10 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/direccion-de-organicos/>.
- [13]El Comercio [Internet]. 32 lugares son el paraíso de los productores agroecológicos; 2016. [acceso 17 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/.../lugares-paraíso-productos-agroecologicos-quito.html>.
- [14]Revista Maxi. Orgánicos. Una gran alternativa. Editorial Taquina, Quito, Ecuador. 2018.
- [15]SOCLA [Internet]. Sobre nosotros – SOCLA; 2018. [acceso 15 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.socla.co/>.
- [16]Cardoso P, Barton PS, Birkhofer K, Chichorro F, Deacon C, Fartmann T, et al. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*. 2020; 242, 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>.
- [17]Dainese M, Martin EA, Aizen MA, Albrecht M, Bartomeus I, Bommarco R, et al. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances*. 2019; 5 (10), eaax0121. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>.
- [18]Andrade-C MG. Utilización de las mariposas como bioindicadores del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. 1998; 12 (84).
- [19]Gamboa M, Reyes R, Arrivillaga J. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. 2008; 48 (2).

ENVÍO DE MANUSCRITOS/PROCESO EDITORIAL

El envío de manuscritos se lo debe realizar a través de la plataforma digital de la revista (<https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/inicio/index.php/envio-de-manuscritos/>), en la que se deberá cargar el manuscrito y proporcionar la información que se solicite.

Los manuscritos serán recibidos por el Editor Principal de la revista y éste los transferirá vía electrónica al Editor de Sección para su evaluación de concordancia con la temática de la revista para continuar con el proceso editorial.

SISTEMA DE ARBITRAJE:

Una vez que el Comité Editorial ha verificado que el manuscrito cumple las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato, indicadas en la sección “Instrucción a los autores”, pasará a la siguiente etapa. Los manuscritos que sean considerados relevantes, se enviarán a dos expertos revisores (revisión por pares), externos a la entidad editora, anónimos, especialistas en la temática del artículo, en el modelo doble ciego. La selección de los revisores estará a cargo del Editor de Sección.

Los expertos evaluarán el manuscrito y emitirán un informe respecto al mismo. La aceptación del manuscrito puede hacerse en las condiciones originales (el revisor juzga que no es necesario cambio alguno), condicionada a cambios menores o mayores. Si la aceptación está condicionada a cambios (menores o mayores), conviene que el revisor indique si es necesario que se le envíe el manuscrito otra vez cuando el autor haya realizado las correcciones.

Con base en las recomendaciones de los revisores, el Editor o miembro del Comité Editorial asignado de la revista comunicará al autor el resultado de la evaluación del manuscrito. En el caso de que se realicen recomendaciones para el trabajo determinado, estas se enviarán al autor con las observaciones respectivas para realizar los cambios pertinentes.

Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, el autor deberá enviar una nueva versión del artículo (manuscrito corregido) atendiendo las observaciones y recomendaciones de los revisores, las cuales podrán de ser necesario, remitidas a los revisores para verificar la validez de las correcciones realizadas. La decisión final si procede o no la publicación del artículo será tomada por el Editor de la revista, la cual será comunicada al autor.

DETECCIÓN DE PLAGIO

Con respecto a la detección de plagio, la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana, utiliza el sistema informático iThenticate de Turnitin para evaluar todos los manuscritos recibidos, definiéndose como criterio máximo de aceptación el 10% de similitud. Adicionalmente, los documentos deberán contar con todas las citas y referencias bibliográficas.

Información detallada sobre la revista “ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana” y su proceso editorial se encuentra disponible en la página web de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, en el siguiente link:

<https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/inicio/>

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La revista "ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana", publica trabajos originales relacionados con estudios de relevancia en todos los ámbitos de las ciencias agrícolas y pecuarias.

Recepción de Manuscritos

Los manuscritos se recibirán junto con una carta de presentación, declaración de originalidad y autoría, y la declaración de aceptación de cambios. Los autores se comprometerán a presentar documentos de validación del estudio, de ser requerido.

Políticas de Derechos de Autor

Al momento de remitir los manuscritos a la revista, los autores se comprometen a lo siguiente:

- Aseguran la originalidad del trabajo presentado por el autor y coautores.
- El artículo no ha sido aceptado para publicación, y no se encuentra en proceso de revisión en otra revista.
- El autor y coautores poseen los derechos sobre todo el material utilizado en el artículo.

En cuanto el artículo sea aceptado para publicación en la revista, el autor principal remitirá un documento firmado en el cual acepta su publicación y cede los derechos de publicación a la revista. Este documento es requisito indispensable para publicar un artículo en la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana.

Las políticas de derechos de autor serán establecidas en base a la normativa vigente de Propiedad Intelectual en el Ecuador.

Verificación de la condiciones

El Comité Editorial recibirá los manuscritos y verificará el cumplimiento de las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato. Se

deben contemplar temas en área de diagnóstico, producción, inocuidad, sanidad vegetal o animal y relacionados. El Comité Editorial tendrá la atribución de rechazar un manuscrito si considera que la temática que aborda se aleja de las áreas que abarca la revista.

Revisión y publicación

Cada manuscrito que se reciba y cumpla con las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato, será sometido a un proceso de evaluación de revisores especialistas (sistema de arbitraje externo, por pares, doble ciego).

Formato del Manuscrito (Artículo y Comunicación Científica)

Los manuscritos deberán ser presentados en tamaño A4, con un interlineado sencillo. El tamaño de letra debe ser 10 Times New Roman, exceptuando el Resumen y/o Abstract, en los que se usará tamaño de letra 9. Los subtítulos irán en negrita, alineados al lado izquierdo. La extensión del artículo científico tendrá un máximo de 7000 palabras, incluyendo el título, resumen, palabras clave, referencias, tablas, figuras y leyendas. Tomar en cuenta que tanto tablas como figuras pequeñas tendrán un equivalente en palabras de 300, mientras que tablas y figuras grandes pueden tener un equivalente en palabras de 600 o más.

Las comunicaciones tendrán una extensión de 1500 palabras, incluyendo el título, resumen, palabras clave, referencias, tablas, figuras y leyendas.

Organización del manuscrito

- Título
- Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)
- Resumen y palabras clave
- Title
- Abstract and keywords
- Introducción
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Referencias

Título

Debe estar en mayúsculas, ser conciso, tener una extensión no mayor a 10 palabras. Debe informar acerca del contenido y la aportación, no se debe usar abreviaturas.

Los autores deben sugerir un título corto de máximo 40 caracteres, incluyendo los espacios, que será incluido en el encabezado de las páginas impares de la revista.

Nombre(s) del autor(es) y afiliaciones

Se debe escribir el (los) apellido(s) y el (los) nombre(s) de los autores en orden de contribución al artículo, separados por un punto y coma (;). Superíndices al lado de los nombres de los autores servirán para indicar la afiliación de los mismos.

Las afiliaciones se deberán presentar debajo de los apellidos y nombres de los autores, y se deberá incluir la dirección de las instituciones de investigación. Uno de los autores deberá ser el encargado de recibir la correspondencia relacionada al artículo (durante el proceso de revisión del manuscrito y una vez publicado el artículo) y éste debe ser identificado con un asterisco (*) a lado del nombre. Los datos de contacto del autor de correspondencia deben ser ubicados como pie de página en la primera página.

Resumen

El resumen debe estar escrito en un solo párrafo, a espacio sencillo y no sobrepasar las 250 palabras. Debe ser claro, conciso, despertar el interés del lector y dar información sobre la introducción, los objetivos, la metodología, resultados y conclusiones obtenidos en la investigación. Se deben omitir las abreviaturas, siglas, códigos, símbolos o fórmulas, también el uso de referencias bibliográficas.

Palabras clave

Se colocarán hasta 5 palabras o frases, ubicadas en orden alfabético y separado por comas, que identifican al artículo.

Title, Abstract and Keywords

Se colocará el título en inglés, en letra mayúscula y negrita. Seguido de la palabra "Abstract" con el

resumen traducido al inglés. Finalmente se incluirá "keywords" donde se harán constar las palabras clave en inglés.

Introducción

La introducción hace la apertura del artículo, ambienta y dirige al lector; asimismo, informa sobre los antecedentes del estudio, define el problema de la investigación y su importancia, indica el propósito u objetivo de la investigación o la hipótesis probada por el estudio, destaca el valor, el por qué y la utilidad del trabajo realizado. En esta sección se debe justificar el trabajo de investigación y su relación con otros trabajos anteriores. Debe existir una amplia revisión bibliográfica, de tal manera de dejar claramente establecido el "estado del arte" en la temática abordada y las motivaciones que dieron origen al estudio que se va a publicar. Las referencias citadas en el texto deben estar bien documentadas y actualizadas, y se debe evitar un número excesivo de citas. No se busca citar toda la información científica sobre el tema, sino lo más destacado y relevante. En esta sección no se incluyen datos o conclusiones del estudio realizado.

Metodología

En esta sección se describen los métodos o técnicas empleadas en el desarrollo del trabajo de investigación, debe ser lo suficientemente detallada como para que otras personas con acceso a los datos puedan reproducirlos. Deben incluirse los reactivos (marca y pureza), materiales y equipos (nombre, modelo y detalles técnicos importantes) utilizados; parámetros usados en los equipos y cualquier aspecto que se juzgue necesario para que el lector del artículo pueda replicar la parte experimental y los resultados del trabajo de investigación. Resulta muy conveniente referirse a métodos utilizados por otros autores y/o trabajos previos, eso sí, siempre citando aquellos trabajos. Se debe tener en cuenta aspectos como el diseño experimental y métodos estadísticos empleados, indicando las variables, muestras y población tomados en base a los objetivos del estudio. Se debe definir los términos estadísticos, abreviaturas y la mayoría de símbolos; especificar los paquetes de software estadístico y las versiones utilizadas. Se debe explicar la dimensión temporal, el momento, número de veces y cualquier otro detalle referido a la recolección de la información. Finalmente es importante recordar que el diseño

contribuye a la validez interna del estudio, además debe contener el escenario en el que se desarrolló la investigación, el o los sujetos, el tamaño muestral, condiciones de trabajo, métodos de recolección de las muestras y cómo fueron analizados los datos.

Resultados y discusión

Es la sección más relevante del manuscrito. Los resultados deben presentarse en el orden que fueron planteados los objetivos. Deben ser claros, concisos, precisos y con una secuencia lógica. Dentro de los resultados pueden incluirse figuras, tablas y ecuaciones. Conviene discutir los resultados a medida que se los va presentando de manera argumentativa. Se debe mencionar la importancia del trabajo y su comparación en base a resultados de otros estudios similares. Se recomienda comenzar con la discusión de los resultados propios y los más importantes, para luego pasar a compararlos con estudios similares publicados, de acuerdo a una extensa revisión bibliográfica. Se puede incluir implicaciones teóricas y prácticas, y se puede recomendar investigaciones futuras relativas al tema. Una buena discusión no comenta todos los resultados, no los repite de capítulos anteriores, no generaliza, ni extrapola en forma injustificada. Además no plantea comparaciones teóricas sin un fundamento.

Conclusiones

Las conclusiones deben ser presentadas claramente como respuesta a la interrogante que originó el estudio y a los objetivos planteados. Es importante mencionar todas las limitaciones que presentó el estudio durante su ejecución y la forma como pudieron influenciar en las conclusiones del trabajo.

Agradecimientos (opcional)

Esta sección puede ser usada para aquellos casos que requieran expresar una declaración explícita de la fuente de financiación o cooperación realizado por personas distintas del autor de la investigación.

Conflictos de interés

Los autores deberán declarar cualquier conflicto de interés que tengan con respecto al contenido del manuscrito. Si los autores no tienen conflictos de interés, deberán escribir: "Los autores declaran que

no tienen conflictos de interés".

Referencias

Se debe listar las referencias en orden de aparición en el texto. Las referencias completas no deben ser citadas dentro del texto. Cuando se cita se debe colocar entre corchetes el número de referencia. Las referencias deben colocarse antes de los signos de puntuación (puntos, comas, etc.). En caso de que una sección del texto requiera la cita de dos o más referencias, los números correspondientes a éstas se colocan dentro del mismo par de corchetes. No se debe combinar referencias, sólo debe haber una referencia para cada número. La guía para escribir las citas y referencias se puede descargar del siguiente enlace: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/CITAS-Y-REFERENCIAS-VANCOUVER-ECUADOR-ES-CALIDAD.pdf>

Figuras y tablas

Las figuras pueden aparecer a color o en escala de grises, su tamaño dependerá del criterio del autor, con la condición que sean ilustrativas y, en caso de tener letras y/o caracteres, éstos sean distinguibles aun después de una reducción de entre el 25 y 50%. Las leyendas de figuras serán colocadas en la parte inferior de la misma y con numeración para facilitar su identificación. Al hacer referencia a las figuras dentro de su artículo, se debe utilizar la abreviatura "Fig.", incluso al citar dentro del texto. Las tablas se deben presentar en blanco y negro.

Las leyendas de tablas serán colocadas en la parte superior de la misma y con numeración para facilitar su identificación. No se debe abreviar "Tabla" y éstas deben ser numeradas. Tanto figuras como tablas presentes en el artículo tienen necesariamente que ser mencionadas en el texto. Asimismo, tanto figuras como tablas deben tener leyendas informativas que indiquen con claridad la información presentada. Si la figura y/o tabla fue obtenida de otro trabajo sin modificación, debe citarse la fuente y, además, presentarse una autorización por parte del autor para su utilización en el artículo. Si la figura y/o tabla fue parcialmente modificada de una existente en las referencias, se debe escribir en la leyenda "adaptado de (referencia)". Si la figura y/o tabla es de elaboración propia, no es necesaria aclaración alguna.

En el caso de ecuaciones matemáticas, utilizar un editor de ecuaciones y numerar las ecuaciones para facilitar la explicación en el texto.

Bibliografía Recomendada

Para las referencias que sean usadas en el manuscrito se recomienda se use el estilo de bibliografía VANCOUVER conforme a lo que se indica en la GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS – ESTILO VANCOUVER (<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/CITAS-Y-REFERENCIAS-VANCOUVER-ECUADOR-ES-CALIDAD.pdf>)

Formato Artículos de Opinión

Los artículos de opinión tendrán una extensión de 1500 palabras. Estarán conformados por el artículo y una breve biografía del autor y las referencias bibliográficas correspondientes si las hubiera.

Formato Artículos de Revisión (Review)

Los artículos de revisión tendrán una extensión de no mas de 15000 palabras. Estarán conformados por

- Título
- Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)
- Resumen y palabras clave
- Title
- Abstract and keywords
- Introducción
- Temas concernientes a la revisión
- Discusión y Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Referencias

INSTRUCCIONES A LOS REVISORES

Los revisores asignados al manuscrito se comprometen a realizar una evaluación confidencial, apegados al código de ética de la revista. Además, tendrán que preparar “Informe del Revisor”, el mismo que deberá ser el concreto. A continuación se detalla el contenido recomendado para el Informe del Revisor:

- El primer párrafo incluirá el título de manuscrito, los nombres de los autores y una síntesis del contenido del trabajo. Si se considera conveniente, se pueden comentar aspectos novedosos en lo referente a metodología o hallazgos.
- En el segundo párrafo se debe evaluar la estructura del manuscrito; debe evaluarse, entre los aspectos más importantes, si la problemática y los métodos fueron descritos apropiadamente, y si hay claridad en la discusión y conclusiones.
- Si el revisor lo considera necesario, puede sugerir referencias adicionales que puedan mejorar la calidad del manuscrito (opcional).
- En caso de ser necesario que el autor realice cambios, correcciones y/o aclaraciones, se debe listar las mismas en viñetas indicando la parte del manuscrito que debe ser cambiada, corregida y/o aclarada.

En el último párrafo del informe, el revisor sugiere la aceptación o rechazo del manuscrito. La aceptación del manuscrito puede hacerse en las condiciones originales (el revisor juzga que no es necesario cambio alguno), condicionada a cambios menores o mayores. Si la aceptación está condicionada a cambios (menores o mayores), conviene que el revisor indique si es necesario que se le envíe el manuscrito otra vez cuando el autor haya realizado las correcciones.

CÓDIGOS DE ÉTICA DE LA REVISTA

Referencias generales

La revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana se adhiere a los lineamientos para ética en la publicación, establecidos por el Committee on Publication Ethics (COPE). El presente documento ha tomado como base las normas establecidas en "Guidelines On Good Publication Practice". Todos los autores, revisores, colaboradores, coeditores y editor declaran tácitamente seguir dichos principios.

Con respecto a la detección de plagio, la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana, utiliza un sistema informático para evaluar todos los manuscritos recibidos, definiéndose como criterio máximo de aceptación el 10% de similitud. Adicionalmente, los documentos deberán contar con todas las citas y referencias bibliográficas.

Sobre el trabajo científico

Todo trabajo de investigación deberá estar bien justificado y planificado, y haber sido diseñado correctamente. Los autores se comprometen a presentar documentos de validación del estudio, de ser requerido. Dependiendo de la naturaleza de la investigación, de ser necesario, los investigadores deberán presentar los documentos de un comité de ética apropiadamente constituido, que certifique la corrección y aprobación del estudio.

Análisis de datos

Los datos deben ser correctamente analizados, detallando la metodología empleada y fuentes de información. Un análisis inapropiado de los mismos, no necesariamente equivale a una mala conducta. La falsificación de datos equivale a una conducta antiética.

Autoría

Todos los autores se hacen responsables por el artículo; sin embargo, cada uno debe asumir la responsabilidad por la o las secciones donde se

involucró y trabajó directamente. No se deberá incluir a investigadores que no hayan contribuido al estudio.

Conflictos de interés

Todo conflicto de interés, sea de tipo personal, académico, financiero, u otro, deberá ser declarado al editor por todos los involucrados: investigadores, autores y revisores. Esta declaración se deberá hacer cuando el artículo sea presentado para evaluación.

Revisión por pares

Esta revisión es realizada por especialistas externos, seleccionados por el Editor y el Comité Editorial. La evaluación del manuscrito es confidencial y todos los involucrados se comprometen a mantenerla. Los revisores y editores no podrán hacer uso de la información presentada, a menos que tengan la autorización de los autores. Los revisores deberán proporcionar información rápida y precisa en sus comentarios, así como, informes objetivos, bien justificados e imparciales. Por otra parte, los revisores se comprometen a notificar confidencialmente al editor de cualquier sospecha de conducta antiética.

Duplicación de información

Los estudios presentados no deben haber sido publicados, por lo que no deben repetirse, a menos que se requiera realizar un estudio adicional. Los autores no podrán remitir para evaluación un mismo manuscrito a más de una revista o a cualquier otra fuente de publicación.

Plagio

Todas las fuentes de información utilizadas para la elaboración del estudio deben identificarse claramente y estar referenciadas y citadas. Los autores deberán solicitar permiso por escrito para el uso de cierta información de otros autores, cuando sea necesario.

Responsabilidad editorial

La decisión de los manuscritos a cargo del editor y comité editorial deberá ser tomada exclusivamente, basada en criterios de importancia, originalidad, claridad y relevancia del estudio; así como de respeto de las reglas de escritura científica de la revista. Todos los involucrados en el proceso editorial están comprometidos a mantener total confidencialidad de los manuscritos recibidos y de su estado.

Sobre la mala práctica

Los autores e involucrados en el proceso editorial se comprometen a realizar un trabajo honesto, profesional y de buena fe, asegurándose que los resultados demuestren un trabajo ético. Los involucrados en el proceso editorial de acuerdo a sus responsabilidades y en medida de lo posible se comprometen a evaluar los manuscritos y dar seguimiento a cualquier sospecha de mala práctica científica, pudiendo tomar las medidas que consideren más convenientes en los casos en los que se compruebe falta de ética en cualquier trabajo presentado para evaluación.



AGROCALIDAD

AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Av. Eloy Alfaro y Amazonas - Edificio MAG Piso 9

Teléfono: (593) 23828 860 ext. 2096

revista.ecuadorescalidad@agrocalidad.gob.ec

revista.ecuadorescalidad@gmail.com

Quito - Ecuador