

ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 - 0902

ISSN-L 2664 - 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 17

MAYO - AGOSTO 2022



ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 - 0902

ISSN-L 2664 - 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 17

MAYO - AGOSTO 2022



CONTACTO

Dirección postal

Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia
Avenida Huayna Potosí N° 48
Nuevos Horizontes III, Ciudad de El Alto
La Paz - Bolivia
Código Postal: 15000

Contacto principal

Ing. MSc. Alcides Wilfredo Carpio/Editor
Teléfono: (59 1) 72037872 Correo electrónico: editor@revistaalfa.org

Contacto de asistencia

Ing. Freddy Sánchez
Teléfono: (593) 999275425
Correo electrónico: soportesistema@cetbolivia.org

Información legal

ISSN: 2664-0902
ISSN-L: 2664-0902
Periodicidad: Cuatrimestral

AUTORIDADES

- Lic. David Max Olivares Alvares MSc., Director de Proyecto América
- Dr. José Lázaro Quintero Santos, Director Adjunto - Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador
- Dr. Iván Javier Villamar Alvarado, Director Adjunto - Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia
- Lic. Edgar Olivares Alvares, Director de Posgrados
- MSc. Pedro Misacc Naranjo Bajaña, Director de Publicaciones
- Lic. Doris Lisbeth Villalba Fermín Msc., Directora de Revistas

Equipo Editorial

DIRECTOR

Ing. MSc. Alcides Wilfredo Carpio/Editor

Editor/Editor

Ing. MSc. Alcides Wilfredo Carpio, Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia, Bolivia

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

- Ph.D. Enrique Richard, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” ESPAM, Ecuador
- Ph.D. Oscar Rea Campos Fundación Comunidad y Axió, Bolivia
- Ph.D. Sergio Donoso Calderón, Universidad de Chile, Chile
- Ph.d. Felipe Lidcay Herrera, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba
- Ph.d. Santiago Ulloa, Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador
- Ph.D. Enrique Nieto Rodríguez, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

COMITÉ CIENTÍFICO

- Dr. Dante Pinochet Tejos, Universidad Austral de Chile, Chile
- MSc. Everth Ebratt R., Universidad Nacional de Colombia, Colombia
- Ph.D. Dennis Denis Ávila, Universidad de La Habana, Cuba
- Dr. Luis Fernando Lodoño Franco, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Colombia
- Ph.D. Julián Leoncio Rodríguez Rodríguez, Universidad de La Habana, Cuba
- Ph.D. José Ibrahim Hernández Rosas, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador

EVALUADORES PARES

- MSc Rosa Angelica Sanmiguel, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia
- Ing. Jaime Eduardo Muñoz, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Colombia
- Mg. Andrés Javier Almeida Herdoiza, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador
- Mg. Galo Ernesto Martínez Cepeda, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Extensión Chone, Ecuador
- MSc. Ángel Guillermo Félix Mendoza, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador
- Ph.D. Carlos Falconi Borja, Biocontrol – Science, Ecuador
- MSc. Galo Cedeño García, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” – ESPAM, Ecuador

EQUIPO TÉCNICO

Diseñadora

Lcda. Betsabe Pari Quiñones

Diagramadora

Lcda. Alba Gil

Traductores

- Lcda. Ivana Camejo, en portugués
- Dr. Emilio Arévalo, en inglés

POLITICA

Enfoque y Alcance

Misión

La Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias “**ALFA**”, tiene como propósito lograr la difusión y divulgación de los avances y resultados de las investigaciones científicas y humanísticas del hecho Agronómico, con un enfoque transdisciplinario y dentro de un contexto nacional e internacional.

Alcance

La Revista **ALFA** es un nuevo medio de divulgación científica, humanística, especializada en el área de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, creada por el Centro de Estudios Transdisciplinario Bolivia, bajo la orientación o modalidad de acceso abierto. Esta revista persigue posicionarse en los principales portales de indización, a través de las investigaciones científicas de calidad que se publicaran en ella. Posee además, un alcance internacional, y se mantiene abierta a todos los docentes e investigadores.

La revista **ALFA** es una publicación periódica de aparición cuatrimestral, en español, arbitrada bajo el sistema por pares a doble ciego; es una revista de acceso abierto. Sus investigaciones están destinadas a dar aportes a la comunidad científica para mejorar la calidad de los procesos de la producción y la transformación de productos agrícolas y alimentarios para el consumo humano y animal.

La revista está dirigida a investigadores, docentes, estudiantes y comunidad en general involucrados en los temas de acontecer agronómicos y las diversas ciencias que generan avances científicos sobre estudios de suelo. Los artículos recibido por **ALFA** serán revisados, arbitrados y aceptados, según resultados arrojados por la evaluación para su posterior edición y publicación.

El proceso de edición **ALFA**, se encuentra sometido bajos las normas y los estándares de control de calidad, garantizando la originalidad, pertinencia y actualidad de los artículos aceptados y publicados a través del establecimiento de principios de ética y políticas de detención de plagio.

Políticas de sección

Presentación. Está relacionada con la introducción a las temáticas de los manuscritos que se serán publicados en el número correspondiente, en ella, se sustenta la información contentiva de la publicación para acercar, y en la medida de las posibilidades conectar al lector con los temas que se encontraran en el número sobre las disciplinas científicas, mediante la divulgación y el debate de los diversos temas que se abordaran en **ALFA**.

Investigación. Bajo este rubro, los trabajos deberán contemplar criterios como el diseño pertinente de la investigación, la congruencia teórica y metodológica, el rigor en el manejo de la información y los métodos,

la veracidad de los hallazgos o de los resultados, la discusión de resultados, conclusiones, limitaciones del estudio y, en su caso, prospectiva. La extensión de los textos deberá ser de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas deberán ir numeradas y estar escritas a espacio y medio.

Intervenciones Académicas. Deberán contar con un sustento teórico-metodológico encaminado a mostrar innovaciones dentro del campo científico. La extensión de estos trabajos es de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas y se escribirán a espacio y medio.

Reseñas de libros. Deberán aproximarse de manera crítica a las ideas, argumentos y temáticas de libros especializados. Su extensión no deberá exceder las tres mil palabras, calculadas con el contador de Word, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas, con interlínea de espacio y medio.

Reseña de revistas. Se referirán revistas nacionales o internacionales cuya temática sea de interés para la comunidad científica. Deben estructurarse con: Título, resumen en inglés y español, descripción del área temática, tipo de artículo y periodicidad, editorial, Institución, país, localización. Máximo 2 páginas.

Reseña de tesis y trabajos de grado. Se referirán trabajos de investigadores de las universidades. Deben estructurarse con: Título, autor (es), resumen del trabajo de investigación en español inglés (abstract) con las palabras claves, tipo de tesis (Doctoral, Maestría), tutor, departamento, universidad, fecha de aprobación. Máximo 2 páginas.

Reseña de páginas web, blogs y otros documentos electrónicos. Se referirán a trabajos o referencias de trabajos publicados en Internet que sean de interés para el campo académico e investigativo. Deben estructurarse en: título, autor (es) de la revisión, breve información sobre el contenido, especificación de dirección(es) electrónicas y los aportes que justifican dicha referencia. Máximo 4 páginas.

Eventos. Minuta de los profesionales e investigadores que asistan a eventos nacionales o internacionales que divulgarán o participarán las ponencias, conferencias, foros, simposios entre otras actividades que se hayan sido presentadas o por presentar en un evento. El archivo debe ir estructurado de la siguiente manera: objetivos, resultados, conclusiones y propuestas generados en los mismos. Deben señalar datos de identificación: nombre del evento, lugar, fecha y objetivos. También forman parte de esta sección, la promoción y difusión de Jornadas, Congresos, Reuniones y Conferencias nacionales e internacionales de interés para los lectores. Máximo tres cuartillas.

Proceso de evaluación por pares

El tiempo estimado desde la aceptación del trabajo por los evaluadores hasta la publicación se estima de tres (3) meses, se realiza una revisión por pares a doble ciego. La Revista **ALFA** del CET, se reserva el derecho de sugerir modificaciones formales a los artículos que sean aceptados para su publicación. Todos los textos enviados deben registrarse por las normas internas de la revista para la presentación de artículos.

- Este sistema de control de calidad se desarrolla durante todo el proceso editorial de la revista en formato digital, de la siguiente manera:
 - Inicia con el proceso de recepción de las propuestas de artículos que realiza el (los) autor (es). Seguidamente, el artículo es evaluado de forma rigurosa por el Comité Editorial previendo que posea los parámetros de estructura claridad de los objetivos, coherencia de las ideas, pertinencia de la metodología, solidez de los resultados y discusión, conclusiones y referencias, en función de garantizar la pertinencia, originalidad del aportes, rigurosidad científica y la ética en el proceso editorial, reservándose el comité el derecho de remitir a expertos en la temática planteada.
 - Posteriormente, se asignarán dos pares externos a la institución editora, nacionales o internacionales, como evaluadores del artículo bajo la modalidad del sistema por pares a doble ciego, y en caso de presentarse desacuerdo en los conceptos, se asignará un tercer par evaluador para dirimir los desacuerdos; son ellos quienes realizarán observaciones y emitirán una dictamen en términos de: (a) Aceptado para publicación, (b) Pendiente de publicación, o (c) No se acepta para publicación.
- Finalmente, el artículo es publicado en el número correspondiente al que se encuentre estructurado en función de temas actuales y pertinentes. Es por ello, que la propuesta de artículos es ingresada a nuestro sistema respondiendo a los parámetros establecidos por el Comité Editorial.

En el proceso de arbitraje se tienen en cuenta los siguientes criterios:

1. Cumplimiento de las normas internas de la revista.
2. Pertinencia de la temática con el área de cobertura de lo publicado en la Revista **ALFA**.
3. Aporte de nuevos conocimientos teóricos y prácticos sobre la temática trabajada.
4. Rigurosidad y objetividad con la temática abordada.
5. Uso adecuado, claro y coherente del idioma escrito.
6. Actualización y vigencia del respaldo referencial informado (cinco últimos años).

Normas de entrega

El autor deberá descargar del sitio web de la revista, llenar y adjuntar a su contribución el formato único que integra la siguiente información:

- Solicitud de evaluación del artículo. La declaración de autoría individual o colectiva (en caso de trabajos realizados por más de un autor); cada autor o coautor debe certificar que ha contribuido directamente a la elaboración intelectual del trabajo y que lo aprueba para ser evaluado por pares a doble ciego y, en su caso, publicado. Declaración de que el original que se entrega es inédito y no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación. Datos: nombre, grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfono, correo electrónico.

- Currículo resumido del autor que no exceda de 5 líneas, en hoja aparte.
- El trabajo y los documentos solicitados arriba se enviarán a la dirección electrónica: editor@revistaalfa.org
- Los trabajos deberán presentarse en tamaño carta, con la fuente Arial de 12 puntos, a una columna, y en mayúsculas y minúsculas.
- El título deberá ser en trilingüe (español, inglés y portugués) y no podrá exceder las 15 palabras.
- Toda contribución deberá ir acompañada de un resumen en español que no exceda de 150 palabras, con cinco a seis palabras clave que estén incluidas en el vocabulario controlado encontrados en los principales diccionarios de palabras clave especializado del área de agronomía y veterinaria, más la traducción de dicho resumen al inglés (abstract) con sus correspondientes palabras clave o key words y Portugués Resumo (obsérvese la manera correcta de escribir este término).
- Las palabras clave se presentarán en orden alfabético. Todos los trabajos deberán tener conclusiones.
- Los elementos gráficos (cuadros, gráficas, esquemas, dibujos, fotografías) irán numerados en orden de aparición y en el lugar idóneo del cuerpo del texto con sus respectivas fuentes al pie y sus programas originales. Es decir, no deberán insertarse en el texto con el formato de imagen.
- Las fotografías deberán tener mínimo 300 dpi de resolución y 140 mm de ancho.
- Se evitarán las notas al pie, a menos de que sean absolutamente indispensables para aclarar algo que no pueda insertarse en el cuerpo del texto. La referencia de toda cita textual, idea o paráfrasis se añadirá al final de la misma, entre paréntesis.
- La lista de referencias bibliográficas también deberá estructurarse según las normas Vancouver.
- Todo artículo de revista digital deberá llevar el DOI correspondiente, y a los textos tomados de páginas web modificables se les añadirá la fecha de recuperación. A continuación se ofrecen algunos ejemplos.

Libro

Baños Díez JE, Farré Albaladejo M. Principios de farmacología clínica. Barcelona: Masson: 2002.

Capítulo de libro

Espigares García M, Fernández-Crehuet Navajas M, Moreno Abril O. Factores ambientales determinantes de la salud. En: Sierra López A, Et al, editores. Medicina preventiva y salud pública. 11ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2008. p.311-9.

Artículo de revista

Díaz E, Martín-Loeches I, Vallés J. Neumonía nosocomial. *Enferm infecc Microbiol Clin*. 2013;31(10):692-8.

Artículo de revista digital

Ruano Pérez R, Gómez-Caminero López F, Diego Domínguez M, Martín De Arriba A, Martín Luengo C, Cargía-Talavera Fernández JR. Incidencia y valor pronóstico de la existencia de cardiopatía isquémica en pacientes diabéticos asintomáticos de alto riesgo cardiovascular sometidos a un estudio gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol [Internet]*. 2012 [citado 15 sep 2017];21(2):83-8. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212698211001625>

Fuentes electrónicas

Biblioteca de la Universidad de Málaga [Internet]. Málaga: Biblioteca de la Universidad de Málaga; c1997-2017 [citado 2 oct 2017]. Ética de la publicación científica; [aprox. 4 p.]. Disponible en: <https://www.uma.es/ficha.php?id=135494>

Política de acceso abierto

La Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias, **ALFA**, en su misión de divulgar la investigación y apoyar el conocimiento y discusión en los campos de interés proporcionan acceso libre, inmediato e irrestricto a su contenido de manera libre mediante la distribución de ejemplares digitales. Los investigadores pueden leer, descargar, guardar, copiar y distribuir, imprimir, usar, buscar o referenciar el texto completo o parcial de los artículos o de la totalidad de la Revista, promoviendo el intercambio del conocimiento global.

La Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias, **ALFA**, se acoge a una licencia Creative Commons (CC) de Atribución – No comercial – Compartir igual, 4.0 Internacional: “El material creado puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original”.

Para más información: <http://co.creativecommons.org/tipos-de-licencias/> Las licencias CC se basan en el principio de la libertad creativa con fines académicos, científicos, culturales. Las licencias CC complementan el derecho de autor sin oponerse a este.

Derechos de autor

Al enviar los artículos para su evaluación, los autores aceptan que transfieren los derechos de publicación a la Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias, **ALFA**, para su publicación en cualquier medio. Con el fin de aumentar su visibilidad, los documentos se envían a bases de datos y sistemas de indización, así mismo pueden ser consultados en la página web de la Revista: [Http://revistaalfa.org](http://revistaalfa.org) Por último, la Revista se acoge en todo lo que concierne a los derechos de autor, al reglamento de propiedad intelectual del Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia, el cual se encuentra en la siguiente dirección: <https://www.cetbolivia.org>

Principios éticos y buenas prácticas

Los artículos publicados en la Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias, **ALFA**, son sometidos al cumplimiento de los principios éticos contenidos en las diferentes declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizaron el estudio. Por tal motivo los investigadores o autores de los artículos aceptados para publicar y que presentan resultados de investigaciones, deben descargar y firmar la declaración de originalidad, de cesión de derechos y de cumplimiento total de los principios éticos y las legislaciones específicas.

Antiplagio

Todos los artículos sometidos a revisión en la Revista **ALFA** son inspeccionados por una disciplinada política antiplagio que vela por la originalidad de los artículos. Para ello se utilizan distintos servicios especiales que analizan los textos en busca de coincidencias gramaticales y ortotipográficas, lo que garantiza que los trabajos sean inéditos y que cumplan con los estándares de calidad editorial que avalen producción científica propia.

Revista **ALFA** como publicación que busca excelencia a nivel internacional, se inspira en el código ético del Comité de Ética de Publicaciones, <https://publicationethics.org/> adherir el hipervínculo, dirigido a editores, revisores y autores. A su vez, se basa en la Guía de mejores prácticas para editores de revistas científicas (<https://publicationethics.org/guidance/Guidelines>) y paquete de recursos para la ética en la publicación (PERK)<https://www.elsevier.com/editors/perk>

RESPONSABILIDADES DE LOS AUTORES

Los autores de los artículos enviados a **ALFA** certifican que el trabajo es original e inédito, que no contiene partes de otros autores ni de trabajos ya publicados por los autores. Además, confirman la autenticidad de los datos y que no han sido alterados.

El autor no debe publicar artículos en los que se repitan los mismos resultados en más de una revista científica u otra publicación académica o de otro carácter. La propuesta simultánea a múltiples revistas científicas de un mismo trabajo es considerada éticamente incorrecta y reprochable.

El autor debe suministrar siempre la correcta indicación de las fuentes y aportes a los que se hace mención en el artículo.

Los autores garantizan la inclusión de las personas que han contribuido de manera científica e intelectual en la conceptualización y la planificación del trabajo como en la interpretación de los resultados y en la redacción del mismo. Al mismo tiempo se jerarquiza el orden de aparición de los autores de acuerdo a su nivel de responsabilidad e implicación.

En caso de que el Consejo Editorial lo considere apropiado, los autores de los artículos deben poner a disposición también las fuentes o datos en los que se basa la investigación, que puede conservarse durante un período razonable de tiempo después de la publicación y posiblemente hacerse accesible.

Todos los autores están obligados a declarar explícitamente que no hay conflictos de intereses que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas. Los autores también deben indicar cualquier financiación de agencias y/o de proyectos de los que surge el artículo de la investigación.

Cuando un autor identifica un error en su artículo, deberá inmediatamente informar a los editores de la revista y proporcionar toda la información necesaria para realizar las correcciones pertinentes. - La responsabilidad del contenido de los artículos publicados en la Revista **ALFA** es exclusiva de los autores.

COMPROMISOS DE LOS REVISORES

La revisión por pares es un procedimiento que ayuda a los editores para tomar decisiones sobre los artículos propuestos y también permite al autor mejorar la calidad de los artículos enviados para su publicación. Los revisores asumen el compromiso de realizar una revisión crítica, honesta, constructiva y sin sesgo, tanto de la calidad científica como de la calidad literaria del escrito en el campo de sus conocimientos y habilidades.

- El revisor que no se sienta competente en la temática a revisar o que no pueda terminar la evaluación en el tiempo programado, deberá notificar de inmediato a los editores. Los revisores se comprometen a evaluar los trabajos en el menor tiempo posible para respetar los plazos de entrega, dado que en **ALFA** los límites de custodia de los manuscritos en espera son limitados e inflexibles por respeto a los autores y sus trabajos.
- Cada manuscrito asignado debe ser considerado como confidencial. Por lo tanto, estos textos no se deben discutir con otras personas sin el consentimiento expreso de los editores. Impugnables.
- La revisión por pares debe realizarse de manera objetiva. Los revisores están obligados a dar razones

suficientes para cada una de sus valoraciones, utilizando siempre la plantilla de revisión. Los revisores entregarán un informe crítico completo con referencias adecuadas según protocolo de revisiones de **ALFA** y las normativas públicas para los revisores; especialmente si se propone que el trabajo sea rechazado. Están obligados a

- advertir a los editores si partes sustanciales del trabajo ya han sido publicadas o están bajo revisión para otra publicación.
- Los revisores se comprometen a indicar con precisión las referencias bibliográficas de obras fundamentales posiblemente olvidadas por el autor. El revisor también debe informar a los editores de cualquier similitud o solapamientos del manuscrito con otros trabajos publicados.
- Para garantizar que el proceso de revisión sea lo más objetivo, imparcial y transparente posible, la identidad de los autores se suprime antes de ser enviados los trabajos a revisión por pares. Si se da el caso de que por alguna razón se ha visto comprometida la identidad de los autores, sus filiaciones institucionales o algún otro dato que ponga en riesgo la anonimidad del documento, el revisor debe notificar de inmediato a los editores.

Visibilidad

- Financiada por el Centro de Estudios Transdisciplinario de Bolivia (CET-Bolivia)
- Publicada bajo la licencia Creative Commons

Autoarchivo

Una vez se disponga del documento en pdf editado, el autoarchivo se deposita en los sistemas de información:

- Open Journal System (OJS).
- Repositorio del Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia

Lista de comprobación para la preparación de envíos

- Como parte del proceso de envío, los autores/as están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.
- Se debe adjuntar una carta de presentación del artículo dirigida al editor de la Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias **ALFA**, firmada por todos los autores del mismo, en la cual se indique que el documento es original, que no ha sido publicado y que no se ha presentado simultáneamente a otra revista para su publicación.

- El archivo de envío está en formato Open Office, Microsoft Word, WordPerfect.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto tiene interlineado doble; 12 puntos de tamaño de fuente; se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados (no al final).
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y referenciales resumidos en las Directrices del autor, que aparecen en el enlace “Acerca de la revista”.
- Se debe adjuntar, en un documento diferente, una página de presentación con los nombres de los autores, su filiación académica y los datos del autor de contacto.
- Se debe registrar en el sistema OJS todos los metadatos de cada uno de los autores del artículo (nombres completos, código ORCID, datos de contacto, formación académica, índice H, entre otros).

Aviso de derechos de autor/a

Al enviar los artículos para su evaluación, los autores aceptan que transfieren los derechos de publicación a la Revista de Investigación Ciencias Agronómicas y Veterinarias, **ALFA**, para su publicación en cualquier medio. Con el fin de aumentar su visibilidad, los documentos se envían a bases de datos y sistemas de indización, así mismo pueden ser consultados en la página web de la Revista: <http://revistaalfa.org> Por último, la Revista se acoge en todo lo que concierne a los derechos de autor, al reglamento de propiedad intelectual del Centro de Estudios Transdisciplinarios Bolivia, el cual se encuentra en la siguiente dirección: <https://www.cetbolivia.org>

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines. Además la Revista **ALFA** no se hace responsable por las opiniones de juicios emitidos por los autores y resultados de sus investigaciones.

PRESENTACIÓN

222

INVESTIGACIONES

Estudio de la neosporosis en bovinos de la provincia de Chimborazo, Ecuador.

Study of neosporosis in cattle from the province of Chimborazo, Ecuador.

Estudo de neosporose em gado da província de Chimborazo, Equador.

Fernanda Baquero Tapia; Byron Díaz Monroy, y Pamela Vinueza Veloz

224

Compostaje de los residuos industriales de tierra de blanqueo para su reciclado como productos fertilizantes.

Rheological profile of a compote prepared from Mespilus Germanica L. using Chondracanthus Chamissoi.

Perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germanica L.* usando *Chondracanthus Chamissoi*.

Norvina Marlena Marcelo Ângulo; Edgar Tito Susanibar Ramírez; Omar García Cordero, y José Antonio Legua Cárdenas

239

Perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germánica L.* utilizando *Chondracanthus Chamissoi*.

Rheological profile of a compote prepared from Mespilus Germanica L. using Chondracanthus Chamissoi.

Perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germanica L.* usando *Chondracanthus Chamissoi*.

Denis Dante Corilla Flores; Franklin Ore Areche; Jovencio Ticsihua Huamán, y Rodolfo León Gómez

247

Erosión de estructuras ribereñas y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas: Una revisión sistemática.

Erosion of riverside structures and effect on flooding in agricultural areas: A systematic review.

Erosão de estruturas ribeirinhas e seu efeito nas inundações em áreas agrícolas: Uma revisão sistemática.

Sleyther Arturo De La Cruz Vega; Cristian Milton Mendoza Flores; Fernando Demetrio Llatas Villanueva, y José Antonio Garrido Oyola

260

Estudio del uso del coco en la gastronomía tradicional esmeraldeña aplicado en cinco recetas ecuatorianas.

Study of the use of coconut in the traditional gastronomy of Esmeraldas, applied to five Ecuadorian recipes.

Estudo do uso do coco na gastronomia tradicional de Esmeraldas aplicado a cinco receitas equatorianas.

John Milton Valverde; Diego Gutiérrez Viva; Ángel Humberto Guapisaca, y Maria Villafuerte Pucha

270

Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020.

Estimation of the rate of deforestation through multitemporal analysis in Pastaza and Orellana period 2000 to 2020.

Estimativa da taxa de desmatamento em Pastaza e Orellana- Equador através da análise multitemporal de imagens de satélite no período 2000-2020.

Anahi Stefania Quezada; Jorge David Sevilla Tapia, y Estefanía Caridad Avilés Sacoto

282

Efecto de tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años.

Effect of three pollination techniques on yield in 4-year-old Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.).

Efeito de três técnicas de polinização na produção de Dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) com 4 anos de idade.

Huaranga, D.

300

Ajo sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes.

Garlic on the productive parameters and morphometry in guinea pigs.

Alho sobre os parâmetros productivos e morfometria em cobaias.

Mercy del Cisne Cuenca Condoy; Franklin Alfredo Ñiguez Heredia; Jenny Margarita Naula Camas, y Lisseth Estefanía Vega Cárdenas.

310

Factores determinantes de la producción forestal en la región Puno - Perú, 2019.

Determinants of forest production in the Puno region - Peru, 2019.

Determinantes da produção florestal na região de Puno - Peru, 2019.

Julio Cesar Quispe Mamani; Miriam Serezade Hanco Gomez; Santotomas Licimaco Aguilar Pinto; Amira Carpio Maraza; Balbina Esperanza Cutipa Quilca, y Ronald Raúl Arce-Coaquira.

317

Fertilización a base de residuo de mercado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Una alternativa sostenible.

Fertilization based on market waste for a higher yield of lettuce (Lactuca sativa L.). A sustainable alternative.

Adubação com base em resíduos de mercado para maiores rendimentos de alface (*Lactuca sativa* L.). Uma alternativa sustentável.

Dante Daniel Cruz Nieto; Edwin Guillermo Gálvez Torres; Javier Enrique Sotelo Montes; Andrea Luisa Pari Soto; Jaime Braulio Cahuana Flores, y Andrea Rosario Pari Soto.

336

Dietas alimenticias y valor nutritivo de la canal en (*Cavia porcellus*).

Dietary intake and carcass nutritive value in (Cavia porcellus).

Dieta alimentar e valor nutricional da carcaça (*Cavia porcellus*).

**Rene Antonio Hinojosa Benavides; Christian Carlos León Laurente;
Genaro Mario Condori Ramos; Carlos Enrique Espinoza Quispe, y Adelfa
Yzarra Aguilar.**

346

CURRÍCULO DE AUTORES

357

Comprometidos con la labor que desde la revista Alfa llevamos, presentamos el volumen 6 número 17. Esta edición muestra avance significativo de las labores que se realizan en los campos, suelos, ambiente, entre otros, durante un período determinado, a fin de mostrar estudios que servirán de aportes significativos para toda nuestra comunidad.

La neosporosis es una enfermedad parasitaria de origen canino que en vacas provoca aborto; por ello, Baquero; Díaz, y Vinueza realizan un estudio de la neosporosis en bovinos de la provincia de Chimborazo, Ecuador; donde los autores recomiendan eliminar los animales seropositivos, al no existir un tratamiento y vacunar a vacas sanas para reducir los abortos. También; el compostaje de los residuos industriales de tierra de blanqueo para su reciclado como productos fertilizantes, tuvo como objetivo, reciclar los residuos industriales de tierra de blanqueo mezclado con carbón activado y aceite de anchoveta procedentes de una fábrica aceitera. Los autores afirman que este reciclado de residuos industriales es una alternativa sostenible para la fertilización de diversos cultivos.

La determinación de la reología en alimentos líquidos de naturaleza viscosa es de mucha importancia, debido a que este estudio permite resolver cálculos en Ingeniería, formular nuevos productos, hacer controles de calidad, vida anaquel, estabilidad de emulsiones entre otra, es por ello, que Corilla junto a varios investigadores, realizaron un estudio sobre el perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germánica L.* utilizando *Chondracanthus Chamissoi*; Por otro lado, la erosión de estructuras ribereñas y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas: Una revisión sistemática por De la Cruz y otros, tiene como fin consolidar la información acerca de la erosión de estructuras y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas

Seguido, en el artículo, “El estudio del uso del coco en la gastronomía tradicional esmeraldeña aplicado en cinco recetas ecuatorianas”, se plantea el rescate del coco, ingrediente utilizado en la provincia de Esmeraldas, a través de cinco recetas de esta modificadas por los autores pero que conserven el perfil de sabor típico de la provincia, al ser este reconocido incluso a nivel mundial por aquellos que lo han probado. A su vez, la investigación titulada “Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020” se concentra en el análisis multitemporal de imágenes satelitales para determinar el estado de deforestación en el lugar de estudio.

PRESENTACIÓN

Continuamos, con el trabajo relacionado con el efecto de técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años, por Daniel Huaranga, que busca comparar técnicas de polinización que permitan incrementar el rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros 4 años de producción. También, el estudio acerca del ajo sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes, donde sus autores pretenden evaluar el efecto prebiótico del ajo sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes.

Se prosigue, con Quispe junto a su equipo de investigadores, quienes elaboraron un trabajo investigativo, el cual busca encontrar los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno en Perú. Además el estudio sobre la fertilización a base de residuo de mercado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Una alternativa sostenible por Cruz y otros, donde buscan determinar la dosis adecuada de compost a base residuos de mercado para mayor rendimiento de lechuga. Y se finaliza con la investigación titulada "Dietas alimenticias y valor nutritivo de la canal en (*Cavia porcellus*)", con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro dietas alimenticias sobre el valor nutritivo de la canal en cuyes (*Cavia porcellus*).

Con ello, finalizamos otra edición de la revista Alfa, cumpliendo con los objetivos, y sobre todo con la calidad investigativa, que está en manos de todos los investigadores que hacen posible la creación de cada edición.

Ing. MSc. Alcides Wilfredo Carpio
Editor



Estudio de la neosporosis en bovinos de la provincia de Chimborazo, Ecuador

Study of neosporosis in cattle from the province of Chimborazo, Ecuador

Estudo de neosporose em gado da província de Chimborazo, Equador

Fernanda Baquero Tapia

mbaquero@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3331-528X>

Byron Díaz Monroy

bdiaz@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3721-7994>

Pamela Vinueza Veloz

pamela.vinueza@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5880-1706>

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

Artículo recibido el 16 de mayo 2022 / Arbitrado el 30 de mayo 2022 / Publicado el 27 de junio 2022

RESUMEN

La Neosporosis es una enfermedad parasitaria de origen canino que en vacas provoca aborto y es de gran impacto económico. Por ello se planteó determinar la seroprevalencia, mecanismos de infección y pérdidas económicas que ocasiona. El estudio se realizó en cinco fincas de la Provincia de Chimborazo, Ecuador, con bovinos de raza Holstein y Jersey, en donde se determinó la tasa de abortos mediante el análisis de registros reproductivos, usando la técnica de Elisa en sangre se determinó anticuerpos para *Brucella abortus* y *Neospora caninum* en 170 vacas y 7 perros pertenecientes a las fincas, para cuantificar las pérdidas económicas se utilizó un modelo bibliográfico de epidemiología veterinaria, el diseño de un plan sanitario para la prevención y control, permitió capacitar a los ganaderos. Los resultados fueron que todos los perros analizados eran portadores del parásito, ubicándose como la fuente primaria de infección hacia las vacas, el 55,60 % de éstas resultaron positivas, 105 correspondieron a vacas que abortaron y de estas, el 70,88 % desarrollaron anticuerpos para *Neospora caninum*, se calculó una pérdida económica de 552 dólares por cada aborto, lo cual implica una pérdida anual de 8987 dólares por finca. Al no existir tratamiento eficaz, se recomienda eliminar los animales seropositivos y vacunar a vacas sanas, lo cual ayudará a reducir los abortos, además tratar a los perros con Trimetoprim más Sulfadiazina, o Clindamicina.

Palabras clave: Aborto; *Neospora caninum*; Perro; Reproducción; vaca

ABSTRACT

Neosporosis is a parasitic disease of canine origin that causes abortion in cows and has a great economic impact. For this reason, it was proposed to determine the seroprevalence, infection mechanisms and economic losses that it causes. The study was carried out in five farms in the Province of Chimborazo, Ecuador, with Holstein and Jersey cattle, where the abortion rate was determined by analyzing reproductive records, using the Elisa technique in blood, antibodies to *Brucella abortus* and *Neospora caninum* were determined in 170 cows and 7 dogs belonging to the farms, to quantify the economic losses, a bibliographic model of veterinary epidemiology was used, the design of a health plan for prevention and control, allowed to train farmers. The results were that all the dogs analyzed were carriers of the parasite, locating as the primary source of infection towards the cows, 55.60% of these were positive, 105 corresponded to cows that aborted and of these, 70.88% developed antibodies to *Neospora caninum*, an economic loss of \$552 was calculated for each abortion, which implies an annual loss of \$8,987 per farm. As there is no effective treatment, it is recommended to eliminate seropositive animals and vaccinate healthy cows, which will help reduce abortions, in addition to treating dogs with Trimethoprim plus Sulfadiazine, or Clindamycin.

Key words: Abortion; *Neospora caninum*; Reproduction; Cow, Dog

RESUMO

A neosporose é uma doença parasitária de origem canina que causa aborto em vacas e tem grande impacto econômico. Por esta razão, foi proposto determinar a soroprevalência, mecanismos de infecção e perdas econômicas que ela causa. O estudo foi realizado em cinco fazendas na Província de Chimborazo, Equador, com gado Holandês e Jersey, onde a taxa de aborto foi determinada pela análise de registros reprodutivos, usando a técnica de Elisa em sangue, foram determinados anticorpos para *Brucella abortus* e *Neospora caninum* em 170 vacas e 7 cães pertencentes às explorações, para quantificar as perdas econômicas, foi utilizado um modelo bibliográfico de epidemiologia veterinária, o desenho de um plano de saúde para prevenção e controle, permitiu treinar os criadores. Os resultados foram que todos os cães analisados eram portadores do parasito, localizando-se como fonte primária de infecção para as vacas, 55,60% destes foram positivos, 105 corresponderam a vacas que abortaram e destes, 70,88% desenvolveram anticorpos para *Neospora caninum*, uma perda econômica de \$ 552 foi calculada para cada aborto, o que implica uma perda anual de \$ 8.987 por fazenda. Como não há tratamento eficaz, recomenda-se eliminar os animais soropositivos e vacinar as vacas sadias, o que ajudará a reduzir os abortos, além de tratar os cães com Trimetoprim mais Sulfadiazina ou Clindamicina.

Palavras-chave: Aborto; *Neospora caninum*; Cão; Reprodução; vaca

INTRODUCCIÓN

El aborto bovino es un problema de gran impacto económico y un factor limitante del desarrollo ganadero en todos los países del mundo, puede presentarse en forma esporádica, endémica o brote y es de origen multifactorial, aunque es posible agruparlos en dos tipos: infecciosos y no infecciosos. Los agentes infecciosos con o sin tropismo por las membranas fetales y/o fetos son la *Brucella*, *Leptospira*, Virus de la Diarrea Viral Bovina, *Aspergillus*, *Neospora caninum*, entre otros, y pueden ocasionar en el embrión o feto un conjunto de fetopatías dependiendo del periodo de la gestación y de la virulencia del agente infeccioso. Estudios realizados en bovinos lecheros en México, por ejemplo, indican que el 49 % de los casos de abortos ocurridos son debidos a *Neospora caninum* (1), en España oscila entre el 10 y el 54% (2), en Brasil el 47,8 % (3), en Venezuela el 28,1% (4) y en Perú del 11.8 al 36.81% (5).

Neospora caninum es el agente etiológico de la Neosporosis, es un protozoo de localización endocelular que parasita naturalmente a caninos, bovinos y otras especies animales (6). Esta enfermedad fue diagnosticada por primera vez en 1984 en Noruega (7) como una encefalopatía mortal en perros, pero, este nuevo género *Neospora* no fue descrito hasta 1988 contando con una sola especie, *Neospora caninum* (8). Se determinó experimentalmente que el perro actúa como hospedador definitivo (9), eliminando ooquistes en sus heces, así, la contaminación oral por ingestión de ooquistes provenientes

de heces de perro se ha postulado como la vía por la cual la enfermedad se transmite entre animales no consanguíneos.

Anderson *et al.* (10) y Barr *et al.* (11) reconocieron a la neosporosis como la principal causa de aborto en el ganado bovino lechero de California, Morrell *et al.* (12), sostiene el mismo criterio para Argentina, fenómeno que se registra en muchas partes del mundo, según varios trabajos de investigación (13,14,15,16 y 17), aborto que puede producirse entre los 3 y los 9 meses de gestación (más frecuentemente entre el quinto y octavo mes) y en cualquier tipo de explotación (18).

Las pérdidas económicas que ocasiona la enfermedad, incluyen costes directos (aborto y otras alteraciones de los parámetros reproductivos) y costes indirectos (gastos en el diagnóstico, reposición del ganado que aborta y disminución de la producción), no obstante, en algunos países, la información es todavía escasa, los datos que se poseen se refieren únicamente a hallazgos esporádicos del agente etiológico o de las lesiones que origina en fetos bovinos abortados, y son necesarios más estudios epidemiológicos que permitan conocer la prevalencia, los factores de riesgo asociados y la importancia real, tanto económica como sanitaria de la enfermedad (19).

Los objetivos de este trabajo fueron: realizar el serodiagnóstico de *Neospora caninum* en vacas y perros de cinco fincas ganaderas de la provincia de Chimborazo, Ecuador, investigar bibliográficamente los mecanismos infecciosos del agente causal para provocar

el aborto, cuantificar las pérdidas económicas ocasionadas por esta patología y diseñar un plan sanitario para prevenir y controlar la Neosporosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en cinco fincas ganaderas localizadas en los cantones Riobamba, Guano, Chambo y Penipe de la Provincia de Chimborazo, Ecuador (Figura 1) y en el Laboratorio de Biotecnología Animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se seleccionaron las fincas ganaderas cuyos propietarios estaban interesados y presentaban facilidades tanto logísticas como de tenencia de registros, calificándose como aptas para el estudio, en estas, se determinó el número de semovientes a muestrear, utilizando la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{t^2(pq) N}{Nd^2 + t^2(pq)}$$

Donde:

- N= Población
- n= Tamaño de la muestra
- p= Probabilidad estimada de ocurrencia de la variable
- q= Probabilidad estimada de no ocurrencia de la variable
- t= Nivel de confianza
- d= Proporción del error



Figura 1. Mapa del Ecuador y la provincia de Chimborazo.

El total de la población bovina en las 5 fincas fue de 315 animales, se consideró un nivel de confianza del 95% cuyo valor tabular es igual a 1,96 con lo que la proporción estimada del error es de 0.05, el valor de p (42 %) se consideró tomando como referencia el estudio diagnóstico realizado en Ecuador sobre la incidencia de *Neospora caninum* (20). Así se determinó que se muestrearían 170 animales, distribuidos de esta manera: 87 en dos fincas del Cantón Riobamba (51,18 %), 27 en una finca del Cantón Chambo (15,88 %), 24 en una finca del Cantón Penipe (14,12 %) y 32 en una finca del Cantón Guano (18,82 %).

Las variables experimentales consideradas fueron: Porcentaje de abortos en vacas de cada finca, seroprevalencia de *Neospora caninum* en vacas y perros de las fincas, caracterización de las fincas (extensión, agua de riego y bebida, sistema alimenticio, sistema reproductivo, pastos y forrajes, número de animales y existencia de perros), las pérdidas económicas ocasionadas por la Neosporosis incluyendo el aborto y la disminución de la producción. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante parámetros de estadística descriptiva, incluyendo medidas de tendencia central, de dispersión, porcentaje e histogramas de frecuencias. Metodológicamente, el trabajo se realizó de la siguiente manera: mediante punción de la vena femoral y caudal se obtuvo 5 ml de sangre en tubos Vacutainer sin anticoagulante, de cada una de las 170 vacas y 7 perros que habitan y conviven en las fincas, estas muestras se llevaron al laboratorio en cadena de frío, se

centrifugaron a 3000 rpm y se obtuvo al menos 2 ml de suero en cada una, primero se realizó la prueba de Rosa de Bengala para descartar casos de Brucelosis, luego para determinar anticuerpos de *Neospora caninum* se utilizó un kit comercial de ELISA (VMRD Laboratories, Inc.) siguiendo el protocolo del fabricante. Para cuantificar las pérdidas económicas que causa la Neosporosis, se utilizó el modelo de epidemiología veterinaria de Thursfield (21) y en base a los datos obtenidos en una finca modelo, preestablecida. Finalmente se diseñó un plan de prevención y control de la enfermedad para la capacitación de ganaderos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de abortos en vacas. En cumplimiento del primer objetivo específico y mediante el análisis de registros reproductivos de cada finca, se determinó que en la Finca 1 existe un 5,60 % de abortos, la Finca 2 registra el 7,12%; 7,3% de abortos se presenta en la Finca 3 y en las fincas 4 y 5 una incidencia de 6.25 y 5.36 % respectivamente, teniendo como promedio de abortos en las fincas de estudio un 6.33 % (Figura 2). Al respecto Lozada (20) encontró un 6,21% de abortos en su estudio en la Sierra centro norte del Ecuador; por otro lado, Rivera (22), indica que la incidencia de aborto bovino de tipo infeccioso puede atribuirse a: *Neospora caninum* en un 40,8%, Diarrea viral bovina en un 49,9 %; IBR con el 0,8 %; Leptospirosis 0,8 %; Hongos 5,5 % y agentes no identificados 2,2 %.

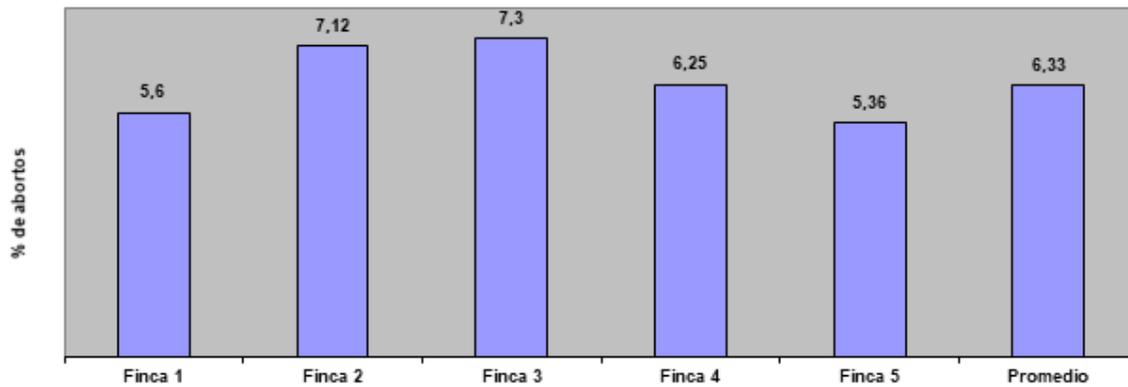


Figura 2. Porcentaje de abortos en las fincas ganaderas de Chimborazo.

Múltiples estudios han demostrado que el riesgo de abortos aumenta no sólo con el porcentaje de vacas seropositivas en un hato, sino también con el nivel de seroconversión, existiendo mayor probabilidad de abortar en vacas con títulos altos de anticuerpos (23 y 24). Pero en la mayor parte de casos, las vacas seropositivas paren terneras clínicamente normales, aunque infectadas y propensas a padecer abortos posteriores, lo cual depende de la respuesta inmunitaria tanto de madre como de hija (25). Se ha encontrado que el porcentaje de abortos es 3 veces mayor en vacas seropositivas comparado con las seronegativas (21.6 y 7.3%, respectivamente), observándose además que el riesgo de aborto repetido para vacas seropositivas es 5 veces mayor que en las seronegativas (23).

Estos valores encontrados en las fincas en estudio revelan sus problemas reproductivos,

debido a la falta de un diagnóstico oportuno para conocer los agentes causales que provocan el aborto, esto produce pérdidas económicas considerables, tanto por la afección directa como por los problemas colaterales como retenciones placentarias, infecciones uterinas, amplitud de días abiertos, falta de concepción, etc.

Seroprevalencia de *Neospora caninum* en los hatos ganaderos. Para cumplir con el segundo objetivo específico del trabajo, y luego de procesar en el laboratorio 170 muestras de sangre bovina de las cinco fincas seleccionadas, 93 dieron positivo a la presencia de anticuerpos contra *Neospora caninum*, lo cual corresponde al 55,6 %; obviamente el restante 44,4 % resultaron negativas mediante la técnica de Elisa (Tabla 1).

Tabla 1. Presencia/Ausencia de anticuerpos para *Neospora caninum* en hatos ganaderos de la Provincia de Chimborazo.

Fincas	Muestras	Sero-Positivos		Sero-Negativos	
		Número	%	Número	%
Finca 1	49	25	51	24	49
Finca 2	38	19	50	19	50
Finca 3	27	18	67	9	33
Finca 4	24	13	54	11	46
Finca 5	32	18	56	14	44
Total	170	93		77	
Promedio			55,60		44,40

Estos resultados muestran estrecha relación con los obtenidos por Lozada (20), en su investigación en hatos lecheros de la Sierra Centro Norte del Ecuador, con un 42% de casos positivos, algo similar reporta Pastaz (26), con un 44,39 % de seropositividad en vacas del Cantón Tulcán, así también Bernardi y Cueva (27), indican que encontraron una prevalencia del 43,5 % en vacas del Cantón Cuenca, Ecuador, una incidencia menor cita Iza (28), en Cotopaxi con un 12 % de animales seropositivos, un valor de 33% encontró Chavarría (29) en ganaderías del Oriente Ecuatoriano, Yucaza (30), reporta una seroprevalencia del 68 en vacas en el Cantón Mejía, Pichincha, por otro lado, Fernández (31) encontró un 4,57 % de animales positivos, en Ayacucho, Perú, un valor de 4,55 % fue reportado por Dueñas (32) en Puno, Perú, Arauco (33), reporta el 15,29 % de seroprevalencia en bovinos de Junín, Perú.

De igual manera Dubey *et al.* (34), reportan una sero prevalencia de *Neospora caninum* de un 3,9% en República Checa y de hasta el 60% en vacas de Estados Unidos y, además

manifiestan que en países como Suiza, Alemania, Estados Unidos y Nueva Zelanda, en donde se han controlado eficientemente las tasas de aborto por causas infecciosas y nutricionales, la neosporosis bovina es la primera etiología de muerte fetal y abortos; en Colombia se reporta una incidencia del 74,8% en Montería, Departamento de Cordoba (35), del 37,1 % en el altiplano Norte de Antioquia (36) y del 52 % en el Municipio de Tuta, Boyacá, Colombia (37), también en México se reportó un 24 % de prevalencia en los estados de Tabasco, Puebla y Veracruz (38). Ecuador debe su tasa de abortos a muchas etiologías, entre ellas IBR, DVB, leptospirosis, brucelosis, aftosa, problemas nutricionales y metabólicos, de manejo, entre otras, que sumadas son mucho más significativas que *Neospora caninum*.

Además, al analizar los sueros de los siete perros que conviven en las fincas con los bovinos, todos resultaron ser portadores del parásito, por ser el hospedero definitivo y quien contagia a los bovinos a través de sus heces depositadas en los pastizales y fuentes

de agua, un valor similar obtuvo Chavarría (29) con un 90 % en perros de 20 fincas del Oriente Ecuatoriano, de igual manera Yucaza (30) reporta un 65% de perros infectados en 20 fincas del Cantón Mejía, Pichincha, Ecuador, citando además que existe una relación para la infección del 67,14 % entre caninos y bovinos. Delgado *et al.* (39), indica que el ganado bovino que ha tenido contacto con heces de los perros puede infectarse de varias enfermedades entre ellas la neosporosis; cuando un perro se come la placenta o los fetos abortados y luego deja sus heces en fuentes hídricas o pasturas, se corre el riesgo de que transmitan el parásito al ganado.

Por otro lado, de los 170 animales muestreados en las fincas, 105 pertenecen a vacas con antecedentes de aborto de acuerdo a los registros, de los cuales, 37 son de la Finca 1, 33 de la Finca 2, y de las Fincas 3, 4 y 5 el número de animales adultos que registran abortos son 9, 8 y 18 respectivamente, con el análisis de

laboratorio se estableció que en promedio el 70.88%, de los animales que registran aborto demuestran poseer anticuerpos contra *Neospora caninum*, resultado que concuerda con el estudio realizado con Lozada (20) quien encontró que el 71,8% de los animales con antecedentes de aborto presentaban anticuerpos de *Neospora caninum*; de tal forma que en la finca 1, 25 vacas con historial de aborto son seropositivas es decir el 67.57%, Finca 2, el 42.42%, Finca 3 el 66.66%, finca 4 con el 100% y la finca 5 con el 77.77% (Tabla 2). Un estudio argentino revela que el 64,5% de vacas lecheras con antecedentes de aborto, presentaron anticuerpos de *Neospora caninum* (40), confirmando así, que la sero prevalencia encontrada en el presente trabajo es similar. En cambio, difiere de los resultados de un estudio realizado en Aguascalientes, México, en donde la seroprevalencia en vacas que abortaron fue 21% mayor que en vacas que no abortaron (41).

Tabla 2. Presencia/Ausencia de anticuerpos para *Neospora caninum* en vacas con y sin antecedentes de aborto.

Fincas	Muestras	Vacas con aborto			Vacas sin aborto		
		No.	Sero positivas (No.)	Sero positivas (%)	No.	Sero negativas (No.)	Sero negativas (%)
Finca 1	49	37	25	67,57	12	0	0
Finca 2	38	33	14	42,42	5	5	100
Finca 3	27	9	6	66,66	18	12	66,66
Finca 4	24	8	8	100	16	5	31,25
Finca 5	32	18	14	77,77	14	4	28,57
Total	170	105	67		65	26	
Promedio				70,88			45,30

Para determinar si existe la presencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en animales que no registraron abortos durante su vida se muestrearon 65 vacas, llegando a determinar que en 45.30% de estos animales hay anticuerpos de este parásito, este resultado es superior al encontrado por Lozada (20), quien manifiesta que en el 28.6% de animales que no tienen antecedentes de aborto hay presencia de anticuerpos de *Neospora caninum*, adicionalmente, Echaide (42) menciona que *Neospora caninum* se transmite por vía congénita en un 95% de los casos, lo cual es preocupante puesto que genera hijas aparentemente sanas pero portadoras de la enfermedad, de tal manera que si no se eliminan animales seropositivos, no se podrá erradicar esta enfermedad de los hatos ganaderos. El diagnóstico en bovinos con neosporosis se puede realizar mediante la implementación de técnicas serológicas (ELISA) y la inmunofluorescencia indirecta. Por otro lado, en los fetos que han sido abortados se usan técnicas de detección directas como es la histopatología, la inmunohistoquímica y las pruebas de PCR, con muestras de cerebro, corazón e hígado (43,44). La técnica de diagnóstico más utilizada es ELISA, pero existen otras con igual o mayor confiabilidad, tal es el caso de la histopatología y PCR, cuya correlación determinada mediante el test de Cohen's Kappa, es muy alto (81%, $p < 0.001$), esto sumado a la simplicidad y rapidez de la técnica podrían sugerir a la PCR como técnica confirmatoria en el diagnóstico de rutina, así como también permitiría realizar análisis retrospectivos de muestras archivadas, paso fundamental para futuros estudios genéticos (45).

Mecanismo infeccioso del agente causal para provocar el aborto. Uno de los objetivos específicos de este trabajo consiste en aclarar mediante investigación bibliográfica los mecanismos que utiliza el parásito para inducir el aborto espontáneo en las vacas infectadas, para ello se consultó varios autores, logrando la siguiente información concreta y sintetizada: autores como: Khan *et al.* (46); Ribeiro *et al.* (47) y Pereyra *et al.* (48), indican que esta enfermedad es de distribución mundial y afecta principalmente a bovinos, ovinos, caprinos, equinos, ciervos y caninos; provoca como principal síntoma el aborto, patología definida como la pérdida del producto de la concepción a partir del periodo fetal (aproximadamente a los 42 días de iniciada la gestación hasta antes de los 260 días en caso del bovino). La pérdida antes de los 42 días post concepción es denominado pérdida embrionaria. En la mayoría de las veces ocurren en la etapa embrionaria ya que es el periodo más crítico del desarrollo fetal. En general el feto es más resistente a los agentes teratógenos, pero, es también susceptible a los agentes infecciosos sobre todo en el primer y segundo tercio de su desarrollo.

Los agentes infecciosos pueden afectar al embrión o feto en cualquier etapa de su desarrollo ocasionando la muerte (con o sin expulsión), malformaciones congénitas, nacidos muertos, nacimiento de crías débiles o nacimiento de crías persistentemente infectadas (49).

Autores como McAllister *et al.* (9); Gondim *et al.*, (50) y Wilson *et al.* (51), concuerdan que el perro es el hospedador definitivo, y esto influye en la interpretación de resultados, ya que como lo manifiestan Ortega, Horcajo, Regidor, y Collantes (52), si existiese una prevalencia uniforme en las diferentes categorías con animales persistentemente infectados, se trataría de una transmisión vertical, mientras que, si la prevalencia se presenta distinta entre las categorías, es un problema asociado a la presencia del perro, es decir la transmisión sería horizontal.

Según Campero (53), Lavado (54), Pereyra (48), Arauco (33), *Neospora* tiene formas invasivas de división rápida, los taquizoitos, formas de multiplicación lenta capaces de persistir durante años dentro de los quistes tisulares, los bradizoitos, y formas de resistencia productos de la multiplicación sexual, los esporozoitos, contenidos en los ooquistes esporulados. En el perro los bradizoitos ingeridos dentro de los quistes tisulares que se encuentran en el SNC de los fetos; invaden células del intestino, y se convierten rápidamente en taquizoitos.

Estos se multiplican asexualmente en forma repetida. Después de algunos ciclos de división asexual, se produce en los enterocitos la multiplicación sexual que finaliza con formación de ooquistes que descarga con la materia fecal. La infección en los bovinos se inicia por la ingestión de alimentos y agua contaminados por ooquistes. En el intestino del bovino, los esporozoitos abandonan los ooquistes, invaden los enterocitos y

se diseminan para invadir y multiplicarse en células de distinto origen embrionario, formando cúmulos de taquizoitos, que las destruyen.

Estos zoitos libres invaden células cercanas y reinician su multiplicación. Sólo en el SNC, los taquizoitos se reconvierten en bradizoitos y forman los quistes tisulares. En las vacas gestantes, los taquizoitos se localizan en el útero y la placenta e infectan al feto (infección congénita). El perro se infectaría cuando ingiere tejidos fetales, placentas u órganos de bovinos y de otras especies infectadas con *N. caninum*. La infección congénita de los terneros por *N. caninum*, es considerada la forma más eficiente de transmisión y persistencia de la neosporosis en los hatos, así la enfermedad puede mantenerse en un hato durante años, aún en ausencia de los perros.

Moore *et al.* (55) manifiestan que, aunque la patogénesis de la neosporosis en el bovino es parcialmente conocida, se han logrado importantes avances para comprender los mecanismos involucrados en la muerte fetal o la transmisión vertical; los bradizoitos alojados en los quistes tisulares del SNC en una hembra bovina gestante pueden reactivarse bajo ciertas influencias hormonales e inmunológicas originando parasitemia. Al producirse parasitemia, ya sea por reactivación de quistes latentes o como resultado de una infección oral, los taquizoitos no sólo atraviesan la placenta produciendo necrosis e inflamación, sino que acceden a los tejidos fetales por vía sanguínea.

En las células infectadas del feto, se inician procesos de multiplicación mediante endodiogenia que ocasionan daño celular con necrosis e inflamación o se forman quistes tisulares capaces de persistir durante toda la vida del animal. Mecanismos hormonales e inmunes maternos ocurridos durante la gestación, sumado al desarrollo del sistema inmune fetal actuarían determinando si la infección desencadena la muerte del feto, el nacimiento de un ternero congénitamente infectado o el nacimiento de un ternero libre de infección. Aunque se ha estimado que transcurren 3-4 semanas entre la infección fetal y el aborto, la gestación puede concluir con el nacimiento de un ternero infectado, que, en caso de ser hembra, transmitirá la enfermedad a su descendencia, teniendo también alto riesgo de abortar.

Inventario de las fincas consideradas en el estudio. El inventario de las fincas estudiadas se lo estableció mediante un formulario preelaborado de entrevista al dueño de cada Hacienda, su objetivo fue conocer datos importantes o factores de riesgo, que intervienen en el proceso contagioso de la enfermedad, en este sentido Arauco (33), cita como factores de riesgo para un mayor contagio de la enfermedad en la finca, el uso de inseminación artificial y el agua de bebida de acequia. Los resultados fueron que la extensión de la propiedad oscila entre 4,5 a 60 Ha, poseen entre 45 y 90 bovinos, con razas Holstein, Yersey y sus mestizajes, el

sistema reproductivo es por monta directa e inseminación artificial, el sistema de riego de praderas es por inundación, la alimentación del ganado se basa en pastos, ensilaje, heno y suplementos, el agua de bebida es de vertiente y del sistema urbano con tratamiento, además, todas las fincas disponen de más de un perro que conviven con el ganado bovino, y como se señaló, el 100% de estos fueron sero positivos a Neosporosis, presumiendo es la fuente principal de contagio horizontal para el ganado bovino.

Pérdidas económicas provocadas por la Neosporosis. Según Thursfield (21), los indicadores a considerar para este cálculo son: costo estimado de un ternero recién nacido que ha muerto por causa del aborto, disminución de la producción láctea, descarte prematuro de las vacas seropositivas, costos de atención médica del veterinario (Incluye honorarios y medicamentos).

En base a los resultados de este trabajo y al considerar una finca "Tipo o modelo" que posea 90 animales, de los cuales 70 son adultos, 45 vacas en producción, un 51% de incidencia de neosporosis, en base a registros un 5.60% de abortos al año, de los cuales el 2.85% son por causa de *Neospora caninum*, se determinó pérdidas de 552,82 dólares/aborto y un total estimado anual de 8987,34 dólares, un valor similar de entre 500 y 900 dólares/aborto cita Sayd (56), en Estados Unidos, indica además que las vacas de rebaños seropositivos producen como promedio 1 Kg de leche

menos por día, comparado con rebaños seronegativos, esto significa una pérdida de aproximada de 300 Kg de leche por lactancia individual. Por esto, Dubey *et al.* (34), sostiene que la neosporosis bovina se considera una importante enfermedad reproductiva causante de altas pérdidas económicas, así, en Argentina, se estiman pérdidas anuales superiores a 80 millones de dolares (57).

Plan sanitario propuesto para prevenir y controlar la Neosporosis. Uno de los objetivos de este trabajo fue establecer un plan sanitario para prevenir, controlar, y eliminar el parásito, por ello a continuación se detallan algunos aspectos que los ganaderos deben considerar para poder erradicar este protozoario de sus hatos ganaderos, con los cuales concuerdan Reichel *et al.* (58); Campero (59), Campero *et al.* (53) y Beugnet *et al.* (60): previo análisis de laboratorio de todos los semovientes, realizar la eliminación total o gradual de seropositivos, realizar frecuentes análisis serológicos a los perros y tratar a los infectados, ya sea con Trimetoprim+Sulfadiazina, Clyndamicina, Toltrazuril o Ponazuril (derivados de la Triazinona), o Pirimetamina, limitar el consumo de fetos, placentas y demás despojos de abortos y partos, por parte de los caninos de la finca, utilizar animales de reemplazo seronegativos, de igual manera no utilizar como reemplazo terneras hijas de vacas seropositivas y aplicar la vacuna comercial actualmente existente en el mercado ecuatoriano para bovinos, siguiendo las instrucciones de la casa fabricante.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y según los resultados obtenidos se concluye que:

Más de la mitad de los bovinos y el total de los cánidos de las fincas estudiadas presentan seroprevalencia para *Neospora caninum*, condición que ha desencadenado en abortos espontáneos en un nivel preocupante.

Según la bibliografía consultada, el proceso infeccioso del agente causal se manifiesta de esta manera: Los bradizoitos alojados en los quistes tisulares del sistema nervioso central en una vaca gestante se reactivan bajo ciertas influencias hormonales e inmunológicas originando parasitemia, produciendo los taquizoitos que no solo atraviesan la placenta, sino acceden a los tejidos fetales por vía sanguínea, en las células infectadas del feto, se multiplican ocasionando daño celular con necrosis e inflamación o formando quistes tisulares capaces de persistir durante toda la vida del animal, los mecanismos hormonales e inmunes maternos ocurridos durante la gestación sumado al desarrollo del sistema inmune fetal determinan si la infección provoca la muerte del feto, el nacimiento de un ternero congénitamente infectado o un ternero libre de la infección.

Las pérdidas económicas calculadas que ocasiona la Neosporosis en un hato ganadero típico de la Provincia de Chimborazo se expresan en cientos de dólares por cada aborto y en miles de dólares anuales.

El plan diseñado para prevenir y controlar la neosporosis en las fincas incluye acciones macro como: análisis de laboratorio para un diagnóstico certero, tratamiento en los perros y descarte de vacas seropositivas, incorporación de reemplazos seronegativos y un plan de vacunación, acompañado de capacitación y seguimiento permanente a los ganaderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morales E, Trigo F, Ibarra, F, Puente E, Santacruz M. Neosporosis in Mexican dairy herds: lesions and immunohistochemical detection of *Neospora caninum* in fetuses. *J. Comp Pathol.* 2001;125: 58-63.
2. Pereira J, Quintanilla A, Seijas A, Costas E, Ortega L. Observational studies in *Neospora caninu* infected dairy cattle: pattern of transmission and age-related antibody fluctuations, in: Hemphill, A., Gottstein, B. A European perspective on *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.* 2003; 30: 906-909.
3. Corbellini L, Driemeier D, Cruz C, Gondim L, Wald V. Neosporosis as a cause of abortion in dairy cattle in Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Vet.Parasitol.* 2002: 103, 195-202.
4. Álvarez N, Mata E, y Almérta S. Aborto por *Neospora caninum* en rebaños bovinos de raza Carora en Venezuela. *Ágora de heterodoxias/ISSN: 2443-4361/ Vol. 3, N° 2/ julio - diciembre 2017. Barquisimeto, Venezuela/ Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" pp. 112-127.*
5. Arauco F, Mayorga N, Cruz D, y Astohuamán J. Dinámica de seroconversión de diarrea viral bovina y neosporosis en hatos lecheros de la sierra central del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 2020; 31(3): e18727. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000300053&script=sci_abstract
6. Álvarez G. Identificación y caracterización de antígenos de "*Neospora caninum*" con interés inmunodiagnóstico en bovinos. Memoria presentada para optar al grado de Doctor. 2003. Universidad Complutense de Madrid. ISBN: 84-669-2160-5.
7. Bjerkas I, Jenkins M, Dubey J. Identification and characterization of *Neospora caninum* tachyzoite antigens useful for diagnosis of neosporosis. *Clin.Diagn. Lab Immunol.* 1994;1, 214-221.
8. Dubey J, Carpenter J, Speer C, Topper M, Uggla A. Newly recognized fatal protozoan disease of dogs. *J.Am.Vet.Med.Assoc.* 1988: 192, 1269-1285.
9. McAllister M, Dubey J, Lindsay D, Jolley W, Wills R, McGuire A. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int.J.Parasitol.* 1998: 28, 1473-1478.
10. Anderson M, Blanchard P, Barr B, Dubey J, Hoffman R, and Conrad P. *Neospora*-like protozoan infection as a major cause of abortion in California dairy cattle. *J.Am.Vet. Med.Assoc.*1991: 198, 241-244.
11. Barr B, Anderson M, Dubey J, Conrad P. *Neospora*-like protozoal infections associated with bovine abortions. *Vet.Pathol.* 1991: 28, 110-116.
12. Morrell E, Campero C, Cantón et al. Current trends in bovine abortion in Argentina. *Pesquisa Veterinária Brasileira.* 2019;39(1):12-9. <https://www.scielo.br/j/pvb/a/k9FpTDJHpWXgQvBP38wRhjR/?lang=en>
13. Al-Qassab S, Reichel M, Ivens A, y Ellis J. Genetic diversity amongst isolates of *Neospora caninum*, and the development of a multiplex assay for the detection of distinct strains. *Molecular and Cellular Probes,* 2009: 23 (3-4), 132-139
14. Dubey J. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean Journal of Parasitology,* 2003: 41(1), 1-16. pISSN 0023-4001. eISSN 1738-0006.
15. Dubey J, y Schares G. Neosporosis in animals in the last five years. *Veterinary Parasitology,* 2011: 180(1-2), 90-108. Doi: 10.1016/j.vetpar.2011.05.031
16. Easton C. Estudio Patológico de las Principales Causas Infecciosas en el Aborto Bovino en Uruguay. Tesis de Maestría. 2006. Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo, Uruguay.
17. Moore D. Neosporosis in South America. *Veterinary Parasitology,* 2005: 127(2), 87-97. Doi: 10.1016/j.vetpar.2004.10.001
18. Campero L, Minke L, Moré G, et al. Evaluation and comparison of serological methods for the detection of bovine neosporosis in Argentina. *Revista Argentina de microbiología,* 2015: 47(4), 295-301. Doi: 10.1016/j.ram.2015.07.002

- 19.** Jenkins M, Baszler T, Björkman C, Schares G, Williams D. Diagnosis and seroepidemiology of *Neospora caninum*-associated bovine abortion. *Int.J. Parasitol.* 2002; 32, 631-636.
- 20.** Lozada E. Determinación de la presencia de anticuerpos a *Neospora caninum* en hatos lecheros de la Sierra Centro norte del Ecuador, por prueba inmunoenzimática. Tesis de Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2004. Universidad Central del Ecuador.
- 21.** Thursfield M. *Epidemiología Veterinaria*. Edit. ACRIBIA, S.A. 1990. Zaragoza-España. pp 247-249.
- 22.** Rivera H. Causas Frecuentes de aborto bovino. *Rev Inv Vet Perú* 2001; 12:2; 117-122. eISSN: 1682-3419. pISSN: 1609-9117. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v12i2.1638>
- 23.** González M, Castro J, Carro C, Mezo M. Anti-*Neospora caninum* antibodies in milk in relation to production losses in dairy cattle. *Prev Vet Med* 2011; 101(1-2):58-64.
- 24.** Mazuz M, Fish L, Reznikov D, Wolkomirsky R, et al. Neosporosis in naturally infected pregnant dairy cattle. *Vet Parasitol* 2014; 205(1-2):85-91.
- 25.** Innes E, Wright S, Bartley P, et al. The host-parasite relationship in bovine neosporosis. *Vet Immunol Immunopathol* 2005; 108(1-2):29-36.
- 26.** Pastaz E. Prevalencia y factores de riesgo asociados a *Neospora caninum* en bovinos de las fincas ganaderas del Cantón Tulcán, Provincia del Carchi. Tesis de grado para Ingeniera Agropecuaria. 2019. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador.
- 27.** Bernardi C, y Cueva M. Prevalencia de anticuerpos a *Neospora caninum* en hatos de bovinos lecheros en tres parroquias del cantón Cuenca, Ecuador. *Rev. MASKANA*. Vol. 6. 2015. Actas del Congreso de Producción Animal Especializada en Bovinos. e-ISSN: 2477-8893. DOI: <https://doi.org/10.18537/mskn.06.02>
- 28.** Iza P. Prevalencia de neosporosis en bovinos del cantón Latacunga parroquia Ignacio Flores. Tesis de Grado para Médico Veterinario. 2020. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- 29.** Chavarría K. Comparación de la incidencia de *Neospora caninum* en bovinos del trópico húmedo, en dos zonas: Shushufindi y Luz de América. Tesis de grado para Ingeniera Agropecuaria. 2021. Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo, Ecuador.
- 30.** Yucaza M. Determinación de *Neospora caninum* en el cantón Mejía: relación canino-bovino. Tesis de Grado para Médico Veterinario y Zootecnista. 2015. Universidad Central del Ecuador.
- 31.** Fernández A, y Morales S. Seroprevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en bovinos de crianza extensiva en tres distritos de Parinacochas, Ayacucho. *Rev Inv Vet Perú* 2021; 32(4): e20933. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20933>
- 32.** Dueñas M. Seroprevalencia de *Neospora caninum* en vacunos del Centro Experimental Chuquibambilla. Tesis de grado para Médico Veterinario. 2021. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú.
- 33.** Arauco F. Epidemiología y caracterización de los factores de riesgo de Diarrea viral bovina y Neosporosis en bovinos del Valle del Mantaro – región Junín. Tesis de doctorado en Medicina Veterinaria. 2015. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- 34.** Dubey J, Schares G, Ortega L. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin Microbiology Rev* 2007 [Internet]; (Citado: 24/12/2021); 20(2): 323–367. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06>
- 35.** Cardona J, Martínez J, Betancur C. Seroepidemiología de hembras bovinas naturalmente infectadas por *Neospora caninum* en Córdoba, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2015;18(2): 401-408.
- 36.** Chaparro J, Olivera M, Ramírez N, Villar D, et al. Estudio serológico de *Neospora caninum* en ganado de leche del altiplano Norte de Antioquia, Colombia. *Rev.MVZ Córdoba* 2016; 21(3):5577-5583. ISSN: 0122-0268.
- 37.** Cruz S, Diaz A, Bulla, D, Pulido, M. Diagnóstico serológico de *Neospora caninum* en vacas del municipio de Tuta, Boyacá. *Rev Med Vet Zoot.*

- 2019: 66(3), 197-207. Doi: 10.15446/rfmvz.v66n3.84256
- 38.** Zárate J, Rosete J, Socci G., et al. Prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *Neospora caninum* en las zonas Central y Sur del Golfo de México. *Rev MVZ Córdoba*. 2021; 26(1): e1996. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1996>
- 39.** Delgado A, Sandoval R, Montenegro M. Neosporosis bovina: un problema latente de la ganadería. [Portal web: Actualidad Ganadera]. Consultado: 24/04/2022. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com>
- 40.** Venturini L, Di Lorenzo C, Venturini C, Romero J. Anticuerpos anti-*Neospora* sp. en vacas que abortaron. *Vet. Arg.* 1995;12: 167-170. ISSN 1852-317X.
- 41.** Gutiérrez G, Cruz C, Medina E, et al. Factores de manejo asociados con la seroprevalencia a la infección por *Neospora caninum*, en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Vet Mex.* 2007; 38(3):261-270. <http://veterinariamexico.unam.mx/index.php/vet/article/view/189>
- 42.** Echaide I. Jornada sobre enfermedades emergentes del bovino. EEA INTA Rafaela, Provincia de Santa Fe. 2000. FAV UNRC, Río Cuarto, Argentina.
- 43.** Jiménez P, et al. Crosstalk between *Neospora caninum* and the bovine host at the maternal-foetal interface determines the outcome of infection. *Veterinary Research* 2020; 51:83. ISSN: 1297-9716. <https://doi.org/10.1186/s13567-020-00803-y>
- 44.** Ortega L, et al. Detección de *Neospora caninum* en semen de toros. *Parasitol Veterin.* 2003; 117: 4, 301-308. ISSN: 0304-4017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.09.015>
- 45.** Briano C, Regidor J, Easton C, Pieruccioni F, Peraza P, Romero A, Mederos A, y Dutra F. Diagnóstico molecular de *Neospora caninum* en fetos abortados espontáneamente en bovinos de Uruguay. *Veterinaria (Montev.)*, 2021; 57 (216), Jul-Dic 2021, e20215721603. DOI:10.29155/VET.57.216.3
- 46.** Khan A, Fujita A, Randle N, Regidor J, Shaik J, Shen K. Global selective sweep of a highly inbred genome of the cattle parasite *Neospora caninum*. *P Natl Acad Sci USA* 2019. 116: 22764-22773. doi: 10.1073/pnas.1920070116
- 47.** Ribeiro C, Soares I, Mendes R, De Santis Bastos P, Katagiri S, Zavilenski R, de Abreu H, Afreixo V. Metaanalysis of the prevalence and risk factors associated with bovine neosporosis. *Trop Anim Health Pro* 2019; 51: 1783-1800. doi: 10.1007/s11250-019-01929-8
- 48.** Pereyra W, Suarez V, Cardoso N, Gual I, Martínez G, Capozzo A, Mansilla F. Prevalencia sérica de *Neospora caninum* y factores de riesgo asociado a su transmisión en tambos de la provincia de Salta, Argentina. *Rev Argent Microbiol* 2021. doi: 10.1016/j.ram.2020.06.01
- 49.** Tuemmers C, Valenzuela G, Nuñez C, et al. Seroprevalencia de *Neospora caninum* en Bovinos de una Feria Ganadera de la Región de la Araucanía. *Rev Inv Vet Perú* 2017; 28(3): 629-635. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i3.12680>
- 50.** Gondim L, McAllister M, Pitt W, Zemlicka D. Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int J Parasitol* 2004; 34:159-161. doi: 10.1016/j.ijpara.2004.01.001
- 51.** Wilson D, Orsel K, Waddington J, Rajeev M, Sweeny A, Joseph T, Raverty S. *Neospora caninum* is the leading cause of bovine fetal loss in British Columbia, Canada. *Vet Parasitol* 2016; 218: 46-51. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.01.006
- 52.** Ortega L, Horcajo P, Regidor J, y Collantes E. Neosporosis bovina: Dinámica de la infección y propuestas de control. *Memorias XLV Jornadas Uruguayas, Buatría* 2017: (17-28). ISSN 1688-6674.
- 53.** Campero L, Moore D, Echaide I, Campero C, y Venturini M. Neosporosis bovina en Argentina: a 25 años del primer reporte en el país. *ANALECTA VETERINARIA*. 2021; vol. 41, núm. 1. ISSN: 1514-2590, e056. DOI: <https://doi.org/10.24215/15142590e056>

- 54.** Lavado A. Determinación de factores de riesgo y medidas preventivas para la infección por *Neospora caninum* en ganado bovino lechero de pequeños productores apoyados por el Instituto de desarrollo agropecuario de la región del libertador general Bernardo O'higgins. Tesis de grado para médico veterinario. 2015. Universidad de Chile.
- 55.** Moore D, Odeón A, Venturini M, Campero C. Neosporosis bovina: Conceptos generales, inmunidad y perspectivas para la vacunación. *Revista Argentina de Microbiología*. 2005; 37:4; 217-228 ISSN: 0325-7541. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=213016800011>
- 56.** Sayd S. *Neospora en Bovinos*. Memorias del Seminario Ganadería y Medicina Veterinaria, 2003. Empresa Life. Quito, Ecuador.
- 57.** Lertora W, Mohr N, Mosquera M, Sanchez M. Detección de *Neospora caninum* en fetos bovinos abortados espontáneamente en el nordeste argentino. *In Vet* 2010; 12:2; 173–182. ISSN: 1514-6634.
- 58.** Reichel M, Wahl L, y Ellis J. Research into *Neospora caninum*-what have we learnt in the last thirty years? *Pathogens* 2020; 9(6):505. <https://doi.org/10.3390/pathogens9060505>
- 59.** Campero L, Gual I, Dellarupe A, Schares G, Moré G, Moore D, y Venturini M. Isolation of *Neospora caninum* from a beef cattle fetus from Argentina: Immunopathological and molecular studies. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2020; 21:100438. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100438>
- 60.** Beugnet F, Halos L, Guillot J. *Textbook of Clinical Parasitology in dogs and cats*. 2018. Edit. Servet, Zaragoza, España.

CONFLICTO DE INTERESES. No existe ningún conflicto de intereses ni entre los autores del trabajo, ni con la institución auspiciante.



Compostaje de los residuos industriales de tierra de blanqueo para su reciclado como productos fertilizantes

Composting of industrial bleaching earth waste for recycling as fertilizer products

Compostagem de resíduos de terra de branqueamento industrial para reciclagem como produtos fertilizantes

Norvina Marlena Marcelo Ángulo

nmarcelo@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-9998-8260>

Edgar Tito Susanibar Ramírez

esusanibar@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4861-9091>

Omar García Cordero

omargc05@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4929-6060>

José Antonio Legua Cárdenas

jlegua@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-4978-4980>

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

Artículo recibido el 18 de febrero 2022 / Arbitrado el 2 de marzo 2022 / Publicado el 27 de junio 2022

RESUMEN

El objetivo fue reciclar los residuos industriales de tierra de blanqueo mezclado con carbón activado y aceite de anchoveta procedentes de una fábrica aceitera, mediante su compostaje, luego se aplicó el producto compostado con propiedades fertilizantes a un cultivo seleccionado para evaluar sus características físicas y rendimiento por ha de terreno agrícola, después que se aplicó en 5 tratamientos el fertilizante obtenido. Este reciclado de residuos industriales es una alternativa sostenible para la fertilización de diversos cultivos. La metodología que se utilizó en esta investigación aplicada y experimental; fue el diseño de bloques completamente al azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos, para determinar el efecto positivo del producto fertilizante y cuál es la dosis que determinó mejores características físicas y químicas en el cultivo rabanito (*Raphanus sativus*) que se seleccionó entre otros cultivos por su corto periodo de cosecha. Se aplicaron las dosis del producto fertilizante a los 10 días después de la siembra y se evaluaron desde la siembra hasta la cosecha, obtenidos los datos experimentales, se procesaron mediante análisis de varianza y Duncan. Los resultados determinaron que el tratamiento T5 sobresalió en sus características físicas y químicas tales como: longitud de planta, peso total de planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar, rendimiento agrícola de producto.

Palabras clave: Reciclaje; Residuos de tierra de blanqueo; Compostaje; Contaminación ambiental

ABSTRACT

The objective was to recycle the industrial residues of bleaching soil mixed with activated carbon and anchoveta oil from an oil factory, by composting it, then the composted product with fertilizing properties was applied to a selected crop to evaluate its physical characteristics and yield per ha of agricultural land, after the fertilizer obtained was applied in 5 treatments. This recycling of industrial waste is a sustainable alternative for the fertilization of various crops. The methodology used in this applied and experimental research was a completely randomized block design consisting of 3 blocks and 5 treatments, to determine the positive effect of the fertilizer product and the dose that determined the best physical and chemical characteristics in the radish crop (*Raphanus sativus*), which was selected among other crops because of its short harvest period. The doses of the fertilizer product were applied 10 days after sowing and evaluated from sowing to harvest, and the experimental data were obtained and processed by analysis of variance and Duncan. The results determined that the T5 treatment excelled in physical and chemical characteristics such as: plant length, total plant weight, equatorial diameter, polar diameter, and agricultural yield.

Key words: Recycling; Bleaching soil residues; Composting; Environmental pollution

RESUMO

O objetivo era reciclar os resíduos industriais de terra branqueadora misturada com carvão ativado e óleo de anchoveta de uma fábrica de óleo, através da compostagem, depois o produto composto com propriedades fertilizantes foi aplicado a uma cultura selecionada para avaliar suas características físicas e rendimento por hectare de terra agrícola, após o que o fertilizante obtido foi aplicado em 5 tratamentos. Esta reciclagem de resíduos industriais é uma alternativa sustentável para a fertilização de várias culturas. A metodologia utilizada nesta pesquisa aplicada e experimental foi um desenho de blocos completamente aleatório, consistindo em 3 blocos e 5 tratamentos, para determinar o efeito positivo do produto fertilizante e a dose que determinou as melhores características físicas e químicas na cultura de rabanete (*Raphanus sativus*), que foi selecionada entre outras culturas por causa de seu curto período de colheita. As doses do produto fertilizante foram aplicadas 10 dias após a semeadura e avaliadas desde a semeadura até a colheita. Os dados experimentais foram obtidos e processados por análise de variância e Duncan. Os resultados determinaram que o tratamento T5 se destacou em suas características físicas e químicas, tais como: comprimento da planta, peso total da planta, diâmetro equatorial, diâmetro polar, rendimento agrícola do produto.

Palavras-chave: Reciclagem; Lixiviação de resíduos do solo; Compostagem; Poluição ambiental

INTRODUCCIÓN

Las fábricas de aceites comestible, principalmente de aceite de soya y de pescado, en una de sus etapas de procesamiento del aceite crudo, que es el blanqueo del aceite para separar los componentes que dan color, olor no deseables al aceite, se utiliza la tierra de blanqueo, que es una arcilla ácido activada con propiedades adsorbentes, que se le combina según los criterios tecnológicos de las empresas aceiteras, con ayuda filtrante, carbón activado entre otros, para complementar las propiedades adsorbentes de la arcilla. La decoloración o blanqueo de aceites comestibles se realiza con arcillas naturales o activadas con ácido (1).

El aceite mezclado con la tierra de blanqueo y otros aditivos, requiere separarse de este material sólido por lo que se utiliza convencionalmente un filtro prensa de marcos y placas, que produce un filtrado que es el aceite decolorado y una torta retenida entre los marcos y placas, constituida por tierra de blanqueo mezclada con aceite y carbón activado. Asimismo, es necesario mencionar que la torta retenida en el filtro prensa, son los residuos de tierra de blanqueo que desechan las fábricas aceiteras.

La tendencia mundial en producción de tierras de blanqueo para la refinación de aceite vegetal es a partir de arcillas de origen natural del grupo de las Palygorskitas: bentonita cálcica, atapulgita, hormita y de las esmectitas: Montmorillonita y hectorita (2). El uso de las arcillas activadas mediante modificación química para la adsorción y

remoción de analitos en diferentes matrices ha abierto una gran ventana en la investigación de las potencialidades que tienen estas en campos diferentes (3).

Se observa por las propiedades físicas y químicas de la tierra de blanqueo se le utiliza en la refinación de aceite, para la reducción de impurezas, blanquear y desodorizar. La tierra se usa por su mayor eficiencia (más superficie por gramo) en la absorción, por lo que puede reducir la dosis de tierra y minimizar las pérdidas de aceite (4). Este residuo de tierra de blanqueo se genera en gran cantidad en la refinación del aceite y es de difícil disposición final. Las tierras decolorantes usadas en su mayoría son depositadas como residuos. Anualmente en el mundo, cerca de 100 mil toneladas de grasas y aceites se desechan junto con las tierras de blanqueo (5).

Hace buen tiempo que los residuos de tierra de blanqueo no tienen una adecuada disposición final; puesto que estos residuos se depositan en la intemperie, ríos, lugares donde existe población dispersa, entre otros. Ocasionando focos infecciosos en la propagación de plagas que afectan a cultivos del entorno y a la salud pública. A más de ser un contaminante ambiental, este residuo es peligroso ya que el aceite contenido presenta riesgo de explosión o autocombustionarse (6).

Lo referido en (2) se explica que las tierras de blanqueo pueden ser de procedencia natural y otras que son activadas con ácidos, en el caso de las primeras tierras de blanqueo mencionadas, son capaces de retener hasta 54% de su peso, un 42% de grasa y un 12%

impurezas y contaminantes volátiles (7). En el caso del presente trabajo de investigación se ha utilizado tierra de blanqueo ácido activadas.

Debido a esta situación a que los residuos de la tierra de blanqueo tienen una disposición final contaminante y riesgosa para la salud, es necesario darles alguna aplicación luego de algún tratamiento que implique reciclaje o reúso para que tengan un valor agregado con la finalidad de aprovechar los residuos de tierra de blanqueo como alternativa ecológica se tiene la elaboración de compost entre otras opciones y de esta manera reducir o eliminar sus efectos de impacto ambiental.

Algunas alternativas de reciclaje y/o reúso de los residuos de tierras de blanqueo es para la producción de riboflavina (Vitamina B2), sustituto de aceite de pescado en la formulación alimenticia para especies acuáticas, fabricación de prebióticos, síntesis de biodiesel y fertilizantes (8). También la tierra de blanqueo usada aumenta la retención de agua en los suelos y es también usada con éxito para la producción de compost. Si la tierra contiene níquel bio-disponible no puede ser usada para estos propósitos (9). En otros casos los residuos de tierra de blanqueo se recupera la arcilla de blanqueo y en otros se recupera el aceite retenido. En general, reutilizar el aceite con fines comestibles resulta difícil de lograr a causa de su oxidación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento que se realizó, es una investigación aplicada experimental; pues los datos de medición de las características

físicas del cultivo rabanito se recabaron en el campo de cultivo, donde se experimentó 5 tratamientos para encontrar la dosificación óptima para el cultivo rabanito. La data experimental obtenida se procesó mediante análisis estadístico, obteniéndose de esta manera la dosis adecuada de residuos de tierra de blanqueo (RTB) correspondiente al mejor rendimiento (tn/ha) de producto rabanito.

Se utilizó como abono fertilizante los RTB compostados, que tuvieron un tiempo de compostaje de 4 meses, a fin de biodegradar el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*), componentes colorantes y odoríferos y otros de naturaleza orgánica que se encuentran mezclados con la tierra de blanqueo.

Dada la naturaleza orgánica de los RTB, a fin de viabilizar su biodegradación aeróbica se requirió desagregar los RTB en material particulado en rango de tamaño por debajo de la malla 10 de la escala Tyler, para facilitar y acortar el tiempo de su transformación en compost se le mezcló con rastrojos para evitar que se apelmace y retarde la biodegradación del componente aceitoso y de las otras materias orgánicas presentes, así también para airear el material en transformación y controlar la temperatura se hacía el volteo o mezclado en las pozas con la ayuda de una pala, cada 10 días.

La investigación se desarrolló en el Centro Poblado de medio Mundo, distrito de Vegueta, Huaura, Asimismo, presenta condiciones de temperatura de 20.0 °C – 24 °C y Humedad relativa de 89 %. Los RTB en calidad de subproducto o residuos desechables fueron

facilitados por la empresa Biopex SAC, en una cantidad de 200 kg distribuidos en 5 bolsas de 40 kg por bolsa, para su respectivo transporte al campo de cultivo para su tratamiento por compostaje. Este material presentaba una apariencia pastosa de color negro y de fuerte olor a pescado.

Procedimiento

Se preparó tres muestras en 3 pozas bajo suelo, donde se depositó 15 kg por poza. con diferente formulación en cuanto a la proporción en peso de RTB, guano de cuy y rastros, la muestra seleccionada de las 3 pozas, que luego de transcurridos 4 meses, registró mejores señales externas tales como: menor olor, textura aparente, registros de elevación de temperatura durante el compostaje, fue seleccionada como RTB compostado, que registró un porcentaje en peso de 33,33, 33,3 y 33,33 % de RTB, guano de cuy y rastros respectivamente.

Luego se instaló el área experimental empleando el modelo estadístico del Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos. Se aplicaron las dosis una sola vez a los 10 días

de haber sembrado el rabanito. Se evaluó el cultivo desde la siembra hasta la cosecha y los datos obtenidos se trataron mediante análisis estadísticos.

Respecto al análisis químico del RTB compostado seleccionado, se le analizó en INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) que se aprecia en la Tabla 1, que de acuerdo a la FAO el pH con 7,06 se encuentra dentro de lo adecuado 6,5 – 8,5, materia orgánica con 43,98 % está en valores altos >20%, nitrógeno con 3 % valor alto ~1%, fósforo con 0,53 % está en valores altos 0,1% – 1,0%, potasio con 0,92 % en valores altos 0,3% – 1,0% relación C/N con 8,5:1 tiene nutrientes suficientes para los microorganismos 10:1 – 15:1(10).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis químico del producto RTB compostado, que se muestra en la Tabla 1, por sus características físico-químicas, presenta valores adecuados y altos de concentración de nutrientes que al incorporarse al suelo favorece la disponibilidad de macronutrientes para la absorción de la planta, influenciando para un óptimo desarrollo vegetativo de la planta.

Tabla 1. Análisis de macronutrientes de abono orgánico.

N° Lab.	ID Muestra	pH	C.E. uS/cm	Humedad (%)	M.O. (%)	N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	C/N
AO-0012	Abono	7,06	340,00	13,64	43,98	3,00	0,53	0,92	1,89	0,05	8,50

Fuente: INIA (Instituto Nacional de Investigación e Innovación).

Con relación al análisis de micronutrientes que se indica en la Tabla 2, se detalla que según el manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos que compara valores de micronutrientes de lodo sanitario, estiércol de vacuno y estiércol de gallina. Con los resultados de fierro con 5666,5 ppm encontrándose en valores normales (514 - 6322 ppm -), zinc con 51,85 ppm dentro del

margen (84 - 984 ppm), cobre con 3,89 ppm valor bajo (19 - 131 ppm) y manganeso con valor bajo 138,05 ppm (166 - 336 ppm) (11). Por lo tanto, debido a la mayoría de los valores que se encuentran dentro de los márgenes, se interpreta que este compost tiene concentración de micronutrientes adecuado que favorece la disponibilidad de estos al momento de incorporarlos al suelo.

Tabla 2. Análisis de macronutrientes de abono orgánico.

N° Lab.	ID Muestra	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm
AO-0012	Abono	5666.5	51.85	3.89	138.05

Fuente: INIA (Instituto Nacional de Investigación e Innovación).

Se estableció las dosis de compost teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelo y cantidad que emplean los agricultores de la zona que en promedio es de 6 a 10 tn/ha para cultivos de hortalizas de ciclo corto

como rabanito. También se sostiene con otras investigaciones que destacan la aplicación de una dosis referencial de enmiendas orgánicas es de 4 a 8 t/ha de semicompostado y de 6 a 12 t/ha para compost (12), se muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de análisis de suelo.

Tratamiento	g/planta	tn/ha
T ₁	0	0
T ₂	10	4
T ₃	15	6
T ₄	20	8
T ₅	25	10

Concerniente a la evaluación de las características físicas del cultivo rabanito que se observa en la Tabla 4, se aprecia que no hubo significancia; es decir las dosis de compost no influyeron en las características; sin embargo, el tratamiento T₅ con 10 tn/ha destacó en relación a las demás dosis. Por

lo que, este resultado se interpreta que, a mayor dosis de compost, que es el caso del tratamiento T₅ se aumentó la disponibilidad de nutrientes, que determinó una óptima absorción. Obteniéndose de esta manera buena presentación de su arquitectura de la planta, calidad de fruto y mayor rendimiento.

Tabla 4. Características físicas del cultivo de rabanito por tratamiento.

Tratamiento	Compost tn/ha	Longitud de planta (cm)	Peso total de planta (g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Rendimiento comercial tn/ha
T ₅	10	24,23 a	31,96 a	3,55 a	4,22 a	5,112 a
T ₄	8	22,41 a	28,52 a	3,39 a	3,90 a	4,742 ab
T ₃	6	21,93 a	26,31 a	3,21 a	3,74 ab	4,209 ab
T ₂	4	20,78 a	23,26 a	3,03 a	3,47 ab	3,757 ab
T ₁	0	19,34 a	21,74 a	2,95 a	3,12 b	3,097 b
Significancia		**	**	**	**	**
Coefficiente de variación %		13,68	25,42	10,96	10,51	23,09

Significancia (*)

No significativo (**)

Análisis estadístico

Obtenidos los datos desde la siembra hasta la cosecha se procesaron mediante análisis de varianza y estos se compararon con los datos de la tabla de Fisher al 5 % error, esta operación estadística determinó si hubo efecto de dosis o no; es decir si influyeron las aplicaciones de compost o no. Después de efectuar el análisis de varianza, se procesó los datos con la prueba de Duncan al 5 % de error. Esta operación determinó que el tratamiento T₅ destaca con relación a los demás y si tienen relación homogénea o se diferencian estadísticamente.

Discusión

Características físicas del cultivo rabanito después de los 5 tratamientos aplicados

De acuerdo a la evaluación de las características físicas del cultivo de rabanito que se detalla en la Tabla 4, se indica que no hubo significancia; es decir las dosis de compost no influyeron; sin embargo, el tratamiento T₅

con 10 tn/ha destacó en todos los tratamientos evaluados.

Por lo que, se analiza que estas dosis de compost se incorporaron macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes en el suelo, que influyeron en el incremento de la disponibilidad nutricional, lo cual favoreció en el desarrollo vegetativo de la planta obteniéndose de esta manera buena arquitectura de la planta, rendimiento y calidad de fruto. Por lo tanto, para cultivos de hortalizas como betarraga, zanahoria, rabanito, leguminosas y otros se requiere de 3 a 6 tn de compost/ha (13). Asimismo, es importante hacer notar que depende de otros factores en la aplicación de esta proporción de compost/tn, como son el tipo de suelo y cultivo.

Beneficio de los residuos de tierra de blanqueo compostados

Se logró un producto ecológico y al mismo tiempo favorece en reducir la contaminación ambiental. Asimismo, se promueve el

aprovechamiento de residuos orgánicos tomando conciencia ambiental en reciclar o rehusar algunos residuos en especial los de naturaleza predominantemente orgánica.

CONCLUSIONES

Se determinó que la mayor dosis se relacionó con el mayor rendimiento, que es el tratamiento T₅, resultó un rendimiento de 5,11 tn/ha, por lo que se infiere que al aplicar esta dosis de compost obtenido de la biodegradación de los RTB, guanos de cuy y rastrojos, al suelo se incorporó una concentración de nutrientes, que proporcionó las condiciones para una mayor disponibilidad de componentes químicos en estado inorgánico para la absorción del cultivo rabanito, favoreciendo su desarrollo, en su arquitectura y rendimiento.

Se confirma que el reciclaje de los RTB por compostaje, son útiles para la elaboración de productos fertilizantes; y su aplicación da lugar a un mayor rendimiento y la obtención de productos ecológicos y más saludables al evitar el uso de fertilizantes comerciales los que tienen mayor carga química; por lo que la evaluación presentada es sostenible ambientalmente.

El presente trabajo de investigación motiva a desarrollar actividades de fertilización en áreas verdes de instituciones públicas y/o privadas, utilizando los RTB compostados para reducir la contaminación ambiental, reciclando por compostaje los residuos de tierras de blanqueo que desechan las fábricas aceiteras.

REFERENCIAS

1. Zahrani A, Daous M. Recycling of Spent Bleaching Clay and Oil Recovery, I. Chem. E (Institution of Chemical Engineers), 2000; pág. 224
2. Salazar A. Evaluación de la reutilización de tierras provenientes de la etapa de blanqueo en la refinación del aceite de palma. [Internet]. Proyecto integral de grado para optar al título de: Ingeniero químico. Fundación Universidad de América; 2019; Vol 8. Disponible en: <https://n9.cl/iyj3z>
3. Volcán de Bego T. Estado del Arte Sobre Producción de Tierras de Blanqueo: Inteligencia Tecnológica Aplicada. Cal. Tecn. Desarr. AgroInd [Internet]. 21 de diciembre de 2018 [citado 17 de enero de 2022]; 20:63 - 76. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/catedea/article/view/2001>
4. Montaña D, Rosero M, Torres R. Arcillas activadas para el blanqueamiento del aceite de palma y remoción del colorante azul índigo carmín del agua. Prod + Limpia [Internet]. 2020;6;14(2):21-9. Disponible en: <https://n9.cl/nz035>
5. Baldini R. Mitigación de 3-MCPDE y GE mediante diversas tecnologías de proceso. Rev Palm [Internet]. 19 de diciembre de 2019 [citado 18 de enero de 2022];40(Especial T):69-5. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13088>
6. Taylor D, Bleaching", en Shahidi F. "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", Sexta edición, vol 6, Wiley-Interscience, New Jersey, 2005; pp. 287-293, 302-308, 311, 312, 315, 316, 320-32
7. Haro C, Aragón C, De la Torre E, Guevara A. Regeneración de Arcillas de Blanqueo Empleadas en la Decoloración de Aceites Vegetales Comestibles. Rev. Politéc. [Internet]. 31 de agosto de 2014 [citado 17 de enero de 2022];34(1):42. Disponible en: <https://>

revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/317

8. Alexandra N, Hernández J, Villanueva S, Henríquez M. Preliminary overview: Agro-industrial Uses of Spent Bleaching Earth. *Ciencia En Revolución*; enero 30 del 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4625946>

9. Llorca v, Jara D. Recuperación de aceite en tierra de blanqueo usada a través de extracción con solventes para obtener biodiesel. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero químico. Universidad de Guayaquil- Ecuador [Internet].2016. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12676/1/Tesis%20Biodiesel.pdf>

10. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual de compostaje del agricultor [Internet]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2015. 112 p. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

11. OPS/HEP/HES/URU/02.99. Manual para la elaboración de compost bases Conceptuales y procedimientos. Pres LA Repub oficina Planeamiento y Presupuesto Unidad Desarrollo Municipal Panam La salud Organ Mund LA SALUDOPS/HEP/HES/URU/0299 Man PARA LA Elaboración Compost Bases conceptuales y procedimientos [Internet]. :1999: 1–69. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>

12. Hirzel J, Salazar F. Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. *Boletín INIA*,2016: Numero de publicación 325, 58. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6506>

13. Sirsd-S P. Pauta técnica para la aplicación de compost. *Serv Agric y Ganad* [Internet]. 2017;5. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/pauta-tecnica-aplicacion-de-compost-conc.1-2-3_region_atacama.pdf



Perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germánica L.* utilizando *Chondracanthus Chamissoi*

Rheological profile of a compote prepared from Mespilus Germanica L. using Chondracanthus Chamissoi

Perfil reológico de una compota preparada a partir de *Mespilus Germanica L.* usando *Chondracanthus Chamissoi*

Denis Dante Corilla Flores
corillafdd@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5233-8666>

Franklin Ore Areche
franklin.ore@unh.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-7168-1742>

Jovencio Ticsihua Huamán
jovencio.ticsihua@unh.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-5287-4461>

Rodolfo León Gómez
rodolfo.leon@unh.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-5389-6889>

National University of Huancavelica. Huancavelica, Perú

Artículo recibido el 4 de abril 2022 / Arbitrado el 24 de mayo 2022 / Publicado el 27 de junio 2022

RESUMEN

La determinación de la reología en alimentos líquidos de naturaleza viscosa es de mucha importancia, debido a que este estudio permite resolver cálculos en Ingeniería, formular nuevos productos, hacer controles de calidad, vida anaquel, estabilidad de emulsiones entre otras. Es por ello que el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo preparar una compota de níspero (*Mespilus germánica L.*) utilizando como agar el cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) sin conservantes, determinando así su perfil reológico con tres concentraciones (0,10; 0,15; 0,20) % p/p de agar. Al cochayuyo se le aplicó un tratamiento alcalino con NaOH 0,04 M para la recuperación del agar. Posteriormente, se realizó a cada compota preparada un análisis sensorial con escala hedónica de cinco puntos a 60 panelistas (30 estudiantes nivel pregrado y 30 infantes entre 3 a 5 años utilizando una escala hedónica gráfica). El análisis sensorial aplicado tanto a panelistas adultos como infantes determinó que la compota que fue preparada con agar al 0,15% tuvo mayor aceptabilidad debido a que se reportó significancia ($p < 0,05$). Finalmente, se determinó su perfil reológico utilizando un viscosímetro de Brookfield RV-DVIII ULTRA, con los Spindles N° 5 y 6. Concluyendo que la compota de níspero presentó un comportamiento no-newtoniano de tipo pseudoplástico.

Palabras clave: Agar; Compota; Cochayuyo; Brookfield; Viscosidad

ABSTRACT

The determination of rheology in viscous liquid foods is of great importance, since this study allows to solve engineering calculations, formulate new products, make quality controls, shelf life, emulsion stability, among others. For this reason, the objective of this research work was to prepare a loquat compote (*Mespilus germanica L.*) using cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) as agar without preservatives, thus determining its rheological profile with three concentrations (0.10; 0.15; 0.20) % w/w of agar. An alkaline treatment with NaOH 0.04 M was applied to the cochayuyo for the recovery of the agar. Subsequently, a sensory analysis with a five-point hedonic scale was carried out on each prepared compote with 60 panelists (30 undergraduate students and 30 infants between 3 and 5 years of age using a graphic hedonic scale). The sensory analysis applied to both adult and infant panelists determined that the compote prepared with 0.15% agar had greater acceptability due to the significance reported ($p < 0.05$). Finally, its rheological profile was determined using a Brookfield RV-DVIII ULTRA viscometer, with Spindles N° 5 and 6. It was concluded that the loquat compote presented a non-Newtonian behavior of pseudoplastic type.

Key words: Agar; Agar; Compote; Cochayuyo; Brookfield; Viscosity

RESUMO

A determinação da reologia em alimentos líquidos viscosos é de grande importância, porque este estudo permite resolver cálculos de engenharia, formular novos produtos, fazer controles de qualidade, prazo de validade, estabilidade das emulsões, entre outros. Por esta razão, o objetivo deste trabalho de investigação era preparar uma compota de loquat (*Mespilus germánica L.*) utilizando cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) como ágar sem conservantes, determinando assim o seu perfil reológico com três concentrações (0,10; 0,15; 0,20) % p/p de ágar. Um tratamento alcalino com 0,04 M NaOH foi aplicado ao cochayuyo para recuperar o ágar. Posteriormente, foi realizada uma análise sensorial com uma escala hedônica de cinco pontos em cada compota preparada, com 60 membros do painel (30 estudantes de graduação e 30 bebês entre 3 e 5 anos de idade utilizando uma escala hedônica gráfica). A análise sensorial aplicada tanto a adultos como a crianças, determinou que a compota que foi preparada com 0,15% de ágar tinha maior aceitabilidade devido ao seu significado ($p < 0,05$). Finalmente, o seu perfil reológico foi determinado utilizando um viscosímetro Brookfield RV-DVIII ULTRA, com Fusos N° 5 e 6. Concluiu-se que a compota loquat apresentava um comportamento não newtoniano de tipo pseudoplástico.

Palavras-chave: Agar; Compote; Cochayuyo; Brookfield; Viscosidade

INTRODUCCIÓN

El fruto del níspero (*Mespilus germanica L.*) es de color marrón, a veces teñido de rojo, con forma de pera y de 1,5 a 3 cm de diámetro y con un particular peso que va de muy pequeño (unos 10 g) a grande (más de 80 g) (1). Se reproduce en zonas libres de heladas y en rocas y suelos pobres. Níspero posee hojas alargadas y las hojas y flores son idénticas a las del manzano. El níspero es una típica fruta que crece solo en ciertos climas que ha ganado terreno en el consumo humano e importancia en el mercado en los últimos años. En general, la maduración del níspero toma su tiempo. Los frutos del níspero se agarran como material nutritivo y son preferidos por la población local en forma de mermelada. El fruto del níspero también se usa como tratamiento del estreñimiento, como diurético y para eliminar los cálculos del riñón y la vejiga (2).

El contenido de azúcares como la fructosa y la glucosa (3), ácido linoleico y ácido palmítico (4), ácidos orgánicos como el ácido málico y el ácido cítrico (3), aspartato y glutamato (5), potasio (6), aminoácidos (3) y componentes volátiles (7) se reportaron en altos valores en los frutos maduros del níspero. Los frutos del níspero se comen bastante en Turquía y especialmente en el noreste de Anatolia, donde es casi el único lugar donde las personas cultivan frutos silvestres y alternativos para comer sus frutos en distintas maneras. La amplia lista de recetas en las que se usan los frutos del níspero, empleándolos en mermeladas y jaleas, etc. (8). Las cualidades de esta fruta son bien conocidas y se ha demostrado que la pulpa o el jarabe de la fruta se empleaba como fruta popular

para contrarrestar la enteritis y tiene muchas propiedades que benefician a la salud del ser humano.

El bletting o blet es un procedimiento al que se someten algunas frutas carnosas cuando, pasan de su maduración, y comienza a descomponerse y a fermentar (9). Los frutos del níspero se recolectan durante octubre y noviembre conservando parte de la cosecha en equipos fríos, oscuros y aireados, para evitar que el fruto se ablandarse. Sin embargo, los frutos no son adecuados para su venta en el mercado y su uso doméstico (4). Los tipos comunes de níspero son bastante conocidas en toda Europa y Asia (10). Las frutas y las verduras se utilizan como primer alimento que brindan nutrientes primordiales para conservar la vida. También poseen una variedad de fitoquímicos, como fenólicos y flavonoides, que brindan importantes contribuciones para la salud (11). Por ello, comer de forma regular frutas y verduras se vincula con disminución del riesgo de enfermedades crónicas, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (12).

La Región de Ayacucho cuenta con una bastante producción de níspero de palo (*Mespilus germanica L.*), siendo su producción para el año 2009 de 122 toneladas, del que se pierde un 55% por pudrición y malas prácticas post cosecha (13).

Actualmente hay un apego fuerte por los nísperos como un recurso importante de antioxidantes puede solucionar diferentes tipos de enfermedades humanas (14). Anteriormente, se ha hablado sobre los nutrientes del níspero que incentive a una buena salud (5). Según la información disponible en distintas bases

de datos, se requiere información detallada sobre los compuestos promotores de la salud del níspero para comprender mejor su uso como alimentos nutritivos y como insumos en fármacos y en medicina.

El níspero posee una vida anaquel corta y es muy sensible a distintos golpes fisiológicos y al proceso postcosecha luego de la cosecha. Es por ello, que se necesita técnicas ideales de almacenamiento y proceso postcosecha físicos, químicos y biológicos, (15). Para elevar la disposición para los que consumen y adicionar valor al níspero, se procesa en distintos productos tales como mermelada, jaleas, zumo, vino, fruta en conserva, rodajas secas, compotas, etc., (16). La compota se procesa como si fuera puré, naturalmente agregando azúcar y especias, y batiéndolos para conseguir una textura (usualmente usando goma xantana) aceptable para no arriesgar a los bebés con los ahogos, (17).

La caracterización reológica de los diferentes alimentos es muy importante para diseñar un proceso adecuado y optimización de procesos (como bombas, tuberías y equipos), y también da a conocer la correlación con la vida útil del producto y la posible calidad, la mezcla del producto, las apreciaciones sensoriales y posterior aceptación del consumidor, (18), las propiedades reológicas de la pulpa de fruta es empleada en distintos productos alimentarios como néctares, mermeladas, compotas, etc. Vienen causadas por la cantidad de sólidos del zumo (tanto solubles como insolubles), el tamaño y la forma de las moléculas del tejido del zumo y el grado de ruptura de las moléculas como la pectina o la hemicelulosa, (19).

MATERIALES Y MÉTODOS

Níspero (*Mespilus germánica L.*)

El níspero de palo (*Mespilus germánica L.*) fue recolectado de la provincia de Ayacucho, que está ubicado a 2761 m.s.n.m. que es una provincia donde hay mayor producción de níspero de palo. Las pruebas experimentales y de análisis se realizaron en el laboratorio 01 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica, filial Acobamba. Sin embargo, el perfil reológico se determinó en los Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, filial Tarma.

Preparación de la pulpa del níspero de palo (*Mespilus germánica L.*)

El níspero de palo (*Mespilus germánica L.*) en estado sano fueron seleccionados, lavados y desinfectados por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a 50 ppm durante 5 minutos y fueron secados a temperatura ambiente. Para el pelado y despepitado se realizó un escaldado previo con agua en ebullición (85°C) durante 3 min, de esta manera se logró ablandar la cascara y se pudo realizar el pelado de forma manual y como consecuencia el despepitado. La pulpa de níspero fue llevada a una pulpeadora para obtener una solución pastosa. Finalmente está pulpa obtenida fue pasteurizado a (95 °C) por 10 min.

Chondracanthus Chamissoi

El *Chondracanthus Chamissoi* fue adquirida en el mercado local de la provincia de Acobamba durante el mes de agosto del 2021, siendo llevada dentro de una nevera hasta el Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNH, donde fueron lavados con abundante agua y desinfectados. Luego se realizó el secado en una estufa a 60 °C por 12 horas. Después, se destrozó la muestra seca para obtener uniformidad en la extracción del agar. Finalmente, se llenó la muestra en recipientes herméticos hasta su posterior uso.

Extracción de agar de Chondracanthus Chamissoi

Para poder extraer el agar se pesó 25g de alga seca en 1 L de agua destilada y se dejó reposar por 12h, luego se realizó la

extracción por triplicado a 90 °C durante 2 horas empleando hidróxido de sodio al 0.04 M; Con ayuda de un trozo de tela se logró filtrar y obtener un extracto que se dejó en reposo a 15 °C hasta su gelificación. Luego, se congeló a 5 °C y se descongeló para filtrarlo en frío con ayuda de una tela. El sobrenadante obtenido se llevó a calentamiento agregando 250 mL de agua hasta su ebullición por 15 min.

Preparación de la compota

Las formulaciones que se elaboraron en el laboratorio están descritas en la Tabla 1. La mezcla de cada formulación fue agitada fuertemente. Las compotas fueron llenadas en recipientes de vidrio de 4 onzas cada uno, llevándolo a tratamiento térmico (115 °C por 25 min) para eliminar microorganismos patógenos y obtener un producto de calidad e inocuo.

Tabla 1. Formulaciones de compota de níspero de palo (*Mespilus germánica L.*).

Componente	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Pulpa de níspero	88	88	88
Harina de maíz	1.8	1.8	1.8
Azúcar blanca	8.2	8.2	8.2
Leche en polvo diluida al 24% en agua y 0.4% de ácido cítrico	1.9	1.9	1.9
Agar	0.10	0.15	0.20

Perfil Sensorial

Las propiedades sensoriales de las formulaciones de compota de níspero (*Mespilus germánica L.*) fueron analizadas a través de los siguientes atributos: color,

olor, sabor, textura y apariencia general. Fueron 60 panelistas no entrenados quienes degustaron de las formulaciones de compotas preparadas con diferentes concentraciones de agar (0.10, 0.15 y 0.20) %, de los cuales

30 de ellos fueron reclutados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica, con edades que oscilaban entre (19 - 30) años. A quienes se les entregó 10 mL de compota en vasos descartables en el mismo orden de la Tabla 1, para su posterior degustación con una escala hedónica de 5 puntos; malo (1 punto) a excelente (5 puntos) para saber su apreciación de cada panelista.

La compota con mayor puntuación en grado de satisfacción fue sometido a una segunda evaluación, con 30 niños entre 3 a 5 años (nivel inicial), pertenecientes a la I.E. Inicial N° 125 del distrito de Paucará, Provincia de Acobamba, Región Huancavelica, Perú, con previa aprobación de cada padre de familia.

Caracterización de la compota de níspero

Teniendo la compota de níspero con adición de agar a partir de (*Chondracanthus chamissoi*), se realizaron las siguientes pruebas:

Análisis físico y fisicoquímico de la compota de níspero de mayor aceptabilidad

Se midió la cantidad de sólidos solubles mediante un refractómetro digital escala de 0 a 60% Brix todos a 20 °C. La acidez total siguiendo el método de titulación y el resultado fue expresado como porcentaje de ácido málico. El pH fue determinado por el método potenciométrico, usando un pH metro.

Análisis químico proximal de la compota de níspero de mayor aceptabilidad

Se determinó mediante los métodos recomendados por la Association of Official Agricultural Chemists – AOAC international.

En proteínas (Método de kjeldahl), ceniza (Método de cenizas totales), fibra (Método Weende), Grasa (Método de Soxlet), humedad (Método de secado por estufa), carbohidratos (por diferencia del 100% menos el resultado de los análisis anteriores).

Análisis microbiológico de la compota de mayor aceptabilidad

Se realizó diversos análisis microbiológicos entre ellos recuento de hongos y levadura. Recuento de coliformes y recuento de aerobios mesófilos. Acorde a los establecido a las NTP 203.106 y el CODEX STAN 79-1981.

Evaluación reológica de la compota de níspero de mayor aceptabilidad

A las muestras de compota se le determine la evaluación reológica mediante la ayuda de un viscosímetro rotacional (Brookfield, DV III Plus, Estados Unidos) con las siguientes temperaturas: 17 °C, 25 °C, 35 °C y 45 °C y con diferentes velocidades de giro de 0.5; 1; 2; 4; 10; 20; 50 y 100 rpm. Con los datos obtenidos se determinó el perfil reológico usando la metodología de Mitchka y el modelo de Ostwald de Waele.

Análisis estadístico

Los puntajes obtenidos por cada atributo en la evaluación sensorial se procesaron para establecer la mejor formulación de compota de níspero (*Mespilus germánica L.*), con mayor aceptabilidad en términos de color, olor, sabor, textura y apariencia general. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software "SPSS ver. 25".

RESULTADOS

Perfil sensorial

El perfil sensorial de la compota de níspero (*Mespilus germánica L.*) se determinó mediante los promedios obtenidos de la escala de Likert, para los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia general. Para el atributo de color, la puntuación más alta (4,63) se encontró cuando la compota fue elaborada con 0.20%

de agar, después de la compota preparada con 0.10% de agar con una puntuación media de 4,43 y cuando se adiciona 0.15% de agar tiene la puntuación más baja con 4,37. En cuanto al olor, consistencia sabor y apariencia general del atributo (véase la Figura 1), la puntuación más alta se encuentra cuando se adiciona 0.20% de agar en la compota de níspero, con puntuaciones de 4,23; 4,43 y 4,37, que muestran una calificación de bueno.

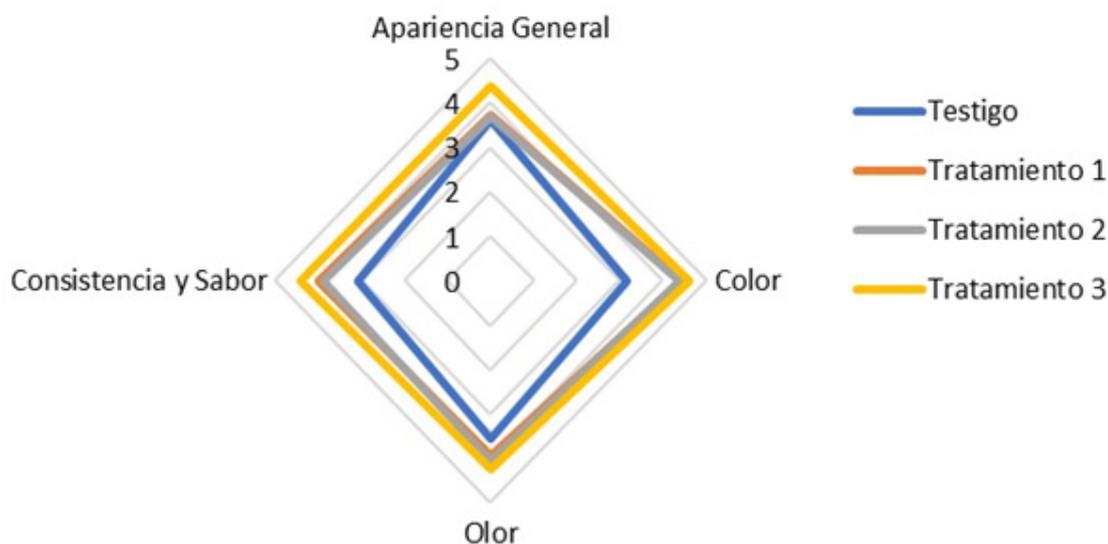


Figura 1. Evaluación del análisis sensorial de la compota de níspero (*Mespilus germánica L.*).

En la segunda etapa de evaluación sensorial con infantes (edad preescolar) la compota preparada con (0.20 %) de agar mostró mejores atributos sensoriales. Encontrando en infantes de 3 a 5 años una aceptabilidad de 96.7 %.

Composición física y fisicoquímica

Los parámetros fisicoquímicos de la compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) con mayor aceptabilidad es decir

formulada con (0,20%) de agar se presentan en la Tabla 2. El pH a 18°C mostró un valor de $3,93 \pm 0,09$, lo que indica que la compota es un alimento ácido. Mientras que el porcentaje de acidez mostró un valor de $0.55 \pm 0.042\%$. Así mismo, la concentración de sólidos solubles mostró un valor de $12,00 \pm 0,07\%$.

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) formulada con agar al (0.20%).

Análisis	Resultados
pH	3,93 ± 0,09
% Acidez (expresada en ácido ascórbico)	0.55 ± 0.04
% Sólidos solubles	12,00 ± 0,07

Composición químico proximal

La Tabla 3 muestra la composición proximal del níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) y de la compota a partir de pulpa de níspero de palo con adición de (0.20 %) de agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*). Se observó un mayor contenido de todos los parámetros en la compota de níspero de palo a excepción de

la humedad esto debido al proceso de cocción. El contenido de humedad de la compota de níspero de palo mostró un valor de (78.90 ± 0.21) %. Cenizas, un valor de (1.05 ± 0.28) %. Proteína un valor de (2.20 ± 0.32) %. Grasa un valor de 0.05 ± 0.02%. Fibra un valor de (2.10 ± 0.21) %. Finalmente, hidratos de carbono un valor de (17.80 ± 0.13%).

Tabla 3. Composición proximal de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) y de la compota con adición de (0.20 %) de agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*).

Parámetro	Níspero de palo	Compota de níspero de palo
Humedad	85.90 ± 0.02	78.90 ± 0.21
Ceniza	0.51 ± 0.32	1.05 ± 0.28
Proteína	0.40 ± 0.29	2.20 ± 0.32
Grasa	0.01 ± 0.05	0.05 ± 0.02
Fibra	1.80 ± 0.11	2.10 ± 0.21
Carbohidratos	13.18 ± 0.18	17.80 ± 0.13

Nota: Los datos se expresan como media ± desviación estándar (D.E.), n = 3.

Análisis microbiológico

El recuento de mohos y levaduras mostró valores <100 ufc/ml, mientras que los coliformes totales fueron <10 ufc/ml. Estos resultados demuestran que la compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) con adición de agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*) es apta para el consumo humano ya

que no hay presencia de riesgo microbiológico.

Perfil reológico

El perfil reológico fue realizado en ensayos de flujo estacionario, a distintas temperaturas (17, 25, 35 y 45) °C y con la compota de níspero de mayor aceptación es decir la que se preparó con 0.20% de agar extraída

a partir de *Chondracanthus Chamissoi*, utilizando el modelo de Ostwald - Waele, con tres repeticiones (R1, R2 Y R3), observando el comportamiento de esfuerzo cortante. Las curvas de flujo viscoso de la compota

elaborado a partir de pulpa de níspero (Figura 2) muestran características de un fluido No-newtoniano del tipo pseudoplástico, debido a que presenta una tendencia no lineal con curva cóncava.

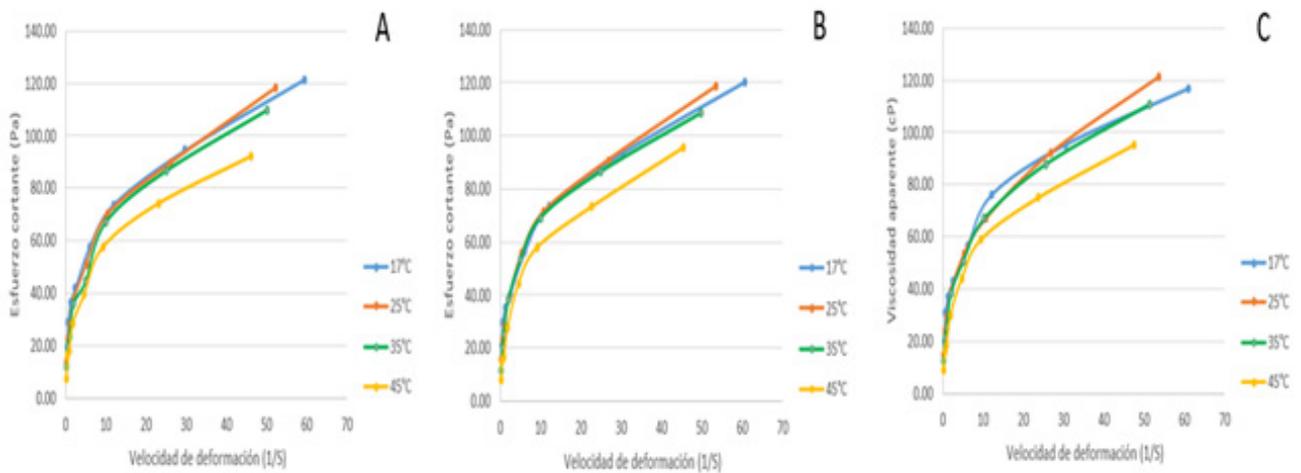


Figura 2. Curvas reológicas de la compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) con 0.20% de agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*) con tres repeticiones: (A) Repetición 1 (B) Repetición 2, y (C) Repetición 3 a cuatro temperaturas diferentes (17°C, 25°C, 35°C, y 45°C).

Debido al comportamiento de la compota de níspero, los datos obtenidos (Esfuerzo cortante vs velocidad de deformación) fueron ajustados al modelo de Ostwald de Waele, el cual se expresa mediante la siguiente ecuación 1, y sus datos se encuentran en la Tabla 4.

$$\tau = k (\dot{\gamma})^n \dots \dots \dots (1)$$

Donde (k), es el índice de consistencia, y (n) es el índice de comportamiento de flujo. En la Figura 3 se observa que la compota de

aguaymanto se comporta como un fluido no newtoniano, pseudoplástico, donde la viscosidad aparente corregida disminuye con el aumento del esfuerzo de cizallamiento. A partir de la Figura 3, se observa que la compota de níspero tiene un comportamiento tixotrópico, donde la viscosidad bajo con el tiempo para las tres repeticiones y las temperaturas. Además, la viscosidad aparente bajo con el incremento de la temperatura y la tasa de deformación.

En la Tabla 4 se muestra la dependencia de los parámetros del modelo de Ostwald de Waele (n = índice de comportamiento de flujo y K = índice de consistencia de flujo en Pa.s) para la compota de níspero a cuatro (17, 25, 35 y 45) °C temperaturas diferentes en tres repeticiones. Como se puede visualizar, el modelo de Ostwald de Waele se ajusta bien a los valores medidos, lo que se demuestra a través de los valores del coeficiente de determinación R^2 (0.9654 - 0.9937). En las tres repeticiones cuando se aumenta la temperatura, el índice de consistencia de flujo (K) disminuye, y el

índice de comportamiento de flujo (n) tuvo un ligero aumento. El índice de comportamiento de flujo (n) mostró valores menores a la unidad, confirmando así la pseudoplasticidad de la compota de níspero. Por lo tanto, el observador del comportamiento pseudoplástico podría ser una consecuencia tanto de la presencia de almidón, proteínas (baja concentración), y principalmente del agente gelificante. Todas las repeticiones preparadas con agar a partir de *Chondracanthus chamissoi*, mostraron propiedades de pseudoplasticidad.

Tabla 4. Parámetros n y K del modelo de Ostwald-de Waele para la compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) preparada con 0.20% de agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*) con tres repeticiones: (A) Repetición 1 (B) Repetición 2, y (C) Repetición 3 a cuatro (17°C, 25°C, 35°C, y 45°C) temperaturas.

Repeticiones	T (°C)	Índice de consistencia K (Pa.S ⁿ)	Índice de comportamiento de flujo (n)	R ²	r
	17	32.1440	0.3274	0.9917	0.9958
	25	26.8534	0.3852	0.9913	0.9956
	35	24.3108	0.4025	0.9869	0.9934
	45	18.9234	0.4504	0.9654	0.9825
	17	32.2255	0.3174	0.9937	0.9968
	25	27.9062	0.3745	0.9933	0.9966
	35	25.0207	0.4066	0.9751	0.9874
	45	18.8538	0.4600	0.9739	0.9867
	17	32.9382	0.3151	0.9881	0.9940
	25	27.9576	0.3739	0.9917	0.9958
	35	25.6389	0.3916	0.9835	0.9917
	45	20.1280	0.4340	0.9782	0.9890

Discusión

Perfil sensorial

En cuanto al perfil sensorial en niños según, (20), indican que se requiere una puntuación mínima de 85% en aceptabilidad de las compotas para ser considerados de gran aceptación en el mercado. Es así, que el resultado reportado permite pensar en ejecutar un proyecto de inversión con indicadores económicos para su posterior incorporación a escala industrial en la provincia de Acobamba, Perú.

Composición física y fisicoquímica

En cuanto a los resultados de pH, acidez y sólidos solubles estos son similares a lo encontrado por (21), en la compota de Jícama con un pH de 3.97. (22), quienes reportaron un pH entre 3.63 en la compota de dátiles preparada con diferentes niveles de Dibs y leche. En cuanto a la acidez en la compota de níspero según (23), reportaron valores más bajos de porcentaje de acidez (0.23 ± 0.04) en la compota de zapallo. En función de los sólidos solubles está dentro de lo establecido por las normas NTP 203.106 (2012) e INEN 1995-10 (2009), con mínimos de 16,5% y 15,0%, respectivamente. Un hallazgo similar (11%) fue reportado por (21), en su compota de Jicama (*Sallanthus sonchifolius*).

Composición químico proximal

En función al contenido de humedad de la compota de níspero se encontró un hallazgo similar reportado por (24), en la compota de

camote y oca (79.64) %, pero menor que la compota de quinoa y mango (25.85 ± 1.8 a 52.15 ± 1.4) %. En función del contenido de cenizas este valor es superior a lo reportado por (25), (0.45 a 1.26) % en compota de quinoa y mango. En función de la proteína este valor se encuentra dentro de lo reportado (22). (1.86 a 3.33) %. En función del contenido de grasa el valor reportado es inferior al presentado por (22). (1.53 a 2.38) %. En función del contenido de fibra el valor reportado es cercano a lo reportado por (22). (2.24 a 2.65) % los tres últimos en compota de dátiles preparada con diferentes niveles de Dibs y leche. En función de los hidratos de carbono el valor reportado se encuentra dentro de lo reportado por (25), (14.78 a 36.73) % en compota de quinoa y mango.

Perfil reológico

El perfil reológico depende del tamaño de las partículas y la temperatura de procesado y estas afectan significativamente a todos los parámetros reológicos de las soluciones. Dogan et al (26). En investigaciones idénticas como comportamiento reológico hechas a zumos de frutas se han utilizado distintas leyes de potencia sin embargo la más común es la de potencia de Ostwald de Waele. Por ejemplo, lo investigado por Evangelista et al (27), donde investigaron con jugo de uva Malbec demostraron que este zumo se ajusta con gran exactitud al modelo de Ostwald de Waele.

El comportamiento del fluido pseudoplástico está dado por el agrietamiento

de la estructura de las moléculas al ser expuestas a fuerzas hidrodinámicas y al elevar la alineación de las moléculas constituyentes, (28). El bucle de histéresis entre las curvas puede estar relacionado con el cambio de la viscosidad de la compota de níspero en el tiempo. Normalmente las frutas tienen un comportamiento tixotrópico, por lo que la viscosidad de la compota a una velocidad de cizallamiento constante baja con el tiempo. (29). La compota de níspero muestra un comportamiento tixotrópico similar a lo reportado en la pulpa de baya de acai, Costa et al (30). Cabe resaltar que la viscosidad aparente baja con el incremento de la temperatura comportamiento similar fue reportado en néctares de piña y frutas tropicales (31).

Cuando se aumenta la temperatura, el índice de consistencia de flujo (K) disminuye. Las mismas tendencias fueron encontradas por (24). Una causa del comportamiento pseudoplástico podría ser una consecuencia tanto de la presencia de almidón como de proteínas. Hallazgos similares fueron observados por (24), con valores de (n) que oscilan entre 0,451 y 0,502 (manzana compotada).

CONCLUSIONES

La compota de níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*) preparada con (0.20 %) agar a partir de (*Chondracanthus Chamissoi*) tuvo un comportamiento no newtoniano con características de fluido pseudoplástico. Esta compota es de fácil digestión, contiene nutrientes tales como proteína, fibra y

carbohidratos que ayudan a la digestión. Asimismo, los análisis microbiológicos aseguran la garantía de este producto en vinculación con las normas técnicas nacionales e internacionales. El hecho de preparar compotas a base de zumo de níspero de palo con agar de *chondracanthus chamissoi* y determinar su comportamiento reológico brinda una excelente alternativa para conocer el tipo de fluido en este producto y su aplicación a gran escala, en la industria de alimentos.

REFERENCIAS

1. Browicz K. and Mespilus L. In Davis PH. (Ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh: Edinburgh University Press, 1972; 4(2): 128-129
2. Baird R. and JW. Thieret The medlar (*Mespilus germanica*, Rosaceae) from antiquity to obscurity. Economic Botany 3; Bassi E 1932. Frutticoltura. In Nuova Enciclopedia Agraria Italiana, Parte quinta. Unione Tipografica Torinese, Torino. 1989; 24(11): 23-43
3. Glew RH, Ayaz FA, Sanz C, VanderJagt DJ, Huang HS, Chuang LT, and Strnad M. Changes in sugars, organic acids and amino acids in medlar (*Mespilus germanica L.*) during fruit development, Food Chem. 2003; 83(1): 363-369
4. Ayaz FA, Demir O, Torun H, Kolcuoglu Y, and Colak A. Characterization of polyphenoloxidase (PPO) and total phenolic contents in medlar (*Mespilus germanica L.*) fruit during ripening and over ripening, Food Chem. 2008; 106(3): 291-298
5. Glew, R.H. Ayaz, F.A. Sanz, C VanderJagt, D.J. Huang, H.S. Chuang L.T. and Miroslav S. Effect of postharvest period on sugar, organic acid and fatty acid compositions in commercially sold medlar (*Mespilus germanica 'Dutch'*) fruit, Eur. Food Sci. Technol. 2003; 216(5): 390-394

6. Glew, R.H. Ayaz, F.A. VanderJagt, D.J. Millson, M. Dris R. and Niskanen R. A Research note mineral composition of medlar (*Mespilus germanica*) fruit at different stages of maturity, *J. Food Qual.* 2003; 26(3): 441-447
7. Pourmortazavia, S.M. Ghadirib, M. Hajimirsadegh Supercritical fluid extraction of volatile components from *Bunium persicum* Boiss. (*Black cumin*) and *Mespilus germanica L.* (medlar) seeds, *J. Food Comp. Anal.* 2005; 18(1): 439-446
8. Baytop T. Therapy with medicinal plants in Turkey-past and present, 2nd, Nobel Tip Basimevi, Çapa-Istanbul. 1999; 10(1): 299
9. Bignami C. Il nespolo comune. *L'Informace Agrario*, 2000, 25(1): 43-46
10. Haciseferogulları, H. Ozcan, M. Sonmete M.H. and Ozbek. O. Some physical and chemical parameters of wild medlar (*Mespilus germanica L.*) fruit grown in Turkey, *J. Food Eng.* 2005; 69(1): 1-7
11. Oktay, M. Gülçin İ. and Küfrevioğlu, Ö.İ. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts, *Lebensm.Wissen Technol.* 2003; 36(1): 263-271
12. Dragsted, L.O. Strube M. and Larsen J.C. Cancer-protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacol. Toxicol.* 1993; 72(1): 116-135
13. Rondan J.C. Extracción y caracterización de pectina, a partir de la pulpa del níspero de palo (*Mespilus Germánica L.*). tesis de pregrado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2010
14. Deighton, N. Brennan, R. Finn C. and Davies HV. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species, *J. Sci. Food Agric.* 2000; 80(1): 1307-1313
15. Xiao, G. Xu, Y. and Yu, Y. *Asian Berries*. Bioscience, Food Science y Technology, CRC Press, ISBN 9780429286476, 2020
16. Testa, R. Migliore, G. Schifani, G. Tinebra, I. and Farina., V. Chemical-Physical, Sensory Analyses and Consumers' Quality Perception of Local vs. Imported Loquat Fruits: A Sustainable Development Perspective. *Agronomy*, 2020
17. FAO, Codex Alimentarius, frutas y hortalizas elaboradas y congeladas rápidamente, Segunda edición. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Roma, Italia, 1995
18. Zhou, L. Guan, Y. Bi, J. Liu, X. Yi, J. Chen, Q. Wu, X. and Zhou, M. Change of the rheological properties of mango juice by high pressure homogenization, *LWT-Food Science and Technology*, 2017; 82(1): 121-130
19. Al-amoudi, R. Taylan, O. Kutlu, G. Can, A. Sagdic, O. Dertli, E. and Yilmaz, M. Characterization of chemical, molecular, thermal and rheological properties of medlar pectin extracted at optimum conditions as determined by Box-Behnken and ANFIS models, *Food Chemistry*, 2019; 271(15): 650-662
20. Pedrero, D. and Pangborn, R., Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos, Primera edición. Alhambra Mexicana, San Luis Potosi, México, 1997
21. Tapia, V., Parada, M. and Herrera, M., Obtención de compota a partir de Jicama (*Smallanthus Sonchifolius*). *Perfiles*, 2017; 2(18): 2017
22. Ferweez, H. and Ismail, H., Evaluation of Date Compote Prepared with Different Levels of Dibs and Milk. *Egyptian J. of nutrition*, 2018; 33(2): 2018
23. Camayo-lapa, B., Quispe-solano, M., DE Manyari-cervantes, G., Espinoza-silva, C., Alex, R., Cruz, H., Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima Dutch*) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Sci. Agropecu.* 2020; 11(1): 203-212
24. Pilamala, A., Reyes, J., Cerda, L., Moreno, C., Aprovechamiento de cultivos andinos camote (*Ipomoea batata*) y oca (*Oxalis tuberosa*) en el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad Emilia (*Malus communis - Reineta amarilla de Blenheim*). *Agroindustrial Sci.* 2018; 8(1): 7-13

- 25.** Pérez, A. and Mera, T., Formulation of compote based on quinoa (*Chenopodium quinoa*) and mango Kent (*Mangifera indica*). *Functional Food Science and Technology Journal*. 2020; 2(1): 43-55
- 26.** Dogan, M., Aslan, D. and Gurmeric, V., The rheological behaviors and morphological characteristics of different food hydrocolloids ground to sub-micro particles: in terms of temperature and particle size. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2017; 12(2018): 770–780
- 27.** Evangelista, R., Ribeiro, M., Machado de castilhos, M., Cantú-lozano, D. and Teli-romero, J., Determination of the rheological behavior and thermophysical properties of malbec grape juice concentrates (*Vitis vinifera*). *Food Research International*. 2020; 137(2020): 109431
- 28.** Obradovic, V., Ergovic, M., Marcetic, H. and Skrabal, S., Properties of strawberries puree stored in the freezer. *Advance Journal of Ital. J. Food Sci*. 2020; 32(2020): 945
- 29.** Kubo M, Rojas M, Miano A, and Augusto P. Chapter 1: Rheological Properties of Tomato Products, in *Tomato Chemistry, Industrial Processing and Product Development*, 2019. *Food Chemistru*. 2020; 10(2019): 1-25
- 30.** Costa H, Arouca F, and Silva D. Study of rheological properties of açai berry pulp: an analysis of its time-dependent behavior and the effect of temperature. *J Biol Phys*. 2020; 44(2018): 557-577
- 31.** Silva D, Braga A, Lourenco L, Rodrigues A. and Peixoto J. Rheological behavior of mixed nectars of pineapple skin juice and tropical fruit pulp. *International Food Research Journal*. 2017; 24(4): 1713-1720



Erosión de estructuras ribereñas y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas: Una revisión sistemática

Erosion of riverside structures and effect on flooding in agricultural areas: A systematic review

Erosão de estruturas ribeirinhas e seu efeito nas inundações em áreas agrícolas: Uma revisão sistemática

Sleyther Arturo De La Cruz Vega¹

sdelacruz@unab.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>

Cristian Milton Mendoza Flores²

cmendozaf@unjfsc.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-2298-6224>

Fernando Demetrio Llatas Villanueva³

fernando.llatas@unj.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-5718-948X>

José Antonio Garrido Oyola⁴

kgarrido@unjfsc.edu.pe
<https://orcid.org/0000-00002-8191-8600>

¹Universidad Nacional de Barranca. Barranca Perú

²Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

³Universidad Nacional de Jaén, Perú

⁴Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú

Artículo recibido el 1 de junio 2022 / Arbitrado el 14 de junio 2022 / Publicado el 27 de junio 2022

RESUMEN

Los diversos agentes erosivos, a los cuales son sometidas las estructuras de protección ribereña, aumentan su magnitud cada vez más, debido al constante cambio climático y al desarrollo que se produce en los pueblos cercanos al querer desplazar los cauces naturales y ampliar las zonas de cultivos. Ya que es objeto ingenieril hoy en día la realización de estructuras que tengan la capacidad de soportar las diversas cargas a las cuales sean sometidas de manera directa y moderar los efectos que puedan presentarse en la ribera del río. El objetivo es consolidar la información acerca de la erosión de estructuras y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas. Las conclusiones muestran que el estudio de erosión de estructuras ribereñas y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas, surge muchos factores que amenazan con el desgaste y la resistencia que pueden tener estas estructuras, provocando de esta manera un colapso inminente y afectando las áreas cultivadas, población y sus habitantes.

Palabras clave: Erosión; Cauce; Diseño; Estructura; Ribera; Agrícola

ABSTRACT

The various erosive agents, to which the riverside protection structures are subjected, increase their magnitude more and more, due to the constant climate change and the development that occurs in the nearby towns when they want to displace the natural channels and expand the cultivation areas. Since it is an engineering object today to carry out structures that have the capacity to withstand the various loads to which they are directly subjected and moderate the effects that may occur on the riverbank. The objective is to consolidate the information about the erosion of structures and its effect on flooding in agricultural areas. The conclusions show that the study of erosion of riverside structures and its effect on flooding in agricultural areas, reveals many factors that threaten the wear and resistance that these structures may have, thus causing an imminent collapse and affecting cultivated areas, population and its inhabitants.

Key words: Erosion; Channel; Design; Structure; Riverbank; Agricultural

RESUMO

Os diversos agentes erosivos, a que estão submetidas as estruturas de proteção ribeirinha, aumentam cada vez mais a sua magnitude, devido às constantes alterações climáticas e ao desenvolvimento que ocorre nas cidades vizinhas quando estas pretendem deslocar os canais naturais e expandir as áreas de cultivo. Sendo hoje objeto de engenharia a realização de estruturas que tenham capacidade para suportar as diversas cargas a que estão diretamente submetidas e moderar os efeitos que possam ocorrer na margem do rio. O objetivo é consolidar as informações sobre a erosão de estruturas e seu efeito nas inundações em áreas agrícolas. As conclusões mostram que o estudo da erosão das estruturas ribeirinhas e o seu efeito nas inundações nas áreas agrícolas, revela muitos fatores que ameaçam o desgaste e a resistência que estas estruturas podem ter, causando um colapso iminente e afetando as áreas cultivadas, a população e os seus habitantes.

Palavras-chave: Erosão; Canal; Desenho; estrutura, ribeirinha, agrícola

INTRODUCCIÓN

Los agricultores de hoy sufren más que nunca por los climas extremos, a pesar de los avances en el pronóstico del tiempo, el uso de satélites meteorológicos y la existencia de modelos informáticos que simulan el clima. Si bien estos extremos pueden volverse más frecuentes debido al cambio climático, la vulnerabilidad también está aumentando por otras razones: aumento de la densidad de población; El mayor uso de tierras marginales para cultivos inadecuados aumenta el potencial de erosión del suelo y conduce a inundaciones repentinas (1).

En algunos países de América del Sur, como Perú y Ecuador, El Niño se conoce como un aumento de la temperatura superficial del mar (SST) en la costa oeste de América del Sur con fuertes lluvias. Anteriormente, se consideraba un fenómeno local. Ahora se reconoce como el principal modificador del cambio climático sobre una base anual en todo el mundo (2).

Estas precipitaciones que de forma seguida logran aumentar el caudal hídrico, provocan la erosión en la tierra por donde discurren los ríos. Dando lugar a inundaciones de zonas de cultivo y destrucción de puentes, bocatomas, márgenes de protección, etc.

Las riberas de un río se irán erosionando a tal grado que las bermas van desapareciendo en una parte significativa. Esta realidad pone en riesgo la totalidad de la estructura y en gran parte, la infraestructura lo que implica una potencial inundación que puedan ocurrir.

El efecto dañino de las inundaciones sobre la agricultura se puede evaluar a partir de la destrucción o afectación de los cultivos que quedan cubiertos total o parcialmente por el agua durante varios días, la presencia de enfermedades y plagas como consecuencia de la humedad persistente en el terreno, la saturación de los suelos o aumento significativo de la humedad de los mismos y la pérdida de rendimiento agrícola de los cultivos y de la producción en general (3).

El propósito de este estudio es consolidar la información acerca de la erosión de estructuras y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas.

MÉTODO

La siguiente investigación utilizó el diagrama de flujo PRISMA, que indica la identificación, cribado e incluidos (Figura 1). El producto de la búsqueda en la base de datos utilizados fue de 52,435 publicaciones, detallando a continuación lo que se encontró en cada base de datos: 51,024 fueron por ScienceDirect y 1,411 de SCOPUS. Del total de investigaciones de las dos bases de datos que se indagó, se descartaron 52,401 artículos que no corresponden a lo que se quiere encontrar, ya que fueron excluidos por el título, año, y por área temática. De los 34 que quedaron se descartaron 19, debido a que estos no cumplían con los criterios establecidos en el resumen. Resultando de tal manera 15 artículos seleccionados.

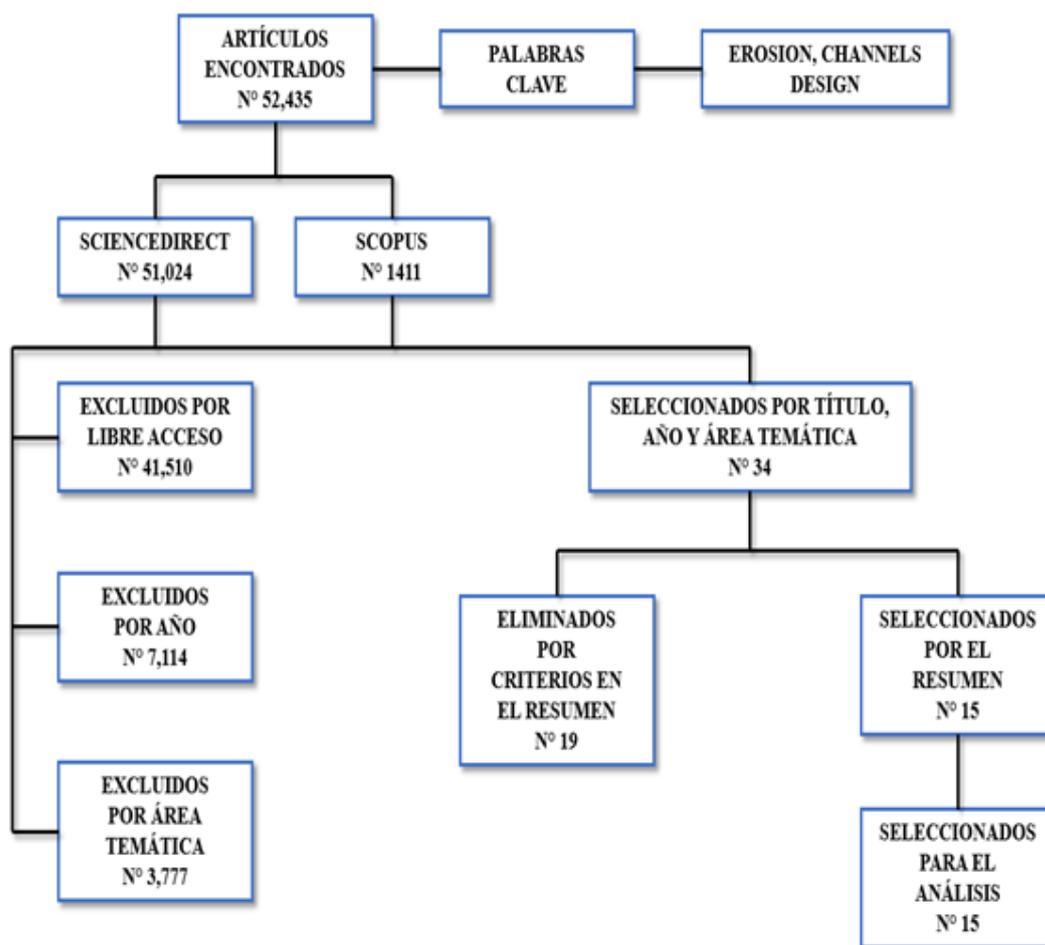


Figura 1. Detalla la estructura de búsqueda que dio como resultado los 15 documentos para el análisis.

Los fundamentos de los datos consultados fueron SCOPUS y ScienceDirect, efectuado entre los años 2018 a 2021; la investigación se efectuó durante los meses de octubre y noviembre del 2021. Las palabras claves utilizadas fueron “Erosión”, “Canales”,

“Diseño”. Estos términos fueron palabras clave y fundamentales para la investigación en cada base de datos.

La Selección de documentos se detalla en la Tabla 1 criterios para esta revisión sistemática (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de Integración y Eliminación Revisión Sistemática.

Criterios de integración	Criterios de eliminación
Investigación sobre los agentes erosivos, a los cuales son sometidas las estructuras de protección. Estudios relacionados a estructuras de protección.	Estudios con muestras que no presenten características geomorfológicas de cuencas y ríos.

El producto de la búsqueda en la base de datos utilizados fue de 52,435 publicaciones, detallando a continuación lo que se encontró en cada base de datos: 51,024 fueron por ScienceDirect y 1,411 de SCOPUS.

Del total de investigaciones de las dos bases de datos que se indagó, se descartaron 52,401 artículos que no corresponden a lo que se quiere encontrar, ya que fueron excluidos por el título, año, y por área temática. De los 34 que quedaron se descartaron 19, debido a que estos no cumplían con los criterios establecidos en el resumen. Resultando de tal manera 15 artículos seleccionados.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

El poco control en el diseño de las estructuras ha causado numerables dificultades entre ellas la erosión, debido a ello a fin de predecir este comportamiento se empleó la modelación matemática bidimensional TELEMAC, el cual ha confirmado importantes hipótesis del manejo de las obras a realizar. El análisis detallado de los resultados en este modelo muestra que el mismo es capaz de representar adecuadamente el flujo de recirculación en el recinto comprendido entre dos espigones continuos, el cual genera los procesos de evacuación de sedimentos en aquellos sectores, y el movimiento de los núcleos de velocidades máximas hacia el lugar central del cauce, impulsados por el producto deflectante de los espigones planificados, alejando las velocidades máximas de las regiones de bordes (4).

Debido a la erosión que causa el desgaste en las estructuras de protección, se consideró a los espigones como las estructuras más adecuadas, ya que al poseer cualidades lineales, entre ellas la capacidad de permitir el paso de fluido así como también de impedirlo, ubicadas en sentido levemente colateral al cauce, resultaron como las que más controlan la circulación del fluido en la proximidad del margen, modificando este sentido, de manera que disminuyendo la velocidad y consecuentemente la erosión, además se impulsa la sedimentación (5).

A causa de la consecuencia que se tiene en un segmento curvo de trayectoria en un río se propicia la generación de hoyas erosivas, de manera que se propuso soluciones entre ellas las de predecir este comportamiento. Para predecir esta erosión se empleó las ecuaciones de Bormann y Julien, además se debe precisar que se cuenta con el apoyo de enrocados en los bordes derecho e izquierdo a través del cual se inspecciona la erosión en los bordes del cauce en ciertos puntos. Según los resultados de M. V. Reyes, J. M. Kuroiwa, L. F. Castro, esta investigación empírica propone que, en segmentos curvos donde existe mayor presencia de crecidas a causa de las lluvias, así como de una inclinación sólida, y que han sido resguardados con elementos de forma transversal, se originan erosiones en el mismo punto más hondos que en segmentos rectilíneos. A fin de realizar una comparación, se usó la ecuación de Bormann, así como también la de Julien y se

comprobó que estos problemas causados por las erosiones estudiadas en esta investigación eran despreciadas. Sin embargo, se verificó que al emplear un valor de cuatro originaría una envolvente que podría emplearse para propósitos de diseño (6).

Debido a la ineficacia y del riesgo residual que existen sobre casos de colapso ante la protección de riveras en el río, el estudio determinó que las herramientas de simulación son lo más conveniente para estimar la eficacia de las presas de control ya que ayudó a pronosticar el riesgo residual en el caso de colapso de la medida de protección, así mismo pudo propagar la dinámica de los movimientos masivos en todo lo extenso de una topografía definida dado un grupo de datos de entrada (7).

Este autor (8) Encontró dos problemas que afectan la protección de riberas de río: el desgaste entre la orilla y la corriente de agua, y la abundante capacidad de desgaste de la corriente de agua. Por ende, según su estudio llegó a la conclusión que construir muros de contenciones (gaviones) ayudan a mejorar la protección de la ribera teniendo en cuenta que se usó el método de Coulomb para el diseño del muro, que estima la existencia de un roce entre el muro y el suelo.

Así como un autor (9) descubrió que en las estructuras de defensas ribereñas surgen muchos socavamientos y erosión al pie de la obra, por ello determinó que para evitar todos esos problemas es primordial construir gaviones modelo colchón, dando como resultado que estos elementos ubicados

delante de la estructura, al sufrir una alteración, acompañan la erosión y desgaste del fondo, previniendo de esta manera que este llegue a la base de la estructura y la desestabilice.

El estudio muestra canales asimétricos que presentan un flujo de dos fases con masas o volúmenes variables de agua y aire, los cuales están sometidos a cambios de temperatura por radiación térmica, que afectan de manera directa tanto la velocidad de deslizamiento y temperatura del fluido que transporta partículas. El estudio determinó que la velocidad de la partícula en el canal se reducirá ya sea por aumento en el parámetro magnético, en el número de Reynolds (ya sea el del flujo cruzado o el normal) o el coeficiente de arrastre, determinó también que a medida aumente la relación entre las fuerzas de flotación y las fuerzas viscosas actuantes, la fuerza viscosa dominara las partes del canal que no se conectan, mientras que las fuerzas térmicas dominaran en las que si lo hagan, se llegó también a la conclusión que el aumento en el parámetro de radiación iba disminuir la temperatura presente en la fase de las partículas, cuando aumenta la influencia del parámetro de interacción de las partículas fluidas y la relación de densidades el coeficiente de fricción cutánea disminuirá (10).

Mediante los estudios realizados con el fin de comprobar si el modelo LBM en el cual usa dos funciones de equilibrio distribuidos, una para escorrentía en la cuenca y otra para la sección del canal, presentaba similitud en cuanto a los resultados obtenidos con

el programa de modelamiento KINEROS2, se llegó a la conclusión que el programa se podía aplicar para el modelamiento de escurrimientos y pérdidas de partículas transportadas. El modelo que se propuso para llevar a cabo dicha comparación resultó ser el más eficaz al momento de simular la escorrentía superficial en la cuenca analizada y se tuvo en cuenta en la cuenca, que los caudales de salida eran menores a los esperados, ya que fue netamente por los valores numéricos que se asumió durante el estudio (11).

También este autor (12), menciona que a través de realizar distintas pruebas sobre los modelos de deslizamiento de tierras (LD) se validó un método numérico para la evaluación de estos. El primer resultado importante que destacar es que mientras mayor sea el contenido de materiales finos mayor será la retención de agua de los distintos materiales LD y sería una buena clasificación de los tamaños de poros, si existiera un menor contenido de materiales finos. La segunda conclusión a la que se llegó en este artículo nos menciona que el método numérico que se propuso para evaluar las fallas de los LD es muy acertado, debido a que son muy similares a los resultados que se obtuvo de las pruebas realizadas. También, como tercer resultado, se tiene que al existir un incremento del nivel de agua ocurre un asentamiento del LD bien graduado provocando erosión y es así como colapsa el talud. Finalmente, en el último resultado se nos menciona que los datos obtenidos mediante la indagación numérica brindan información de carácter cualitativo de

los mecanismos de falla de los LD que fueron sometidos a una carga de filtración, esto a causa de que la información de las pruebas de canal fue limitada.

Mediante un estudio realizado por Morán *et al* las técnicas de protección de presas implican diferentes adaptaciones de los diseños de las presas para protegerlas de mecanismos de rotura previsible con el fin de mejorar su seguridad. Se utilizó una metodología de diseño de protecciones de pie de escollera con una serie de pruebas para respaldar el método. Como resultado se obtuvo que la protección de escollera se extiende desde la punta (0 en el eje Bc/L) hasta el punto P (LP/L en el mismo eje) para cada caso de validación, los daños afectan al material de la presa protegida desde el momento en que ese camino de falla supera dicho punto (13).

Al realizar un estudio de las presas de escollera, se analizó en el caso de un caudal externo, siendo las causas los desbordamientos, la erosión interna de un núcleo arcilloso o el agrietamiento de una cara impermeable, se desarrolla un perfil de superficie freática dentro del hombro de escollera aguas abajo debido a su alta permeabilidad. Se emplearon modelamientos en base a métodos numéricos para simular la corriente de desborde y obtener la conducta posterior en la zona de falla. Como resultado se propuso un autómata celular para el estudio de la rotura progresiva del espaldón aguas abajo de presas de escollera provocada por caudales de desbordamiento, erosión interna o falla de caras impermeables (14).

De acuerdo a una investigación que se realizó en el manto refrigerado por agua de la instalación experimental de fusión, muchos canales de flujo paralelos para la transferencia de calor. La principal causa está en la primera pared, ya que enfrentan un flujo de calor muy alto, los canales de flujo rectangulares paralelos. Se utiliza un método de simulación de bloque de flujo de entrada virtual para evaluar diferentes acciones bloqueadas. Como resultado se trata de la temperatura máxima en el dominio sólido, que se produce en la ebullición en el canal bloqueado (15).

En este estudio de la erosión hídrica, de la formación de canales como riachuelos y cárcavas. Los terrenos cultivables se ven duramente afectados por la creación de sistemas de canalización, ya que estos atacan significativamente a la topografía del terreno. Mediante experimentos realizados en lotes destinados para cultivos se midió el desplazamiento que presentaban dichas zonas empleando diversos tratamientos, en base a la zona de ubicación de la cuesta, y con diversos tratamientos para el canal con espesores respectivos. Los resultados sugieren que, si los canales se forman por la erosión del agua, la labranza de contorno sería mejor que las de cuesta abajo y cuesta arriba para reducir la translocación de labranza y llenar el canal, ya que es útil para mejorar el modelado de la erosión del agua y la labranza (16).

Ante el problema que origina la viscosidad cinemática la cual causa el decrecimiento en el ancho del lecho y la elevación de la temperatura. Se sugiere que en lugar de usar la ecuación de Manning, se utilizar la ecuación

de Chezy o la ecuación de resistencia de Swamee para así encontrar el diseño del canal sin socavación. Como resultaron obtuvieron un mejor diseño de sección de canal sin socavación utilizando redes neuronales, la cual se da en el punto 3 (punto en el cual varían las dimensiones y los cortes en el lecho del canal) ya que asegura que no haya movimiento de sedimentos en el lecho del canal y que no haya riesgo de socavación (17).

A causa del desgaste en los sistemas de tuberías puede ocurrir algo catastrófico tales como inundación de una casa, esto se debe a la erosión hay muchos factores como por ejemplo la forma, concentración y el tamaño de las partículas individuales y las condiciones del flujo. Por ello utilizaron los modelos de corte de Finnie para tener en cuenta la evolución de la erosión. Como resultado el modelo simple es capaz de proporcionar rápidamente a largo plazo predicciones sobre las erosiones (18).

Posterior a la revisión sistemática de los artículos seleccionados, se encontraron ciertas similitudes entre ellos: dichos artículos están orientados principalmente a brindar un mejor análisis al momento de realizar las estructuras de protección, considerando parámetros específicos del fluido y asumiendo comportamientos críticos que pueda presentar el canal. Por otro lado, apoyados principalmente por software de modelamiento se asumen ciertas características en base al diseño que se requiere para la estructura de protección, dando así un mayor índice de confiabilidad frente al comportamiento que pueda tener dicho elemento.

Según los autores (13,14), las presas requieren de distintitos diseños para protegerlas, ambas investigaciones seleccionaron como estructura de protección las escolleras, debido a su alta permeabilidad, ya que así evitan los desbordamientos, erosiones o agrietamientos, resultando ambos métodos aplicados eficientes obteniendo un esquema de rutas de fallas en las presas, representadas en las pruebas de validación, y afectando a las presas con daños a la estructura una vez pasado el avance máximo de rotura.

Otro autor (5) consideró a los espigones como las estructuras más adecuadas, ya que, al presentar características específicas colocadas estratégicamente en sentido secundario al cauce, resultaron como las que más controlan la circulación del fluido a lo largo de la ribera del río, controlando la dirección del flujo, disminuyendo tanto la erosión, como la sedimentación. Por otro lado, (4) se demuestra que el modelo TELEMAC es capaz de representar adecuadamente el flujo de recirculación en el recinto comprendido entre dos espigones continuos impulsados por el producto deflectante de los espigones planificados, alejando las velocidades máximas de las regiones de bordes.

Según (8), demuestra que el uso de gaviones es eficaz en el mejoramiento a la protección de la ribera indicando el procedimiento detallado del método a realizar, al igual que este autor (9), quien mediante gaviones tipo colchón ayuda a mejorar las estructuras de defensas ribereñas previniendo de esta manera muchos socavamientos y erosiones.

Otro autor (10), menciona la importancia de conocer los parámetros magnéticos, coeficiente de arrastre, y parámetros de radiación. Por otro lado, (17) basándose en la ecuación de Chezy o ecuación de resistencia de Swamee buscó reducir la viscosidad cinemática. Ambos estudios en sus resultados, nos describen el comportamiento que tendría el fluido al ser sometido a cambios de temperatura, la cual al entrar en contacto con la medida de protección en análisis puede generar socavaciones, o en el arrastre de sedimentos que a la larga presentaría comportamiento erosivo.

CONCLUSIÓN

El estudio de la erosión de estructuras ribereñas y su efecto en inundaciones de zonas agrícolas, brinda muchos factores que amenazan con el desgaste y la resistencia que pueden tener estas estructuras, provocando de esta manera un colapso inminente. Por ello, para prevenir tales hechos, es importante contar con herramientas de modelamiento tales como el TELEMAC, LBM, KINEROS2 y así también apoyarse de modelamientos numéricos, que nos permitan evaluar el comportamiento de la estructura de protección elegida.

En este estudio la construcción de gaviones, y espigones como las estructuras de protección más eficaces, ya que un correcto modelamiento y análisis, mejora los tiempos de vida de cada una de las estructuras con una correcta aplicación de cada elemento, permitiendo así que las riberas de los ríos

no presenten velocidades significativas que puedan causar arrastre de sedimentos, comportamientos erosivos y socavaciones.

Estas nuevas estructuras pueden minimizar las posibles inundaciones, que puedan afectar el área de los cultivos cubriéndolas con agua durante varios días, proliferando enfermedades y plagas como consecuencia de la humedad persistente en el terreno y provocando la pérdida de rendimiento agrícola de los cultivos.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) [Internet]. *Agua y cultivos. Inundaciones y sequías*. Roma. 2002. Disponible en <https://www.fao.org/3/Y3918S/y3918s01.htm>
2. Ministerio de Ambiente. *El fenómeno EL NIÑO en el Perú*. 1era Edición. Lima; 2014.
3. Damaso R, Andrés C. La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres Reflexiones generales. *Zonas Áridas*. 2007;11(1):174–194.
4. Farías H, Domínguez L, Prieto J. Modelación de un río para identificar el desempeño de obras de control de erosión. *FDCEyT-UNSE*. 2018;1: 2490–3181.
5. Horna D, Constantines G. Búsqueda numérica de eventual erosión provocado por socavación por presión. *Hidrociencia e Ingeniería*. 2018; 1:1934–1940.
6. Reyes M, Kuroiwa J, Castro L. Desgaste de aguas abajo en tramos curvos: búsquedas iniciales. *Hidrociencia e ingeniería*. 2018; 1: 2018–2025.
7. Baggio T, D'Agostino V. Simulación del efecto del colapso de un dique de contención en un canal de flujo de escombros. *Ciencia el Medio Ambiente Total*. 2021; 1: 3–12.
8. Bigham K. Diseño, investigación y monitoreo de la estabilización de la ribera: el estado actual y las necesidades futuras. *Asaie*. 2020; 23(2): 355–387.
9. Tsegaye L, Bharti R. Evaluación de la erosión del suelo y la producción de sedimentos utilizando RUSLE y un enfoque basado en GIS en la cuenca hidrográfica de Anjeb, noroeste de Etiopía. *SN Ciencias Aplicadas*. 2021; 3(5): 1–12.
10. Mallikarjuna B, Subba S, Ramprasad S. Efectos de velocidad y deslizamiento térmico en flujos bifásicos radiactivos convectivos MHD en un canal asimétrico no uniforme. *Investigación de propulsión y potencia*. 2021; 1(2):127–139.
11. Galina V, Cargnelutti J, Kaviski E, Gramani L, Lobeiro A. Aplicación del método reticular de Boltzmann para escorrentía superficial en cuencas hidrográficas. *Scipedia*. 2018; 24: 5–13.
12. Xiong X, Shi Z, Guan S, Zhang F. Mecanismo de falla de la presa de deslizamiento de tierra no saturada bajo carga de filtración: pruebas de modelos y simulaciones numéricas correspondientes. *Suelos y Fundaciones*. 2018; 52(5): 1133–1152.
13. Morán R, Toledo M, Larese A, Monteiro R. Un procedimiento para diseñar protecciones de pie para presas de escollera contra flujos continuos extremos. *Estructuras de ingeniería*. 2019; 155: 420–411.
14. González I, Monteiro R, Morán R, Toledo M. Modelado de autómatas celulares de fallas de presas de escollera causadas por desbordamiento o cualquier otro caudal extremo. *Engineering Structures*. 2021; 247: 2–12.
15. Li X, Peng C, Guo Y. El análisis de accidentes de bloqueo del flujo de entrada en el canal de flujo rectangular de la manta enfriada por agua. *Ingeniería y diseño de fusión*. 2021; 151: 1–10.
16. Zheng F, Lobb D, Li S. Un estudio de parcela sobre los efectos de los canales erosionados por el agua en la translocación de labranza. *Soil and Investigación de labranza*. 2021; 223: 1–8.

17. Tawfik A. Mejor diseño de sección de canal sin socavación utilizando redes neuronales artificiales. Revista de ingeniería ain shams. 2021; 1(2): 1273–1281.

18. Herterich J, Griffiths I. Un modelo matemático del proceso de erosión en un codo de canal. Tribología internacional. 2021; 61: 1–22.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Estudio del uso del coco en la gastronomía tradicional esmeraldeña aplicado en cinco recetas ecuatorianas

Study of the use of coconut in the traditional gastronomy of Esmeraldas, applied to five Ecuadorian recipes

Estudo do uso do coco na gastronomia tradicional de Esmeraldas aplicado a cinco receitas equatorianas

John Milton Valverde

johval30@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1149-7871>

Ángel Humberto Guapisaca

investigacionyproduccion@sanisidro.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8721-5885>

Diego Gutiérrez Viva

diegoguty2@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4895-188X>

Maria Villafuerte Pucha

elenavillafuerte@sanisidro.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3965-4218>

Escuela de Gastronomía - Instituto Superior Universitario San Isidro. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido el 28 de octubre 2021 / Arbitrado el 29 de noviembre 2021 / Publicado el 27 de junio 2022

RESUMEN

Varios factores han dado lugar a que, en Ecuador la gastronomía autóctona vaya desapareciendo lenta y a veces imperceptiblemente y tomando otros rumbos, como por ejemplo la suplantación de una comida saludable y sustentable por la conocida "fast food (comida rápida)". Esto ha provocado que personas originarias de la provincia de Esmeraldas conozcan escasamente sus antiguas tradiciones alimenticias o no haya una transmisión adecuada de este conocimiento y las nuevas generaciones las sustituyan por lo más próximo a su entorno. En ese artículo, se plantea el rescate del coco, ingrediente utilizado en la provincia de Esmeraldas, a través de cinco recetas de esta modificadas por los autores pero que conserven el perfil de sabor típico de la provincia, al ser este reconocido incluso a nivel mundial por aquellos que lo han probado. Se recolectó información de la gastronomía tradicional esmeraldeña; así como una breve reseña basada en datos generales de la llegada del coco a esta provincia, luego se abarcó todo lo relacionado a este fruto tropical, desde su cosecha hasta las aplicaciones más relevantes que le dan a este producto en la gastronomía Esmeraldeña a través de la observación directa durante tres meses de estadía en algunos cantones de la provincia verde. Finalmente, en base a reflexiones derivadas del estudio etnográfico, se plantearon cinco propuestas que conjugan características únicas y distintivas de la geografía e historia afro ecuatoriana con la vanguardia gastronómica. El menú planteado fue evaluado por un panel de expertos mediante una degustación dirigida a través de una prueba de aceptación para luego ser presentado a las comunidades que intervinieron en este estudio.

Palabras clave: Gastronomía; tradición; coco; recetas de autores

ABSTRACT

Several factors have led to the slow and sometimes imperceptible disappearance of native gastronomy in Ecuador, taking other directions, such as the replacement of healthy and sustainable food by the well-known "fast food". This has caused that native people of the province of Esmeraldas have little knowledge of their ancient food traditions or there is no adequate transmission of this knowledge and the new generations replace them with what is closest to their environment. In this article, we propose the rescue of coconut, an ingredient used in the province of Esmeraldas, through five recipes modified by the authors but that preserve the typical flavor profile of the province, as it is recognized even worldwide by those who have tasted it. Information was collected on the traditional gastronomy of Esmeraldas, as well as a brief review based on general data on the arrival of coconut to this province, then everything related to this tropical fruit was covered, from its harvest to the most relevant applications given to this product in the Esmeraldas gastronomy through direct observation during a three-month stay in some cantons of the green province. Finally, based on reflections derived from the ethnographic study, five proposals were proposed that combine unique and distinctive characteristics of the Afro-Ecuadorian geography and history with the gastronomic vanguard. The proposed menu was evaluated by a panel of experts through a tasting guided by an acceptance test and then presented to the communities involved in this study.

Key words: Gastronomy; Tradition; Coconut; Author's recipes

RESUMO

Vários fatores levaram ao lento e às vezes imperceptível desaparecimento da gastronomia indígena no Equador, que tomou outras direções, tais como a substituição de alimentos saudáveis e sustentáveis por "fast food". Isto significa que as pessoas da província de Esmeraldas têm pouco conhecimento de suas antigas tradições alimentares, ou que não há transmissão adequada deste conhecimento, e as novas gerações estão substituindo-as pelo que está mais próximo de seu ambiente. Neste artigo, propomos o resgate do coco, ingrediente utilizado na província de Esmeraldas, através de cinco receitas de coco modificadas pelos autores, mas que conservam o perfil de sabor típico da província, como é reconhecido mundialmente por aqueles que o provaram. Foram coletadas informações sobre a gastronomia tradicional de Esmeraldas, bem como uma breve revisão baseada em dados gerais sobre a chegada do coco nesta província, depois tudo relacionado a esta fruta tropical foi coberto, desde sua colheita até as aplicações mais relevantes dadas a este produto na gastronomia de Esmeraldas através da observação direta durante uma estadia de três meses em alguns cantões da província verde. Finalmente, com base nas reflexões derivadas do estudo etnográfico, foram propostas cinco propostas que combinam características únicas e distintas da geografia e história afro-equatoriana com as vanguardas gastronômicas. O menu proposto foi avaliado por um painel de especialistas por meio de uma degustação guiada através de um teste de aceitação e depois apresentado às comunidades envolvidas neste estudo.

Palavras-chave: Gastronomia; tradição; coco; receitas de autor

INTRODUCCIÓN

Se presume que el coco proviene de la región Indo-Malaya. Perteneciente a la familia Palmaceae, de la cual se derivan aproximadamente 235 géneros, siendo parte el cocotero del género *Cocos* y a la especie nucífera: la palma donde se desarrolla el coco, es de un solo tronco que crece en sentido vertical y llega a medir entre 20 y 25 metros de altura (1). Es una planta que requiere de un clima tropical-húmedo, con precipitaciones que oscilen entre 1500 y 2000 mm bien distribuidos durante el año; es una de las razones por la que este producto se da con mayor factibilidad en la zona de la provincia de Esmeraldas, ubicada en la región norte del Ecuador, en la costa noroccidental.

En este sentido, Esmeraldas es una provincia en donde, a pesar de la lucha constante de sus pobladores por mantener las tradiciones culinarias asociadas con este fruto, el interés que las nuevas generaciones tienen sobre la exquisita gastronomía ancestral esmeraldeña está decayendo. A ello se suma la falta de recursos que los motive a impulsar sus tradicionales recetas al mundo entero. Son pocos los autores que reconocen el verdadero tesoro gastronómico que esta provincia encierra con la variedad de mariscos, pescados, cerdos y otros animales de monte; así como el coco y sus derivados (agua, leche, zumo, pulpa entera o rallada), el plátano maduro o verde y sus condimentos típicos como la Chillangua.

En Ecuador, la existencia de una extensa biodiversidad de especies de animales y vegetales, en conjunto con la multiplicidad

de microclimas establecidos desde la selva tropical hasta el páramo andino y la multiculturalidad de los pueblos aborígenes, junto a los aportes genéticos y culturales de los asiáticos, africanos y europeos han dado paso a que este país sea rico en producción gastronómica dejando como legado una exquisita tradición culinaria, basado en productos nativos, que le otorgan el distintivo característico al plato de cada región (2).

Así pues, que el viaje del cocotero por la costa ecuatoriana, parte desde Burica donde los navíos que salían desde Panamá, recogían el agua y la leña, para luego zarpar al sur; y así evitar los vientos y corrientes dominantes que retrasaban la navegación costanera, quienes navegaban en estas travesías llevaban consigo cocos, ya que es una fruta de la cual podían alimentarse e hidratarse durante la larga jornada del trayecto, además de que resistía varios meses sin dañarse.

En el año de 1617, el navegante Juan Herrera y Montemayor, realizó un viaje desde México hacia Perú, que no tuvo el acierto buscado, dando lugar a un naufragio por las costas ecuatorianas, de esta manera él y sus acompañantes tuvieron que continuar su traslado por tierra hacia el sur, desde la Punta de Galera, en Atacames, hasta Coaques, lugar donde encontraron una sola palma de cocos, que se supone fue plantada por náufragos, esta los salvó de morir en el camino de hambre, retomando fuerzas para proseguir en la ruta de su destino.

Después de un siglo de haber descubierto los cocales en Burica y haber encontrado

solo una palma en el litoral ecuatoriano, se produjo luego una abundancia en este sector; puesto que Julian Mellét, en el año de 1819, en la ciudad de Atacames, encontró “playas enteras de 5 a 6 leguas de extensión llenas de cocoteros” (3).

La historia tiene mucha relación con la gastronomía, ya que la fusión con los europeos hace que se incorpore en la alimentación diaria, de los pueblos mestizos y negros, además de los tradicionales animales de caza como: venado, gallina salvaje o guacharaca, guatusa, tatabra, armadillo, perico, ardilla, iguana, puerco saíno, mariscos y pescados de río, productos provenientes del continente europeo como el plátano y el coco y los condimentos. Actualmente gracias a las grandes extensiones de cultivos de diferentes plantaciones, la actividad pesquera y a la existencia de grandes manglares, la provincia de Esmeraldas según Gallardo de la Puente (2012), cuenta con un importante acerbo gastronómico, que se refleja en el arte culinario de los habitantes de la zona. Los principales productos son:

Pescados. Albacora, banderón, bonito, bonito sierra, dorado, espada, picudo gacho, wahoo, tiburón azul, cachuda blanca, cachuda roja, mico, punta negra, rabón, bueno, tigre, tinto y miramelindo.

Plantaciones. Arroz, maíz, banano, cacao, café, cocoteros, maracuyá, palma africana y palmito, además de yuca, abacá, caña de azúcar, frutas cítricas, aguacate, papaya, piña, arazá, mango, caimito, borojó, guaba, zapote y chonta.

Hierbas de monte. Chillangua, chirarán, albahaca negra (de hoja grande conocida como oreganón).

Ganado. Vacuno criollo, mestizo y de pura sangre; y porcino.

Mariscos. Conchas “pata de burro”, camarón negro de río o muquimbo que provienen de los afluentes de los ríos que unen a los cantones de Esmeraldas, Eloy Alfaro, Muisne, Quinindé, San Lorenzo, Atacames, y Río Verde. Y camarones blancos, cafés y rojos.

Cada uno de ellos se transforma en arte a la hora de llevarlos a la cocina, su inigualable sabor, a base de hierbas, verde, marisco, pescado y coco dan el toque especial a esta gastronomía esmeraldeña codiciada por la mayor parte de ecuatorianos, no se debe dejar de lado el dulce sabor que se encuentran en los postres típicos de esta región: cocadas blancas y negras, de manjar y piña, el manjar de leche, arroz de leche, la conserva de guayaba, las majajas, humitas, troliche, bombón, manjar, los cabellos de ángel, cazabe, mazato y la chucula.

A más de estos típicos manjares, elaboran sopas marineras con agua de coco y coco rallado, dulces y bebidas alcohólicas y no alcohólicas, entre los más populares están las cocadas blancas y negras, de manjar y piña, el pan de coco, en las bebidas batido de coco, chocolate caliente preparado con puro cacao tostado y molido, zumo de coco y miel de raspadura (panela), bebida antigua que poco a

poco se va perdiendo entre los moradores por el alto costo del coco, por lo que en muchas familias esmeraldeñas están optando por otros ingredientes que le den un sabor similar a las comidas como leche pasteurizada y aceite con fragancias a este enriquecido fruto.

El decrecimiento evidente en el consumo de recetas patrimoniales a base de coco, así como de la oferta local en restaurantes de este tipo de comida, la poca difusión de la gastronomía autóctona y el creciente consumo de alimentos con bajo valor nutritivo han causado que el nacionalismo gastronómico se vaya perdiendo con el pasar del tiempo; a pesar de contar con una gama exquisita de productos alimenticios de origen nacional.

Productos como el verde, el coco, mariscos: camarón, concha, calamar, mejillones, pulpo, el cangrejo de patas azules, una especie única de nuestro país, pescados como el pargo, picudo, corvina de roca, corvina de mar, boca chica, pinchagua, entre otros, hierbas como la chillangua, chirarán, hacen parte de las múltiples recetas de la gastronomía afro-ecuatoriana que son parte de su cultura.

El arte afro-ecuatoriano no solo se reduce a las bellas artes, música, baile, literatura o poesía, pues Taylor define que “arte es toda capacidad o hábito adquirido por el hombre como miembro de sociedad” (4), la gastronomía esmeraldeña ha sido valorado a través de los años, pero con una triste realidad que se menosprecia a las personas que se encuentran tras de ella, con el estudio y aplicación del proyecto también se pretende dar el mérito correspondiente a las tradiciones culinarias de las mujeres afro-ecuatorianas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se partió de un estudio etnográfico para tener una visión global del ámbito social y gastronómico de Esmeraldas desde distintos puntos de vista. Para ello fue necesario, en primer lugar, radicarse por unos meses en la zona rural esmeraldeña y poder aplicar técnicas cualitativas y cuantitativas de recolección e interpretación de la información gastronómica, que daría origen a la propuesta de potenciación a las recetas y oferta culinaria local a través del diseño y socialización de cinco recetas de autor.

El laboratorio para la experimentación y desarrollo de la propuesta contó con los siguientes equipos: El Pacojet para triturar y micro homogenizar alimentos que están congelados, sin necesidad de descongelarlos previamente; la máquina al vacío (para conservar alimentos manteniéndolos lo más frescos posible); los hornos mixtos (dos hornos en uno, que combinan calor seco con calor húmedo); el Thermomix (para pulverizar y triturar alimentos y cocinar en un recipiente con controlador de temperatura); el termostato Roner (mezcla entre baño María y vaporera con más precisión), artefacto inventado por Joan Roca (El Cellar de Can Roca) y Narcis Caner (Fonda Caner). De allí su nombre: ROca-caNER.

Finalmente, una vez obtenidas las preparaciones, se conformó un panel de validación con chefs del ITSSI, para la aplicación de pruebas de aceptabilidad a través del uso de la escala hedónica de nueve puntos que es una escala bipolar, con un centro neutral y con cuatro categorías positivas y

cuatro categorías negativas en cada lado. Cada categoría está clasificada con frases que representan varios grados de aceptación y están arreglados sucesivamente para sugerir una continuidad de gusto y disgusto. Esta escala tiene nueve descriptores que van desde uno “disgusta extremadamente”, hasta nueve “gusta extremadamente”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio etnográfico demostró que los platos más representativos y presentes en la memoria de los pobladores mayores a 45 años son los siguientes:

Encocados. Son platos a base de cocos frescos, su elaboración varía de acuerdo a la costumbre o aprendizaje adquirido, se lo prepara con el agua de coco y su carne rallada o licuada, se usa también la leche de coco y su corteza, mariscos o carne -por lo general pollo-, este va acompañado de acuerdo al gusto del cliente. Este plato es parte de la cultura gastronómica esmeraldeña, por esta razón realizan festivales del “encocao”, para recordar a los ancestros provenientes del África, quienes incorporaron estas recetas cuando se asentaron en estas cálidas tierras.

Pandao. Pertenece a la cocina tropical del lugar, es uno de los platos más populares de la zona, su nombre se deriva del idioma cayapa, de la palabra panda, que significa plátano, consiste en una envoltura de marisco en una hoja blanca o de achira junto con hierbas como la chillangua, albahaca y orégano, para luego cocinarlo en el horno. El pandao de pescado es uno de los más saboreados en

la verde provincia, este también contiene el ingrediente tradicional de la leche de coco (5).

Ensumacao. Este es un caldo de mariscos con zumo de coco y maní, este plato fue inventado por el Sr. Omar Muñoz, en el año de 1978, quien es el propietario del restaurante ¡Oh Mar!, ubicado en la playa Las Palmas, en Esmeraldas. Relata que en algún momento de su inspiración culinaria decidió “mezclar todo lo autóctono de su tierra para experimentar nuevos sabores y de allí quedó este plato que es apetecido tanto por nacionales como por extranjeros, está compuesto por calamar, langostino, picudo, almeja, pateburro (caracol marino), cangrejo azul y langosta, a todo esto, se le junta, el agua de camarón, verde picado, maní licuado, chillangua. La cocción de este plato no debe excederse después de ser colocados todos los mariscos, ya que estos podrían volverse cauchosos (textura endurecida debido a la sobre cocción), este plato es considerado por todos los del sector como un plato afrodisíaco”. El nombre es otorgado por el zumo del coco que lleva y como en Esmeraldas todo termina en “ao” se lo denomina “ensumacao” (6).

Para la preparación de las recetas propuestas se tuvo siempre presente la utilización de productos locales, las recetas llevan nombres de lugares característicos de Esmeraldas, basados en recetas tradicionales de la provincia verde, hubo que realizar una reingeniería de dichas recetas para llegar a obtener preparaciones diferentes sin atentar contra el sabor tradicional.

En las recetas están descritos todos los productos, insumos, técnicas de cocción, tiempos de cocción, tiempos de preparación, las explicaciones de la preparación, montajes, calorías presentes en cada plato y su respectivo costeo, así como la justificación ideológica del planteamiento de cada propuesta.

Entrada: Isla Piedad

Isla Piedad es un barrio esmeraldeño donde la condición social es muy compleja,

pero en esa precariedad la gente no pierde sus raíces culinarias muy marcadas, allí se encuentran muchos sitios que se dedican a las elaboraciones con coco y es muy frecuente un guiso o comúnmente llamado seco a base de plátano verde, salsa de coco y maní.

La propuesta: Langostino aromatizado con aceite de chillangua y chiraran en salsa de verde, coco y maní, acompañado de una quenel de seco de patacón.

Tabla 1. Ficha Estándar N° 0001.

Ficha Estándar N° 0001							
País:	Ecuador			Fecha:	Cuenca, 14 de febrero 2015		
PPL:	Entrada	Sopa	Fuerte	Postre	Bebida	Bocadito	Sorbet
Nombre de la Receta:	ISLA PIEDAD						
Descripción del Plato:	Langostino cocido al vacío, infucionado en aceite de chillangua y ralladura de limón acompañado de seco de patacón y salsa a base de maní y leche de coco						
Tiempo Preparación:	15	Pax:	4	Calorías Total:	338,3 kcal	Código:	A1
Tiempo Cocción:	15	Proteínas:	111,8 gr	Peso Total:	2182 gr	Costo total:	\$ 8,39
Tiempo de Enfriado:		Lípidos:	154,6 gr	Calorías Porción:	84,58 kcal	Factor Q:	3%
Tiempo Final:	30	CHO:	71,9 gr	Peso Porción:	114 gr	Co-ión:	\$ 2,16
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	Notas		
Langostino	280	Gramos	\$ 0,01496	\$ 4,19	<div style="background-color: red; color: yellow; padding: 5px;"> Aromatizado Brunoise fino Brunoise fino Rayado Chips Brunoise fino Brunoise fino Brunoise fino </div>		
Aceite vegetal	350	Mililitro	\$ 0,00303	\$ 1,06			
Chillangua	100	Gramos	\$ 0,01213	\$ 1,21			
Ajo	25	Gramos	\$ 0,00216	\$ 0,05			
Limón	2	Unidad	\$ 0,00700	\$ 0,01			
Plátano verde	350	Unidad	\$ 0,00060	\$ 0,21			
Cebolla paiteña	100	Gramos	\$ 0,00061	\$ 0,06			
Pimiento rojo	40	Gramos	\$ 0,00405	\$ 0,16			
Pimiento verde	40	Gramos	\$ 0,00236	\$ 0,09			
Aceite de color (Achiote)	15	Mililitro	\$ 0,00325	\$ 0,05			
Maní	80	Gramos	\$ 0,00218	\$ 0,17			
Coco	800	Gramos	\$ 0,00139	\$ 1,11			

Ficha Estándar N° 0001

Tinta de calamar	c/n	Factor Q
Sal	c/n	Factor Q
Pimienta	c/n	Factor Q
Comino	c/n	Factor Q
Agua	50 Mililitro	Factor Q

Procesos y Preparación

- Limpiar el langostino, y guardarlo en una bolsa de empacado al vacío, junto con el aceite romatizado, la rayadura de limón y ajo.
- Sellamos la bolsa y cocinamos a fuego lento.
- Para el seco de patacón, cocemos el refrito(cebolla, pimienta, ajo) y dejamos reducir hasta formar una salsa espesa.
- Acompañamos la salsa con patacón, para ello pelamos el verde, lo cortamos en rondes gruesos y le damos una cocción de 3 a 4 min, retiramos, aplastamos, damos forma y los volvemos a freír hasta obtener un crocante.

Decoraciones

- Remolacha baby, tenazas y cabeza de langostino, culantro, tinta de calamar

Observaciones

- A la tinta de calamar dar acentos cítricos con el jugo de limón

Sopa: Donwa

En una pequeña cabaña de Atacames está don Walter (al que todos conocen como Don Wa) que prepara una sopa de pescado con leche de coco y maní, la más reconocida de la zona, para los oriundos del lugar es una sopa barata que les ayuda a saciar su hambre. Don Walter la ha preparado por más de dos décadas y nunca ha hecho modificaciones.

Propuesta. Muselina de dorado en costra de coco frito, arrecife de coco y camote, lámina crocante de arroz al calamar, caldo de coco y verde.

Tabla 2. Ficha Estándar N° 0002.

País:		Ecuador	Fecha:		Cuenca, 14 de febrero 2015
PPL:		Entrada	Postre		Bebida Bocado Sorbet
Nombre de la Receta:		Sopa Fuerte	Don Wa		
Descripción del Plato:		Sopa a base de leche de coco, pasta de maní y plátano verde acompañado de mouselina de pez dorado en costra de coco frito junto a un arrecife de camote y crocante de arroz			
Tiempo Preparación:	16	Pax:	4	Calorías Total:	341,8 kcal
Tiempo Cocción:	20	Proteínas:	89,3 gr	Peso Total:	1900 gr
Tiempo de Enfriado:	3	Lípidos:	124,6 gr	Calorías	84,58 kcal
Tiempo Final:	39	CHO:	127,9 gr	Peso Porción:	197 gr
				Factor Q:	3%
				Costo Porción:	\$ 1,09
				Código:	A2
				Costo total:	\$ 4,22

Ficha Estándar N° 0002

Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	Notas
Dorado	240	Gramos	\$ 0,00630	\$ 1,51	
Aceite vegetal	35	Mililitro	\$ 0,00303	\$ 0,11	
Aceite de color (Achiote)	20	Mililitro	\$ 0,00325	\$ 0,06	
Chillangua	35	Gramos	\$ 0,00218	\$ 0,08	Bruoise fino
Ajo	15	Gramos	\$ 0,00216	\$ 0,03	Brunoise fino
Cebolla paiteña	120	Unidad	\$ 0,00061	\$ 0,07	Bruoise fino
Pimiento rojo	60	Gramos	\$ 0,00405	\$ 0,24	Bruoise fino
Pimiento verde	40	Gramos	\$ 0,00236	\$ 0,09	Brunoise fino
Maní	70	Gramos	\$ 0,00218	\$ 0,15	Pasta
Coco	900	Mililitro	\$ 0,00139	\$ 1,25	
Huevo	2	Unidad	\$ 0,08300	\$ 0,17	
Arroz	150	Gramos	\$ 0,00139	\$ 0,21	
Camote	50	Gramos	\$ 0,00256	\$ 0,13	Chips
Plátano verde	100	Gramos	\$ 0,00060	\$ 0,06	
Tinta de calamar	15	Mililitro	\$ 0,00338	\$ 0,05	
Sal	c/n				Factor Q
Pimienta	c/n				Factor Q
Comino	c/n				Factor Q
Agua	50	Mililitro			Factor Q

Procesos y Preparación

Para el caldo cocemos el plátano verde durante 3 min, luego lo licuamos con agua, obtenemos una pasta espesa. En una cacerola sofreímos el refrito, la pasta de maní, añadimos el verde licuado, vamos obteniendo un caldo espeso, al final colocamos la leche de coco y corregimos el sabor. Para la muselina procesamos el pescado hasta obtener una más homogénea, corregimos el sabor, colocamos en papel film y damos forma de medallón envolvemos en film y cocemos a baja temperatura en un medio líquido durante 20 min, retiramos dejamos enfriar y rebosamos en coco frito. Para el crocante de arroz, cocemos el arroz, lo procesamos y estiramos en una placa para llevar al horno a 90 grados centígrados durante 25 min

Decoraciones

Crocante de camote, arrecife de coco, coco frito rebosado sobre la mouselina, teja de arroz al calamar.

Observaciones

Todas las decoraciones son deshidratadas en el horno a baja temperatura.

Plato Fuerte 1: Barrio Caliente.

El Barrio Caliente dice la gente que es donde nació la ciudad y desde allí se empezó a extender, por las noches el barrio tiene mucha vida: música y comida, las mejores balas barbonas y bolones de toda la provincia, así como el singular cangrejo azul.

Propuesta. Timbal de aguacate relleno de Encocao de cangrejo azul, con una base de bala bolón, tierra de tostado, rondelos de rábano y flores de pensamiento.

Tabla 3. Ficha Estándar N° 0003.

Ficha Estándar N° 0003							
País:	Ecuador		Fecha:	Cuenca, 14 de febrero 2015			
PPL:	Entrada	Sopa	Fuerte	Postre	Bebida	Bocadito Sorbet	
Nombre de la Receta:	BARRIO CALIENTE						
Descripción del Plato:	Encocado de cangrejo azul en un bombón de aguacate encurtido en limon y culantro acompañado de un bolón de maní, tierra de tostado y flores comestibles						
Tiempo Preparación:	16	Pax:	4	Calorías Total:	341,8 kcal	Código:	A4
Tiempo Cocción:	20	Proteínas:	89,3 gr	Peso Total:	2175 gr	Costo total:	\$ 10,53
Tiempo de Enfriado:	3	Lípidos:	124,6 gr	Calorías	84,58 kcal	Factor Q:	3%
Tiempo Final:	39	CHO:	127,9 gr	Peso Porción:	235 gr	Costo Porción:	\$ 2,71
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	Notas		
Pulpa de cangrejo	360	Gramos	\$ 0,02079	\$ 7,48	Achiote Bruoise fino Bruoise fino Bruoise fino Bruoise fino		
Aceite vegetal	35	Mililitro	\$ 0,00303	\$ 0,11			
Ajo	20	Gramos	\$ 0,00216	\$ 0,04			
Cebolla paiteña	35	Gramos	\$ 0,00218	\$ 0,08			
Pimiento rojo	80	Gramos	\$ 0,00405	\$ 0,32			
Pimiento verde	80	Gramos	\$ 0,00236	\$ 0,19	Rallado Chips		
Coco	800	Gramos	\$ 0,00139	\$ 1,11			
Aguacate	160	Gramos	\$ 0,00163	\$ 0,26			
Maní	80	Gramos	\$ 0,00218	\$ 0,17			
Chillangua	20	Gramos	\$ 0,00089	\$ 0,02			
Plátano verde	300	Gramos	\$ 0,00060	\$ 0,18	Factor Q Factor Q Factor Q Factor Q		
Manteca de cerdo	80	Gramos	\$ 0,00377	\$ 0,30			
Culantro	10	Gramos	\$ 0,00323	\$ 0,03			
Tostado Chulpi	50	Gramos	\$ 0,00248	\$ 0,12			
Limón	15	Mililitro	\$ 0,00700	\$ 0,11			
Sal	c/n				Factor Q		
Pimienta	c/n				Factor Q		
Comino	c/n				Factor Q		
Agua	50	Mililitro			Factor Q		
Procesos y Preparación							

Para el caldo cocemos el plátano verde durante 3 m in, luego lo licuamos con agua, obtenemos una pasta espesa. En una cacerola sofreímos el refrito, la pasta de maní, añadimos el verde licuado, vamos obteniendo un caldo espeso, al final colocamos la leche de coco y corregimos el sabor. Para la muselina procesamos el pescado hasta obtener una más a homogénea, corregimos el sabor, colocamos en papel film y damos forma de medallón envolvemos en film y cocemos a baja temperatura en un medio liquido durante 20 min, retiramos dejamos enfriar y rebosamos en coco frito. Para el crocante de arroz, cocemos el arroz, lo procesamos y estiramos en una placa para llevar al horno a 90 grados centígrados durante 25 min.

Decoraciones

Crocante de camote, arrecife de coco, coco frito rebosado sobre la mouselina, teja de arroz al calamar.

Observaciones

Todas las decoraciones son deshidratadas en el horno a baja temperatura.

Plato Fuerte 2: La Barraca

La Barraca es un sector muy visitado por la gente que busca una comida barata para saciar el hambre. Es muy común ver los braseros artesanales sobre los que asan pescado, especialmente tiburón al cual untan

un adobo a base de hierbas aromáticas y cítricos para que no se seque su carne..

Propuesta. Timbal de aguacate relleno de Encocao de cangrejo azul, con una base de bala bolón, tierra de tostado, rondelos de rábano y flores de pensamiento.

Tabla 4. Ficha Estándar N° 0004.

		Ficha Estándar N° 0004					
País:	Ecuador	Fecha:	Cuenca, 14 de febrero 2015				
PPL:	Entrada	Sopa	Fuerte	Postre	Bebida	Bocadito	Sorbet
Nombre de la Receta:	LA BARRACA						
Descripción del Plato:	Arroz cremoso de coco fucsia con brocheta de pollo a la brasa marinado en chimichurri a base de hierbas de Esmeraldas y ají de tomate de árbol						
Tiempo Preparación:	16	Pax:	4	Calorías Total:	322,8 kcal	Código:	A3
Tiempo Cocción:	20	Proteínas:	122,3 gr	Peso Total:	1630 gr	Costo total:	\$ 3,38
Tiempo de Enfriado:	3	Lípidos:	103,6 gr	Calorías Porción:	80,63 kcal	Factor Q:	3%
Tiempo Final:	39	CHO:	96,9 gr	Peso Porción:	275 gr	Costo Porción:	\$ 0,87
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	Notas		
Arroz	300	Gramos	\$ 0,00139	\$ 0,42			
Aceite vegetal	80	Mililitro	\$ 0,00303	\$ 0,24			
Ajo	20	Gramos	\$ 0,00216	\$ 0,04	Bruoise fino		
Cebolla paiteña	35	Gramos	\$ 0,00061	\$ 0,02	Bruoise fino		
Ajo	15	Gramos	\$ 0,00216	\$ 0,03	Bruoise fino		
Remolacha	120	Gramos	\$ 0,00207	\$ 0,25			
Coco	400	Gramos	\$ 0,00139	\$ 0,56			
Pimiento rojo	80	Gramos	\$ 0,00405	\$ 0,32	Bruoise fino		
Pollo	260	Gramos	\$ 0,00238	\$ 0,62	Medium dise		
Chillangua	40	Gramos	\$ 0,00089	\$ 0,04	Bruoise fino		
Orégano	15	Gramos	\$ 0,00495	\$ 0,07			
Chiraran	20	Unidad	\$ 0,00707	\$ 0,14	Bruoise fino		
Tomate de árbol	150	Gramos	\$ 0,00190	\$ 0,29			
Culantro	50	Gramos	\$ 0,00323	\$ 0,16	Bruoise fino		
Ají	30	Gramos	\$ 0,00243	\$ 0,07			
Limón	15	Mililitro	\$ 0,00700	\$ 0,11			
Sal	c/n				Factor Q		
Pimienta	c/n				Factor Q		
Comino	c/n				Factor Q		
Agua	50	Mililitro			Factor Q		

Procesos y Preparación

Cocemos el arroz junto con la remolacha para darle un color diferente, colocamos leche de coco en vez de agua, corregimos el sabor. Cortamos el pollo en médium dise y, lo marinamos en un chimichurri a base de hierbas esmeraldeñas, sal, pimienta, comino. Formamos la brocheta y la llevamos a cocción en el grill. Para la salsa de ají de tomate de árbol, cocemos los tomates, limpiamos los ajíes, en el procesador colocamos los tomates cocidos, el ají, el agua donde fueron cocidos los tomates, sal, aceite y obtenemos la salsa, acorde al picor de su agrado.

Decoraciones

La decoración estará interpretada en aquellos puestos de agachaditos de chuzos.

Observaciones

El chimichurri esmeraldeño es solo con hierbas propias de la zona.

Postre: Chacarero

Se le denomina “chacarero” en Esmeraldas a la persona que elabora las cocadas (dulces a base de coco rallado, panela y especias dulces), pero estas personas también preparan la conserva (una especie de mermelada de guineo y guayaba).

Propuesta: Helado de cocada de piña, bombón de conserva esmeraldeña, acompañado de una garrapiñada de pepa de zambo.

Discusión

Un curioso hallazgo resulta haber observado que, en Esmeralda en personas mayores de 45 años todavía se mantiene en la memoria aquellas preparaciones de antaño que están ligadas a su historia y realidad social, platillos preparados con los ingredientes que proveen la pesca del día, la recolección o cosecha y el intercambio comercial a medida y proporción de sus posibilidades. Los sabores obtenidos son complejos y apasionantes, pero esa complejidad no es dada por la técnica o aplicación de métodos avanzados de cocina, sino por la bondad y nobleza de los ingredientes utilizados que aportan matices sensoriales sobresalientes. Son más bien cocciones sencillas, rudimentarias, con montajes precarios y básicos que no han sido modificadas en décadas.

Tal vez sea esa una de las razones por las que las nuevas generaciones pierdan paulatinamente el interés por su consumo y preparación. La monotonía en las formas, cortes, porciones y más que todo las

condiciones en las que son servidos han contribuido a esta desmotivación. A esto se suma la subliminal percepción que asocia a la cocina ancestral con la pobreza y el origen étnico discriminatorio lo cual contribuye también a agravar el problema al momento de elegir la comida, cuando hablamos de la población esmeraldeña de menores de 45 años.

Hay también, un aspecto del cual pocos trabajos de investigación se han atrevido a hablar y es del grado de conformismo de las personas mayores. Parece que, a lo largo de la historia, algunos pueblos como el mestizo, zambo y afro esmeraldeño se han acostumbrado al olvido y han sobrevivido con lo que tienen y así ha sido por siempre. Incluso la esperanza de que algún día se les provea por lo menos los servicios básicos es mínima y es por eso que tal vez vean a la innovación y al cambio en ciertas costumbres tan íntimas como su propia alimentación como algo inútil. También sabemos que son conscientes de lo rico y complejo de sus sabores tradicionales lo que por mucho tiempo ha tornado infructuoso todos los esfuerzos por conseguir algún tipo de cambio al menos en la forma de presentación de los platos.

Partiendo de esto, la propuesta gastronómica apeló no solamente a plantear platos estéticamente decorados y balanceados nutricionalmente, sino que hubo la necesidad de justificar el cambio basándose en conjugar la realidad socio cultural de los barrios populares de esmeraldas con aquellas tendencias gastronómicas que de una u otra

forma están ejerciendo influencia en las nuevas generaciones; todo esto respetando los sabores y aromas muy arraigados en la memoria de la población adulta.

Queda pues, abierto el camino para que futuras investigaciones logren determinar el impacto que un cambio cualitativo en la manera de presentar la gastronomía tradicional pueda tener en la economía de las personas de los recintos urbano marginales de la ciudad de Esmeraldas, ya que a raíz de la emergencia sanitaria muchos de los pequeños emprendimientos de comida callejera han cerrado por lo menos al turismo externo, en donde sin duda alguna los cambios presentados iban a tener repercusión en la forma como el cliente tomaba sus decisiones al momento de elegir que platillo tradicional degustar.

CONCLUSIÓN

Durante tres meses de estadía en los barrios populares y el sector rural de Esmeraldas se pudo evidenciar que en los mayores de 45 años todavía hay preferencias por los sabores tradicionales relacionados con el coco y las hierbas aromáticas de la región.

En la población más joven (7) en se notó una marcada inclinación por la comida criolla y foránea en la que están presentes técnicas como la fritura y condimentos no tradicionales como la mostaza, salsa de tomate, salsa de

soya, comino, glutamato monosódico y salsa BBQ.

Potenciar la preparación y el consumo de recetas en base a los sabores tradicionales dado por el coco y la Chillangua, junto con el resto de productos obtenidos localmente, de seguro influenciarán positivamente en la demanda proveniente del sector turístico que visita la zona en busca de los sabores que trascendieron en el tiempo pero que se están perdiendo de manera paulatina.

REFERENCIAS

1. Baraona Cockrell M, Sancho B E. Coco, pejibaye, guayaba y cas. Fruticultura especial [2], Fascículo 4. 1992
2. Pérez T, Cepeda M, Miño H. Ecuador tradiciones de ayer para la mesa de hoy Quito: Universidad San Francisco; 2012
3. Patiño VM. Historia y dispersión de los frutales del neotrópico Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2000
4. Tylor EB. Antropología: introducción al estudio del hombre y de la civilización. Madrid: Alta Fulla; 1987
5. Gallardo de la Puente C. Ecuador Culinario Quito: Ediecuatorial; 2012
6. Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES. Aliméntate Ecuador, Raíces Quito: Editorial Mariscal; 2010
7. López JO. Folclor, costumbres y tradiciones colombianas. Plaza y Janes Editores ed.: Colombia sa.; 2006



Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020

Estimation of the rate of deforestation through multitemporal analysis in Pastaza and Orellana period 2000 to 2020

Estimativa da taxa de desmatamento em Pastaza e Orellana- Equador através da análise multitemporal de imagens de satélite no período 2000-2020

Anahi Stefania Quezada

aquezadaq1@est.ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7306-5863>

Jorge David Sevilla Tapia

jsevillat@est.ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0983-6712>

Estefanía Caridad Avilés Sacoto

eaviles@ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6434-7810>

Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido el 27 de abril 2022 / Arbitrado el 20 de mayo 2022 / Publicado el 28 de junio 2022

RESUMEN

El presente trabajo se concentra en el análisis multitemporal de imágenes satelitales para determinar el estado de deforestación en las provincias de Pastaza y Orellana de la región amazónica del Ecuador durante el periodo 2000-2020, debido a que estas provincias albergan la mayor área de bosque primario con una extensión de 5125000 ha; dicho análisis se lo realizó utilizando imágenes satelitales Landsat 7 y 8 mediante el preprocesamiento, procesamiento, clasificación de uso de suelo y cobertura vegetal y composición de mapas a través de los softwares ENVI y ArcMap. En base a los datos obtenidos del análisis multitemporal se aplicó la ecuación propuesta por la FAO para el cálculo de la tasa de deforestación en los periodos: 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015 y 2015-2020, en donde los datos resultantes evidenciaron el cambio de la cobertura del suelo, debido al crecimiento de la frontera agrícola, pastizales, zonas descubiertas, el crecimiento urbano y la aparición de actividades mineras y petroleras que infieren directamente en la pérdida de cobertura forestal.

Palabras clave: Imágenes satelitales; Deforestación; Análisis multitemporal; Uso de suelo; Cobertura vegetal

ABSTRACT

This paper focuses on the multitemporal analysis of satellite images to determine the state of deforestation in the provinces of Pastaza and Orellana in the Amazon region of Ecuador during the period 2000-2020, because these provinces are home to the largest area of primary forest with an area of 5125000 ha; this analysis was performed using Landsat 7 and 8 satellite images by preprocessing, processing, classification of land use and vegetation cover and map composition through ENVI and ArcMap software. Based on the data obtained from the multitemporal analysis, the equation proposed by FAO was applied to calculate the deforestation rate in the periods: 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015 and 2015-2020, where the resulting data showed the change in land cover, due to the growth of the agricultural frontier, pastures, open areas, urban growth and the emergence of mining and oil activities that directly affect the loss of forest cover.

Key words: Satellite images; Deforestation; Multitemporal analysis; Land use; Vegetation cover

RESUMO

Este trabalho se concentra na análise multitemporal de imagens de satélite para determinar o estado de desmatamento nas províncias de Pastaza e Orellana na região amazônica do Equador durante o período 2000-2020, pois estas províncias abrigam a maior área de floresta primária com uma área de 5125000 ha; esta análise foi realizada utilizando imagens de satélite Landsat 7 e 8 através do pré-processamento, processamento, classificação do uso da terra e cobertura vegetal e composição de mapas através do software ENVI e ArcMap. Com base nos dados obtidos da análise multitemporal, a equação proposta pela FAO foi aplicada para calcular a taxa de desmatamento para os períodos 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015 e 2015-2020, onde os dados resultantes mostraram a mudança na cobertura da terra, devido ao crescimento da fronteira agrícola, pastagens, áreas abertas, crescimento urbano e o surgimento de atividades de mineração e petróleo que afetam diretamente a perda de cobertura florestal.

Palavras-chave: Imagens de satélite; Desmatamento; Análise multitemporal; Uso da terra; Cobertura vegetal

INTRODUCCIÓN

Ecuador pertenece a la lista de los países con mayor biodiversidad por unidad de área en el mundo (1). Sin embargo, el cambio de uso de la tierra con fines agropecuarios es uno de los más comunes procesos de vulnerabilidad a la biodiversidad y el balance de los ecosistemas (2). Entre las actividades antropogénicas más difíciles de regular en el país está la industria petrolera y su incidencia en áreas ecológicas, socialmente sensibles, ya que aquí acontece la destrucción y pérdida de biodiversidad, conflictos sociales, y el beneficio causalmente es sólo para la industria sin ningún tipo de responsabilidad social o ambiental (3).

Las zonas con mayor extensión de bosque son las provincias de Pastaza y Orellana (4), ubicadas en la región amazónica de Ecuador, además aquí se localiza el Parque Nacional Yasuní, hogar de muchas comunidades indígenas (5), esta región posee un gran atractivo forestal y los factores que contribuyen a la deforestación circulan en base a: modificación del uso de suelo para agricultura, explotación maderera en comunidades restringidas, incompetencia de políticas públicas de incentivos a la conservación de hábitats, construcción de vías de acceso y en ciertos casos incendios forestales (6).

El ritmo de deforestación en esta zona intangible del parque muestra el aumento de 22% a 52% en un aproximado de 30 años (7), afectando a los bosques húmedos, secos y semisecos de la región. Para este tipo de análisis territoriales temporales y su cambio a través de los años, se requiere de geo data

almacenada que se encuentra en imágenes satelitales, con sus sensores que convierten una señal analógica en un valor digital (8), para la elaboración de estos datos los sensores que son instrumentos que captan las relaciones espaciales y espectrales de objetos a una cierta distancia (9). Los sensores remotos junto a la resolución temporal, espectral o espacial forman el producto visual de información geográfica es decir una imagen satelital, que contiene datos reflejados de la superficie terrestre que son enviados a una estación para su procesamiento e interpretación (10).

Señalando que en Ecuador, no existen estudios con este enfoque y con el fin de evitar que la conservación de la biodiversidad albergada en las provincias de Pastaza y Orellana sean vulneradas, se crea este estudio con el fin de obtener la tasa de deforestación y deforestación anual promedio basado en estándares confiables, métodos científicos y extracción de información de imágenes satelitales de Landsat 7 y 8, para así identificar los tipos de bosques vulnerados, cambio de uso de suelo y análisis temporales representados a través de mapas temáticos, todo esto con el fin de aportar a la conservación, regulación y restauración de los ecosistemas vulnerados.

Este tipo de investigaciones ayuda a tener un mejor panorama de la situación forestal del Ecuador, y funcione como línea base para las debidas actualizaciones de PDOTs, guías metodológicas, inventarios y anuarios forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología propuesta sigue un proceso secuencial (Ver Figura 1), desde el planteamiento del problema, el estudio de la zona de interés con sus características relevantes definidas en PDOTs correspondientes al periodo de estudio (2000-2020), próximo a esto la utilización de guías de combinación de bandas para Landsat 7 y 8, pre tratamiento y tratamiento de imágenes satelitales en los softwares ENVI y ArcMap respectivamente, la ejecución de la clasificación supervisada establecida por las

regiones de interés y la primera aproximación a la validación de datos mediante los métodos de Coeficiente kappa y matriz de confusión para la evaluación de cada pixel clasificado, todo en conjunto facilita la creación del análisis multitemporal, mapas temáticos y así concluir con los objetivos propuestos siendo estos el cálculo de deforestación establecido bajo la fórmula propuesta por FAO, índice de deforestación y mapas temáticos dentro de las dos provincias especificadas anteriormente.

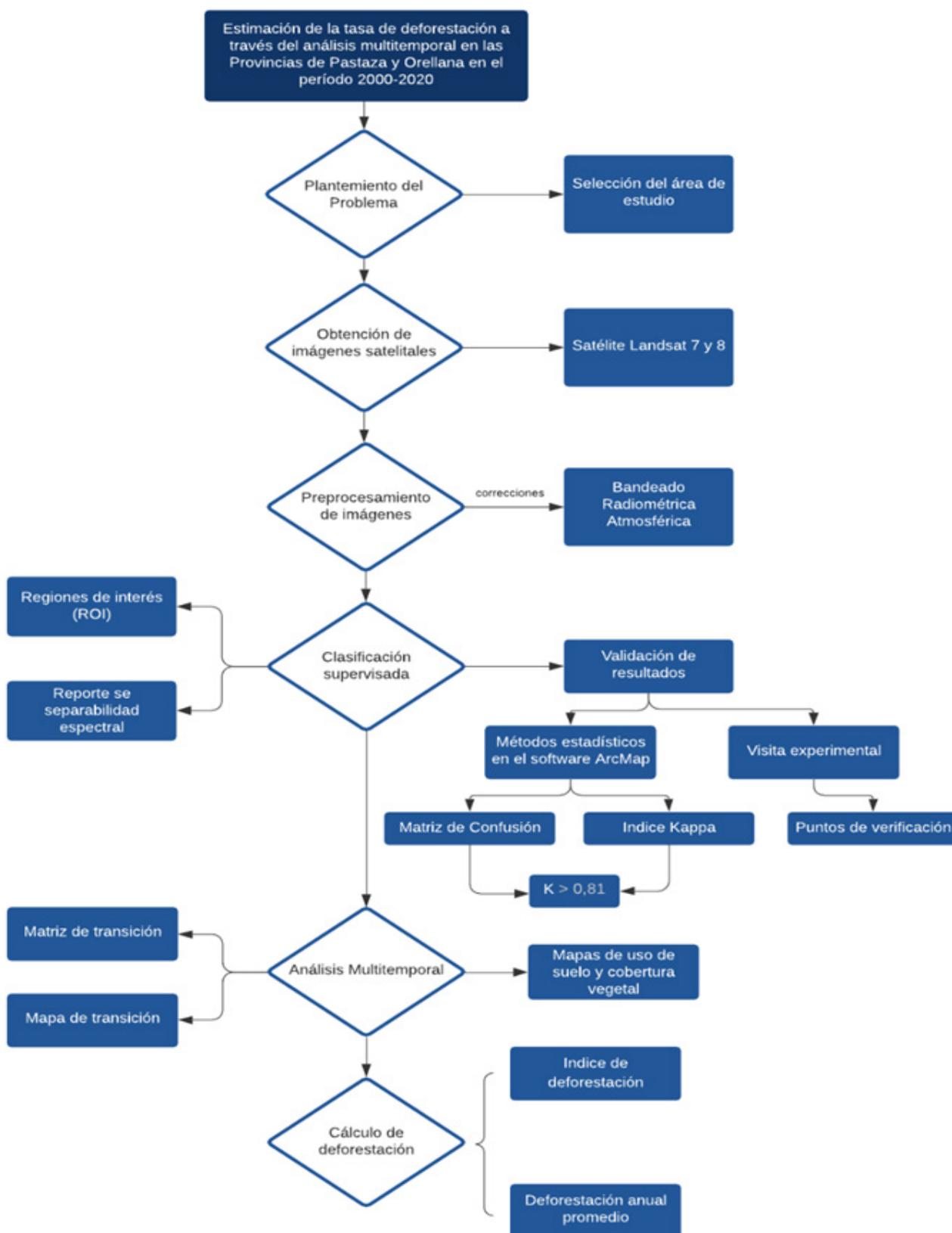


Figura 1. Diagrama de flujo de metodología aplicada.

Las provincias de Pastaza y Orellana se encuentran en la región amazónica del Ecuador, dentro de ambas provincias existen zonas de protección pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) debido a su patrimonio biológico, ecosistemas de los que se beneficia la población, la riqueza paisajística que favorece al turismo y recreación.

Selección de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales se obtuvieron de Landsat 7 y Landsat 8, del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), las mismas que tienen una resolución espectral de 30m/píxel. Para cubrir la zona de estudio y aplicar las matrices de cambio de 20 años, se utilizó un conjunto de 35 imágenes en total, todas éstas con una característica en común, sienta ésta su porcentaje de nubosidad menor al 20%, este

fue un factor limitante ya que la Amazonía se caracteriza por su presencia de nubes y permanentes precipitaciones. A cada una de las imágenes se les aplicó un pretratamiento, debido a fallas permanentes en el sensor ETM+ del Landsat 7, baja calibración de luminosidad, reflectancia, brillo (11) y efectos innecesarios de aerosoles y radiancia en el Landsat 8. El pretratamiento consiste en la corrección de bandeo, corrección radiométrica y corrección atmosférica, que permiten una mejor calidad en cada imagen e información en cada píxel (Figura 2). Las correcciones de bandeo, radiométrica y atmosférica se las realizó en ENVI 5,3, ya que es un software técnico en el procesamiento y estudio de escenas geospaciales, que analiza imágenes de cualquier tipo de satélite o sensor (12).

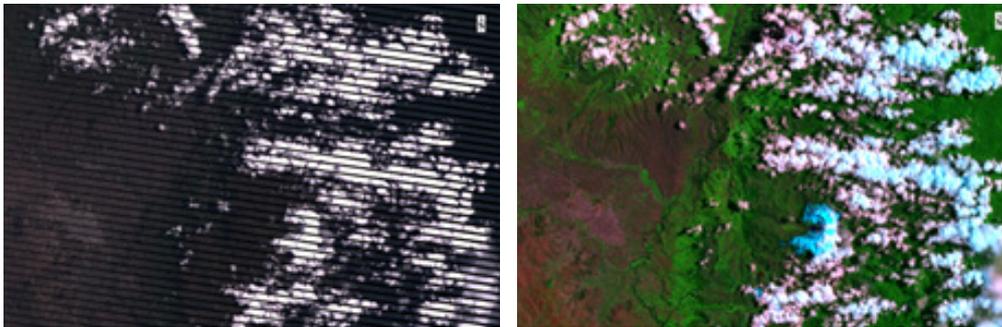


Figura 2. Diagrama de flujo de metodología aplicada.

Para los años 2000 al 2005, se aplicó una combinación de bandas [5-4-3] (13) esto con imágenes Landsat 7 y para los años 2010, 2015 y 2020 se aplicó [6-5-2] con imágenes del Landsat 8, ambas combinaciones permiten visualizar aplicaciones agrícolas, diferenciar entre vegetación sana y áreas descubiertas, cuerpos de agua.

Zonas de interés y Clasificación supervisada

Mediante la última versión de PDOTs (2010-2015) de Pastaza y Orellana, se definió las clases de interés o ROIS (region of interest) siendo éstas: Bosque Siempre Verde, Bosque Inundable, Pastizales, Área Descubierta, Área Urbana (14,15).

Definidas ya las clases de interés, se realizó un reporte de separabilidad de cada clase, determinando si las regiones son diferenciables entre sí (16) y para una buena clasificación se debe obtener los valores de 1,99 a 2, siendo este el caso se aplica posterior la clasificación supervisada en las 7 imágenes correspondientes para cada año mediante el método Maximum Likelihood (17) que aplica el algoritmo de máxima probabilidad, que calcula la probabilidad de un pixel pertenecer a cierta región de interés, ésta clasificación se ejecutó mediante el software ENVI.

Para evaluar la presión de la clasificación ejecutada, además de la visita a ambas provincias en las que se visitó un aproximado de 100 puntos por la dificultad de accesibilidad en ciertas zonas del área de estudio, también se aplicó la matriz de confusión y coeficiente kappa (18), un método que corrige al azar en base a la concordancia observada de puntos aleatorios asignándoles una clase en base a datos de referencia, usando la ecuación desarrollada por la FAO (19):

$$Kappa = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

Ecuación 1 índice Kappa

Siendo:

P0= concordancia observada

Pe= concordancia esperada por azar

1-Pe= máxima concordancia definida por el índice Kappa

Los valores de concordancia del coeficiente kappa se ubican en un intervalo de [0,00 - 1], siendo 0 mínima fuerza de acuerdo y 1 casi perfecta (20), en este estudio se logró obtener un valor de concordancia de 0,81.

Análisis multitemporal

El análisis multitemporal se basa en la matriz de transición que es una tabulación cruzada y determina los cambios relevantes y la evolución en la línea del tiempo (tiempo 0 y tiempo 1) (21), siendo una matriz cuadrada existe la diagonal que calcula el valor total de la unión de la columna vertical y horizontal entre ambas fechas de estudio, los valores restantes corresponden a las transiciones que tuvo cada parámetro en relación a otro, una vez con la matriz completa sirve para el cálculo de la ganancia, pérdida y cambio de cobertura total (22).

El análisis multitemporal se realizó en el software ArcMap 10.8 en base a la clasificación del uso de suelo y cobertura vegetal, con la herramienta Intersect que permite calcular la unión que geoméricamente vincula las características de datos de entrada y se superponen todas las capas o clases de datos de salida.

En la matriz, los valores diagonales representan que esas clases o uso de suelo permanecen siendo el mismo, y los valores diferentes fuera de la diagonal representa los cambios, si una clase 1 cambio a ser clase 2.

Tabla 1. Esquema de matriz transicional.

MATRIZ TRANSICIONAL CAMBIO DE USO DE SUELO (Periodo 2000-2005)						
Clasificación / Ponderación		Bosque Siempre Verde	Bosque Inundado	Pastizal	Zona Descubierta	Zona Urbana
		1	2	3	4	5
Bosque Siempre Verde	10	11	12	13	14	15
Bosque Inundado	20	21	22	23	24	25
Pastizal	30	31	32	33	34	35
Zona Descubierta	40	41	42	43	44	45
Zona Urbana	50	51	52	53	54	55

Para la elaboración de mapas temáticos de cambio de uso de suelo y cobertura vegetal de los años de estudio, todas las matrices de cambios se les calculó el área en hectáreas y se agrupó por la descripción de transición siendo: área sustituida y área conservada.

Tasa de Deforestación

La tasa de deforestación se calculó con base en la ecuación propuesta por Puyravaud (23).

$$Tasa\ de\ deforestación = \frac{1}{(t_2 - t_1)} * Ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) * 100$$

Ecuación 2

 Fórmula de Tasa de deforestación

El cálculo de la deforestación se basó en definir como vegetación al Bosque Inundado y Siempre Verde, recalando que las clases de pastizal no se incluyó en el cálculo ya que el uso definido de este tipo de suelo es dedicado al campo agrónomo y agropecuario, siendo prácticamente monocultivos para alimento de ganado vacuno y quino.

Deforestación anual promedio

La deforestación anual promedio se calculó en base a la fórmula propuesta por el Ministerio del Ambiente, Ecuador (24).

$$R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$$

Ecuación 3

 Fórmula de Deforestación anual promedio

La deforestación anual promedio, se presentará a nivel provincial y zona de estudio a través de tablas, gráficos comparativos y mapas resultantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el pre procesamiento en base a la clasificación supervisada, las cinco clases resultantes de uso de suelo presentaron variaciones a lo largo del periodo de estudio (Tabla 2). El tipo de cobertura que abarca mayor área en la zona de estudio es el bosque siempre verde, el mismo que ha reflejado un mayor cambio conforme avanzan los años comparado con las demás clasificaciones del uso de suelo.

Tabla 2. Comparación de áreas por cobertura vegetal y uso de suelo periodo 2000-2020.

Comparación de áreas por cobertura vegetal y uso de suelo periodo 2000-2020										
Año	2000		2005		2010		2015		2020	
Cobertura/uso de suelo	Área (ha)	%	Área(ha)	%						
Bosque Siempre Verde	4067324,7	85,9	4362464,9	87,2	3722610,2	75,9	3067899,7	58,0	303347,1	66,4
Bosque Inundado	600723,0	12,7	274884,0	5,5	857396,6	17,5	1715408,8	32,4	994967,5	21,8
Pastizal	12570,0	0,3	316835,9	6,3	3848,3	0,1	262784,2	5,0	266604,1	5,8
Zona Descubierta	47254,6	1,0	37452,7	0,7	316491,6	6,5	234212,5	4,4	265890,4	5,8
Zona Urbana	5121,0	0,1	10711,5	0,2	4282,2	0,1	7013,1	0,1	9170,6	0,2

El análisis de la clasificación de uso de suelo y vegetación ha demostrado un cambio constante con respecto a la superficie de cada uno de ellos, lo que se ve reflejado en la disminución del área ocupada por el bosque siempre verde, al mismo tiempo que tiene lugar el crecimiento de los pastizales, áreas descubiertas y zonas urbanas.

La superficie de bosque nativo según el estudio del Ministerio del Ambiente del Ecuador (25) en los años 1990-2014, se indica un área de 4,684.566 ha para el año 2014, y según un estudio actualizado de la misma entidad (26) en los años 2014-2016 resulta una superficie de bosque nativo de 4,672.045 ha para el año 2016, mientras que en el presente estudio el área de bosque siempre verde y el bosque inundado resultan un total de 4,783.307 h, resultando un área superior a dichos estudios realizados, lo cual se explica porque en esos estudios además de las imágenes satelitales Landsat se

utilizaron imágenes RapidEye y ortofotos con la finalidad de llenar los vacíos sin información de las imágenes satelitales a causa de la presencia de nubes. En el año 2000 el área cubierta por vegetación representaba 52.375,6 ha de las cuales 4067324,7 ha corresponden al Bosque Siempre Verde, y 600723 ha a Bosque Inundado (Tabla 2).

En el año 2000 y 2005 (Figura 3 y Figura 4), se visualiza que la extensión en hectáreas del Bosque Siempre Verde aumenta en 295,140 ha esto se puede atribuir a un proceso de reforestación durante este periodo, en el caso del Bosque Inundado este disminuye en 325,838 ha y debido al crecimiento urbano que aumentó en 620 ha se puede indicar que hubo un crecimiento demográfico que desplazó al Bosque Inundado, en cuanto a Pastizal este aumentó en 304,2 ha y finalmente la Zona Descubierta disminuyó 9 ha aproximadamente.

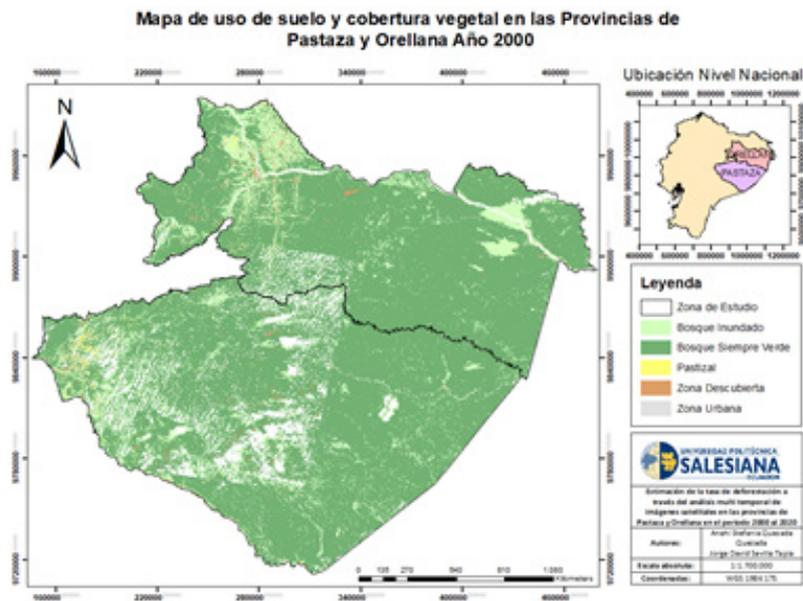


Figura 3. Uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, año 2000.

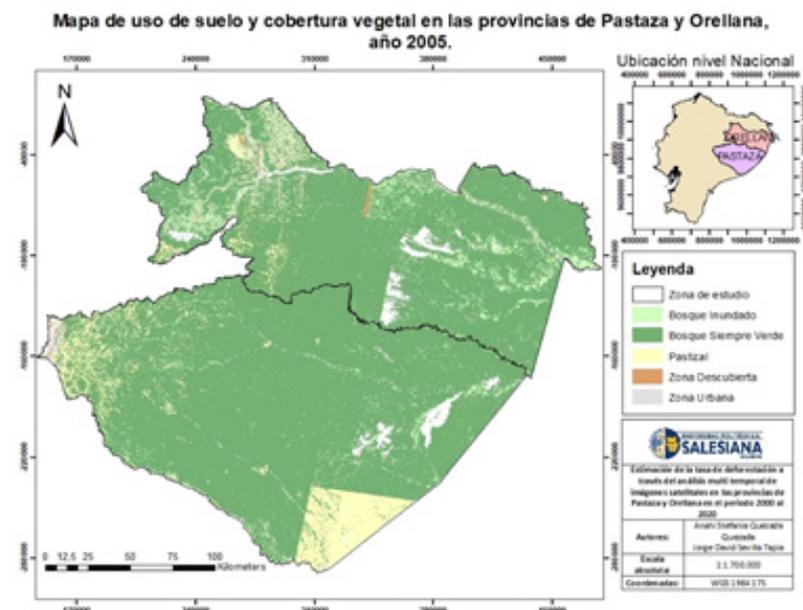


Figura 4. Uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, año 2005.

En el año 2005 y 2010 (Figura 5 y Figura 6), se visualiza que la extensión en hectáreas del Bosque Siempre Verde disminuye 639,85 ha esto se puede atribuir a un proceso de deforestación durante el periodo 2005-2010, en el caso del Bosque Inundado este aumenta

en 582,51 ha y debido al crecimiento urbano que disminuye 1,458 ha, en cuanto a Pastizal este también disminuyó 312,9 ha y se le puede atribuir este suceso al porcentaje de nubes que existieron en las imágenes satelitales de este periodo lo cual obstaculizó la visibilidad en la

clasificación, finalmente la Zona Descubierta aumentó en 279 ha aproximadamente, reflejando así que en este periodo ambas provincias de estudio presenciaron un crecimiento agropecuario.

En el año 2010 y 2015 (Figura 5 y Figura 6), se visualiza que la extensión en hectáreas del Bosque Siempre Verde disminuye en 654 ha esto se puede atribuir a un proceso de deforestación durante el periodo 2010-2015, en el caso del Bosque Inundado este aumenta en 858 ha y debido al crecimiento urbano que

aumenta 2,731 ha se concluye que ambas provincias tuvieron un crecimiento poblacional extremo en un periodo de 5 años, en cuanto a Pastizal este también aumentó 347,19 ha ultimado que Pastaza y Orellana fueron eje productivo agrícola y agropecuariamente, finalmente la Zona Descubierta disminuyó en 82 ha aproximadamente, resultando así que en este periodo ambas provincias de estudio presenciaron un crecimiento agropecuario y agrícola masivo y las zonas descubiertas fueron ocupadas y destinadas para cultivo.

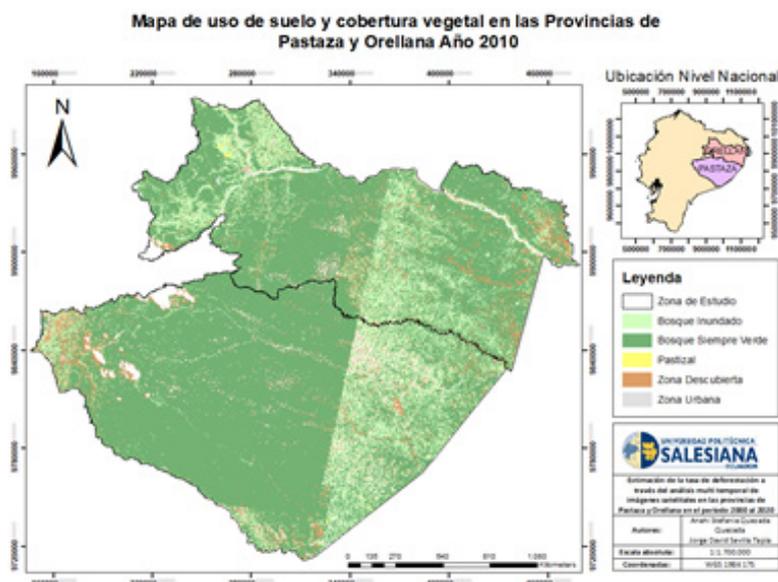


Figura 5. Uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, año 2010.

En el año 2015 y 2020 (Figura 6 y Figura 7), se visualiza que la extensión en hectáreas del Bosque Siempre Verde disminuye 34,42 ha esto se puede atribuir a un proceso de deforestación a gran escala e incluso tala ilegal de especímenes con potencial maderero, en el caso del Bosque Inundado este disminuye también con 720 ha y debido

al crecimiento urbano que aumenta 2,157 ha, en cuanto a Pastizal este disminuyó 84,4 ha y finalmente la Zona Descubierta aumentó en 31,67 ha aproximadamente, reflejando así que en este periodo ambas provincias de estudio presenciaron un crecimiento agropecuario y agrícola masivo.

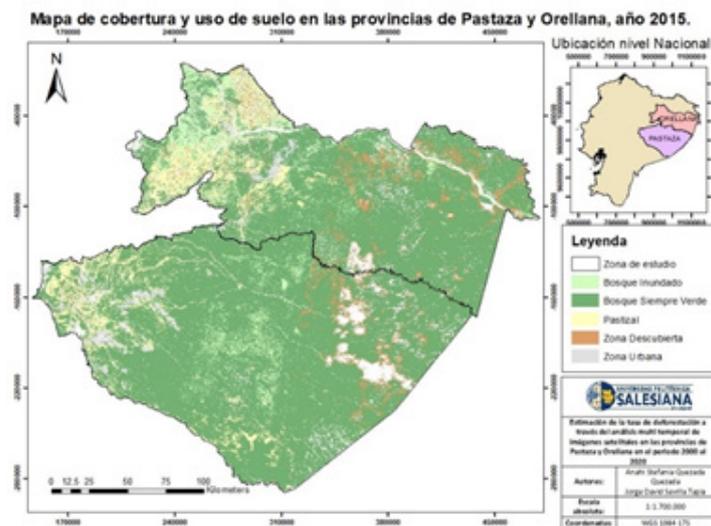


Figura 6. Uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, año 2015.

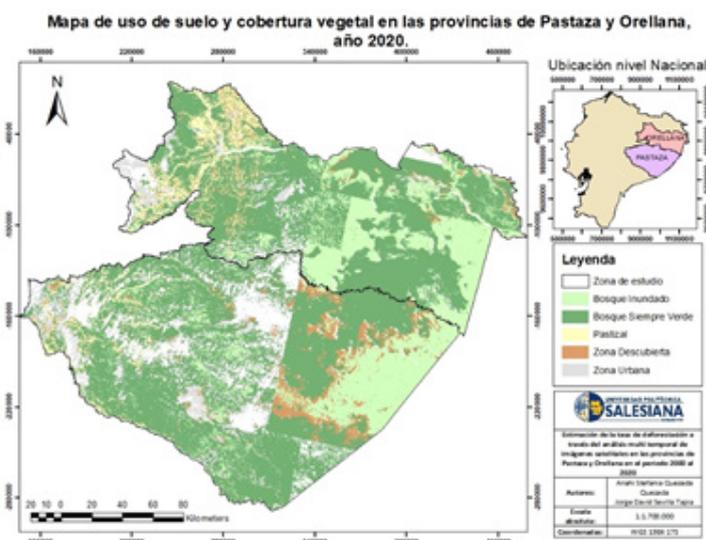


Figura 7. Uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, año 2020.

El último periodo de análisis que comprende la situación inicial y final de ambas provincias de estudio, siendo que la situación territorial en el año 2000 hasta el año 2020 (Figura 3 y Figura 7) resume la transición y cambio del uso de suelo y cobertura vegetal, se visualiza que la extensión en hectáreas del Bosque Siempre Verde disminuye 1.297,636 ha esto se puede atribuir a un proceso de

deforestación total, tala ilegal, incendios forestales naturales o provocados, construcción de vías de acceso y actividad petrolera durante el periodo 2000-2020, en el caso del Bosque Inundado este también disminuye en 394,2 ha, en cuanto al crecimiento urbano que aumenta en 4,05 ha, en cuanto a Pastizal este también aumentó 254,03 ha dedicadas al monocultivo y zonas de pastoreo para ganado vacuno

y equino, finalmente la Zona Descubierta aumentó en 218.636 ha aproximadamente, reflejando así que en todo el periodo de estudio en ambas provincias presenciaron un crecimiento agropecuario y agrícola masivo, una deforestación abrupta y desorganizada, posicionando a estas dos provincias como principales proveedoras de material maderero comercialmente.

Tasa de deforestación

Para cada periodo analizado en el área de estudio se calculó la tasa anual de cambio,

este indicador se ha calculado mediante los valores obtenidos de la superficie cubierta por diferentes tipos de coberturas entre dos periodos de referencia por medio de la fórmula de cálculo propuesta por la FAO. Los resultados obtenidos corresponden a pérdidas de cobertura considerable en los dos últimos años de estudio, es decir el 2015 y 2020 (Tabla 3), mientras que los valores de la tasa anual de cambio entre el periodo 2000 al 2010 representan un cambio no tan importante.

Tabla 3. Tasa de deforestación en cada año de estudio.

AÑOS	ÁREA (Bosque Siempre Verde y Bosque Inundado)	Periodo de cálculo	Tasa anual de cambio (%)
2000	4668047,69	2000-2005	-0,132
2005	4637348,885	2005-2010	-0,249
2010	4580006,74	2010-2015	-0,869
2015	4783308,473	2015-2020	-3,435
2020	4028438,625	2000-2020	-2,947

De igual manera se realizó el análisis por provincia tomando en cuenta el año de inicio y final del periodo de estudio, en el primer caso la provincia de Pastaza en donde la tasa anual

muestra un incremento constante conforme transcurre los años, siendo la tasa anual más considerable la del año 2020 con -4,095 % (Tabla 4) de perdida de cobertura.

Tabla 4. Tasa de deforestación de Pastaza en 2000-2020.

Provincia de Pastaza periodo 2000-2020			
AÑOS	ÁREA (Bosque Siempre Verde y Bosque Inundado)	Periodo de cálculo	Tasa anual de cambio (%)
2000	2675284,7	2000-2005	-0,00549165
2005	2674550,215	2005-2010	-0,29536461
2010	2635342,07	2010-2015	-0,39330416
2015	2584023,766	2015-2020	-3,40174151
2020	2179860,117	2000-2020	-4,09590193

Así mismo se realizó el análisis de la provincia de Orellana en donde la tasa anual muestra valores que en el primer periodo del 2000 al 2005 hay una disminución poco considerable, en el año 2010 se incrementa el

porcentaje de pérdida considerablemente, sin embargo, el año con más pérdida de cobertura vegetal fue el 2020 en el que se obtuvo un porcentaje de -1,982 % (Tabla 5).

Tabla 5. Tasa de deforestación de Orellana en 2000-2020.

Provincia de Orellana periodo 2000-2020			
AÑOS	ÁREA (Bosque Siempre Verde y Bosque Inundado)	Periodo de cálculo	Tasa anual de cambio (%)
2000	2041047,16	2000-2005	-0,782
2005	1962755,743	2005-2010	-0,187
2010	1944442,25	2010-2015	-1,393
2015	1813603,778	2015-2020	-0,388
2020	1848524,317	2000-2020	-1,982

En cuanto al cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, tal como se muestra en la Figura 8, en la cual se diferencia entre los colores coral y turquesa la sustitución de áreas y la conservación de otras respectivamente, este mapa resume el periodo total de estudio

que comprende 20 años, en base a este mapa y cálculos estadístico resulta que el área sustituida es de 43,64% y el área que se conservó siendo el mismo uso de suelo y cobertura vegetal es de 56,35%.

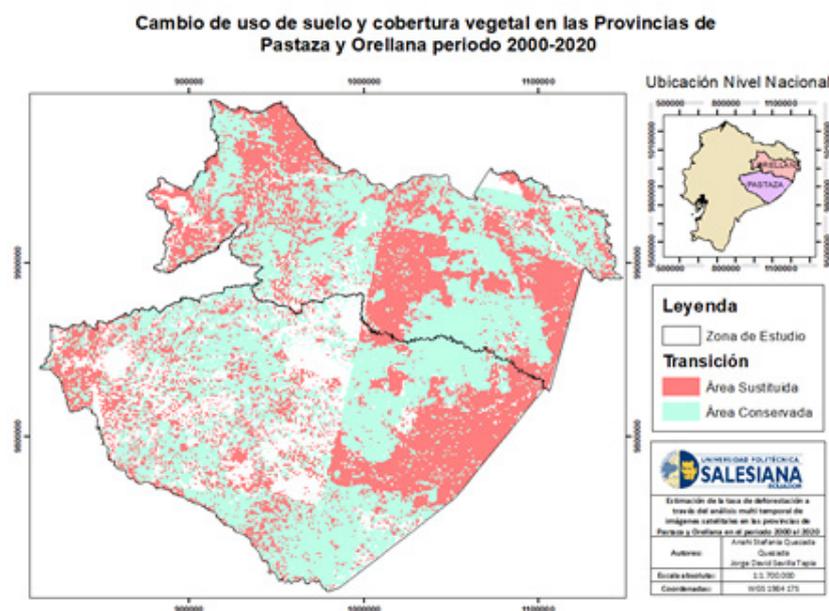


Figura 8. Cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en la zona de estudio, periodo 2000-2020.

Mediante el análisis multitemporal realizado tanto por provincia y en conjunto en el periodo 2000 al 2020, con seguridad se concluye el esparcimiento de tierras con fin agropecuario y zonas antrópicas representan una amenaza para la preservación de los recursos naturales, dando a modo de resultado la disminución del territorio correspondiente al Bosque Siempre verde y Bosque inundado, y a su vez, Pastizales, Zona Urbana y Zona

Descubierta aumentan considerablemente su extensión territorial.

Tasa de deforestación anual promedio en Pastaza periodo 2000-2020

La mayor pérdida forestal que se presentó fue en el periodo 2015-2020, con un total de 80832,73 ha (Gráfico 1) de bosque siempre verde y bosque inundado.



Gráfico 1. Tasa de deforestación anual promedio en Pastaza 2000-2020.

Tasa de deforestación anual promedio en Orellana periodo 2000-2020

El cálculo de deforestación en los últimos 20 años se presenta de forma irregular, con crecientes y decrecientes valores, los periodos en donde existió mayor tasa de deforestación promedio es en: 2000-2005 y

2010-2015, resultando un área de 15658,29 ha/año y 26167,69 ha/año respectivamente, en cambio en el periodo 2015-2020 es de 13778,47 ha/año lo cual es mucho mayor a lo que se manifestó en este mismo periodo en la provincia de Pastaza (Gráfico 2).



Gráfico 2. Tasa de deforestación anual promedio en Orellana 2000-2020.

Discusión

Los documentos de Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de Orellana y Pastaza, se encuentran desactualizados y dentro de sus clases de uso de suelo no poseen la clase de bosque inundable y pasto natural, siendo que este último es de suma importancia en esta zona por el tipo de actividad económica que caracteriza a estas provincias. En la comparación de áreas entre los PDOTs y este estudio, existe un porcentaje de diferencia ya que algunas imágenes satelitales utilizadas poseían nubes que imposibilita tener al 100% la data. En la investigación de Thieme, Hettler y Finer en el 2018 (27), estima la deforestación relacionada con la extracción petrolera dentro del Parque Nacional Yasuní mostrando que hay 169ha de bosque que se han destinado para infraestructura petrolera, 107 ha para vías de acceso y 62ha para plataformas de perforación.

La deforestación en estas zonas intangibles ha superado las 300ha en el Yasuní, concluyendo las actividades extractivas especialmente la petrolera no han cesado en los últimos 30 años.

CONCLUSIONES

El porcentaje de deforestación de las provincias de Pastaza y Orellana (Ecuador) mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales en el periodo 2000 resultó de -0,13% y en el periodo 2020 de -2,94%. Además, la tasa de deforestación por provincia resultante fue: en Pastaza -5,64% y Orellana -3,14%. En cuanto la deforestación anual promedio abarcó aproximadamente 45.319,5 ha/año en ambas provincias.

En la zona de estudio, la región de interés predominante fueron los Bosques tanto el Siempre Verde, como el Inundado los cuales representan el 48% del área total de estudio.

Gracias a los mapas resultantes de uso y cobertura vegetal, se evidenció el desgaste de la cobertura vegetal y el cambio del uso. En los periodos de estudio se demostró que la frontera agrícola y urbana se han expandido considerablemente.

El uso y aplicación de datos satelitales, incluido el procesamiento con ayuda de los softwares especializados para estudios de suelo garantizan un aproximamiento a la situación real de zonas que en algunos casos son inaccesibles por pertenecer la mayor parte a la selva. Este estudio aplicó la información disponible de estas zonas, con datos actualizados con la finalidad de impulsar estrategias de control y restauración de las áreas vulneradas dentro del Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Espinosa Landázuri P, Mancera-Rodríguez NJ. La iniciativa Yasuni-ITT: Mecanismo Alternativo para la mitigación del cambio climático. Rev. Luna Azul [Internet]. 2015 [consultado 15 jun 2021]; Vol. (40):1-17. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n40/n40a17>
2. MAE. Ministerio del Ambiente- Línea Base de deforestación del Ecuador Continental. MAE [Internet]. 2013 [consultado 10 jul 2021]; Pg:11. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/186138150/RM-021-Linea-Base-de-Deforestacion-del-Ecuador-Continental-pdf>
3. Suarez E, Zapata-Ríos G, Utreras V, Strindberg S y Vargas J. Controlling access to oil roads protects forest cover, but no wildlife communities: a case study from the rainforest of Yasuni Biosphere Reserve Ecuador. Animal Conservation [Internet]. 2013 [consultado 28 mar 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/23352992_Controlling_Access_to_Oil_Roads_Protects_Forest_Cover_but_Not_Wildlife_Communities_A_Case_Study_from_the_Rainforest_of_Yasuni_Biosphere_Reserve_Ecuador. Doi: 10.1111/j.146-1795.2012.00592, pp. 265-274
4. Gudynas E. El post desarrollo como crítica y el Buen Vivir como alternativa. Buena vida, buen vivir [Internet]. 2014 [consultado 17 ago 2021]; vol. 1, n° 25: 61-96. Disponible en: <http://gudynas.com/wp-content/uploads/GudynasPostDesarrolloBuenVivirMx14>
5. Castro M, Sierra R, Calva O, Camacho J y López F. Zonas de procesos homogéneos de deforestación del Ecuador. MAE [Internet]. 2013 [consultado 30 mar 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/sdx3l>
6. Valdez M, Cisneros P. Gobernanza ambiental, Buen Vivir y la evolución de la deforestación en Ecuador en las provincias de Tungurahua y Pastaza. Revista de Derecho [Internet]. 2020 [consultado 30 mar 2021]; Vol. (34):10-12. Disponible en: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/foro/article/view/1467>
7. Pazmiño Y. Estudio de la deforestación del Parque Nacional Yasuni utilizando el software classlite. UPC [Internet]. 2018 [consultado 04 abr 2021]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116833/TFM_Yadira_Pazmi% c 3 % b 1 o _ Flores _ . pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116833/TFM_Yadira_Pazmi%c3%b1o_Flores_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Rodríguez O, Arredondo H. Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto MODIS de la NASA, aplicada en estudio de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana [Internet]. 2005 [consultado 10 mar 2021]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7050/tesis123.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
9. Pérez D. Identificación de ecosistemas en la Provincia de Napo-Ecuador mediante análisis digital de imágenes satelitales. Universidad San Francisco de Quito [Internet]. 2012 [consultado 21 abr 2021]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2177>

- 10.** Alvarado G, Espinoza I. Evaluación temporal del uso y cobertura vegetal y cambio del suelo en la Subcuenca del río Llavircay y planteamiento de acciones para su manejo y gestión. Universidad Politécnica Salesiana [Internet]. 2018 [consultado 15 may 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15634>
- 11.** Villalta D y Yumbay P. Determinación de la influencia del cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de las zonas alta, media y baja en las microcuencas de los Ríos Guallicanga y San Antonio del cantón Cañar y el Tambo. Universidad Politécnica Salesiana [Internet]. 2020 [consultado 12 may 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18656>
- 12.** Aguilar H, Mora R, Vargas C. Metodología para la corrección atmosférica de imágenes ASTER, RAPIEYE, SPOT2 Y LANDSAT 8 con el módulo flaash del software ENVI. Revista geográfica de América Central [Internet]. 2014 [consultado 15 mar 2021]; Vol. 2(53), 39-59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.2-53.2> Artículo protegido por licencia Creative Commons
- 13.** Jiménez S. Combinación RGB con bandas del satélite Landsat 5, 7 y 8. México. SerchJiménez [consultado 15 mar 2021]; Disponible en: <https://www.hidraulicafacil.com/2016/03/Com.Landsat7.html>
- 14.** GADPO. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019. Orellana: GADPO; 2015. [consultado 17 mar 2021]. Disponible en: http://dayuma.gob.ec/media/pdot_archivos/PDYOT_FINAL_2015_2019.pdf
- 15.** GADP. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza al año 2025. Pastaza: GADP; 2017. [consultado 10 abr 2021]. Disponible en: https://pastaza.gob.ec/planificacion/pdot_pastaza_2019.pdf
- 16.** González F, Marcello R, Márquez A. Tutorial de teledetección Espacial-Evaluación temporal del uso y cobertura vegetal del suelo en la subcuenca del río Llavircay y su Planteamiento de acciones para su manejo y gestión. Universidad Politécnica Salesiana [Internet]. 2013 [consultado 15 abr 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15634/1/UPS-CT007683>.
- 17.** L3Harris Geoespatial. Tutorial de clasificación [Internet]. [revisado: 25 julio 2021]. Disponible en: <https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/classificationtutorial.html>.
- 18.** Alvarado N, Mainato F. Herramientas SIG para el estudio de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el cantón Chunchi, provincia del Chimborazo. Universidad Politécnica Salesiana [Internet]. 2021 [consultado 20 abr 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20104>.
- 19.** Cortés E, Rubio J, Gaitán H. Métodos estadísticos de Evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Revista Colombiana [Internet]. 2010 [consultado 20 may 2021]; Vol. 6.1:3-4. Disponible en: <https://n9.cl/2vg3x>
- 20.** Landis, Koch. Epidat: Ayuda de concordancia y consistencia. SERGAS ES [Internet]. 2014 [consultado 21 may 2021]. Pg:31-43. Disponible en: <https://n9.cl/yh57r>
- 21.** Santana L y Salas J. Análisis de cambios en la ocupación del suelo ocurridos en sabanas de Colombia entre 1987 y 2001. GeoFocus [Internet]. 2007 [consultado 15 mar 2021]; Vol. (7):281-313. Disponible en: <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/121>
- 22.** Silva A y Rubio M. Análisis de cambios de uso del suelo en la delegación Municipal de Ingeniero White. Revista Colombiana de Geografía [Internet]. 2013 [consultado 15 mar 2021]; Pg.: 133-146. Disponible en: <https://n9.cl/b1qxo>
- 23.** Carnevale N, Alzugaray C, Di Leo N. Estudio de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina mediante teledetección espacial. Quebracho [Internet]. 2007 [consultado 30 jun 2021]; Vol. (14): 47-56. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/481/48101405>

24. MAE. Ministerio del Ambiente- Línea Base de deforestación del Ecuador Continental. MAE [Internet]. 2013 [consultado 15 jun 2021]; Pg:15. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/186138150/RM-021-Linea-Base-de-Deforestacion-del-Ecuador-Continental-pdf>

25. Ministerio del Ambiente. Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016. MAE [Internet]. 2015 [consultado 12 jun 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/68woe>

26. Ministerio del Ambiente. Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016. MAE [Internet]. 2017 [consultado 01 jun 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/68woe>

27. Thieme A, Hettler B y Finner M. Deforestación Petrolera en el Parque Nacional Yasuní, Amazonía Ecuatoriana. MONGABAY [Internet]. 2018 [consultado 12 jun 2021]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2018/04/ecuador-deforestacion-petroleo-parque-yasuni/>



Efecto de tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años

Effect of three pollination techniques on yield in 4-year-old Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Efeito de três técnicas de polinização na produção de Dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) com 4 anos de idade

Daniel Huaringa

danhjo13@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9938-4483>

Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú

Artículo recibido el 20 de junio 2022 / Arbitrado el 30 de junio 2022 / Publicado el 2 de agosto 2022

RESUMEN

La palma aceitera es un cultivo con un creciente aumento en su producción, la deficiente producción de frutos durante los primeros años de este cultivo se debe a la poca presencia de inflorescencias masculinas y por ende una baja población de insectos polinizadores. El objetivo de este estudio fue comparar técnicas de polinización que permitan incrementar el rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros 4 años de producción. Se evaluaron tres técnicas de polinización para mejorar rendimientos productivos: polinización natural, polinización entomófila dirigida y polinización asistida. Se asignó 5 repeticiones por tratamiento y el diseño usado fue un DCA, para el análisis de los datos se usó el software estadístico Minitab17. Las variables consideradas fueron: peso de racimo, número de frutos normales, número de frutos partenocárpicos rojos y blancos, y número de frutos abortados. El análisis estadístico indicó diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables peso de racimo, número de frutos normales y número de frutos partenocárpicos blancos; mientras que para las variables número de frutos partenocárpicos rojos y número de frutos abortados no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). En el análisis comparativo de promedios el tratamiento con polinización entomófila dirigida mostro ser superior al resto. Los resultados indican que la polinización entomófila dirigida puede ser la solución para mejorar el bajo rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros años de producción. En conclusión, en el presente ensayo la polinización entomófila dirigida mejoro los parámetros productivos en una plantación joven de palma aceitera.

Palabras clave: Frutos partenocárpicos; Insectos polinizadores; Palma aceitera; Polinización asistida; Polinización entomófila dirigida

ABSTRACT

Oil palm is a crop with a growing increase in production. The deficient fruit production during the first years of this crop is due to the low presence of male inflorescences and therefore a low population of pollinating insects. The objective of this study was to compare pollination techniques to increase oil palm yield during the first 4 years of production. Three pollination techniques were evaluated to improve yields: natural pollination, directed entomophilous pollination and assisted pollination. Five replicates per treatment were assigned and the design used was a DCA. The Minitab17 statistical software was used for data analysis. The variables considered were: bunch weight, number of normal fruits, number of red and white parthenocarpic fruits, and number of aborted fruits. The statistical analysis indicated significant differences ($p < 0.05$) for the variables bunch weight, number of normal fruits and number of white parthenocarpic fruits; while for the variables number of red parthenocarpic fruits and number of aborted fruits no significant differences were found ($p > 0.05$). In the comparative analysis of averages, the treatment with directed entomophilous pollination proved to be superior to the rest. The results indicate that directed entomophilous pollination may be the solution to improve the low yield of oil palm during its first years of production. In conclusion, in the present trial, directed entomophilous pollination improved production parameters in a young oil palm plantation.

Key words: Parthenocarpic fruits; Insect pollinators; Oil palm; Assisted pollination; Directed entomophilous pollination

RESUMO

A produção de óleo de palma é uma cultura com um aumento crescente da produção. A fraca produção de frutas durante os primeiros anos desta cultura deve-se à baixa presença de inflorescências masculinas e, portanto, a uma baixa população de insetos polinizadores. O objetivo deste estudo era comparar as técnicas de polinização para aumentar o rendimento da palma durante os primeiros quatro anos de produção. Três técnicas de polinização foram avaliadas para melhorar o rendimento da produção: polinização natural, polinização entomófila dirigida e polinização assistida. Foram atribuídas cinco réplicas por tratamento e o projeto utilizado foi um DCA. O software estatístico Minitab17 foi utilizado para análise de dados. As variáveis consideradas foram: peso do cacho, número de frutas normais, número de frutas partenocarpais vermelhas e brancas, e número de frutas abortadas. A análise estatística indicou diferenças significativas ($p < 0,05$) para as variáveis peso do cacho, número de frutas normais e número de frutas partenocarpais brancas; enquanto para as variáveis número de frutas partenocarpais vermelhas e número de frutas abortadas não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$). Na análise comparativa das médias, o tratamento com a polinização entomófila dirigida provou ser superior ao resto. Os resultados indicam que a polinização entomófila dirigida pode ser a solução para melhorar o baixo rendimento do óleo de palma durante seus primeiros anos de produção. Em conclusão, no presente ensaio, a polinização entomófila dirigida melhorou os parâmetros de produção em uma plantação de palma jovem.

Palavras-chave: Frutas partenocarpais; Polinizadores de insetos; Palma de óleo; Polinização assistida; Polinização entomófila dirigida

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es un cultivo tropical originario del golfo de Guinea en África, se dispersó en la zona tropical del mundo a partir del siglo XVI. **Korytkowski y Ruiz (1)** manifiestan que este cultivo fue introducido al Perú desde Costa de Marfil – África, y se inicia su siembra en la selva alta peruana en 1968 en las pampas de Tocache, departamento de San Martín a 400 m.s.n.m. El cultivo de la palma aceitera ha proliferado el crecimiento económico de las naciones plantadoras de palma ya que el aceite de palma constituye el 36% de la producción mundial de aceites vegetales (2).

La producción de aceite de palma requiere polinización, que se realiza principalmente con una especie de gorgojo africano de la palma aceitera conocido como *Elaeidobius kamerunicus* (EK) (3). **Yousefi et al., (4)** manifiestan que el periodo receptivo de una flor femenina es de 36 a 48 horas; las brácteas que cubren completamente la inflorescencia

desarrollada comienzan a desgarrarse en tres etapas de la preantesis que causan olor y liberación de calor (5). Cuando el polen de esas flores esta viable los lóbulos del estigma están separados, se tornan amarillo claro y producen un olor a anís más leve que el de las flores masculinas, luego adquieren una coloración rojiza cuando el estigma ya no es receptivo.

Cerrato (6) indica que la relación media del número de inflorescencias femeninas respecto al de las masculinas es de 3:2 (3 femeninas por cada 2 masculinas) en una palmera de 5 años, pero después se invierte para convertirse en $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{3}$ en la planta adulta. Dependiendo de la eficiencia de la polinización, del 30 % al 60 % de las flores en una inflorescencia femenina de palma de aceite se desarrollan en 500 a 4000 frutos agrupados en un racimo de 5 a 25 kg (7). Por lo tanto, en un racimo se puede encontrar cuatro tipos de frutos, como se observa en la Figura 1.



Figura 1. De izquierda a derecha: fruto normal, partenocárpico rojo, partenocárpico blanco y abortado.

Principalmente, el proceso de polinización se inicia con la emisión del olor a anís de las inflorescencias masculinas y femeninas de la palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq. (8). En la actualidad, la mayoría de las investigaciones sobre la polinización de la palma aceitera por insectos polinizadores se concentran en el género *Elaeidobius* (9) y según Tandon *et al.*, (10), este polinizador EK, había sido introducido por Syed a principios de la década de 1980 en el sudeste asiático.

Criollo-Escobar y Domínguez (11) indican que la polinización natural de los híbridos OxG está limitada debido a problemas de fertilidad, muy probablemente derivados de algún tipo de incompatibilidad sexual entre las dos especies, lo que resulta en una viabilidad y germinabilidad del polen muy bajas. Debido a estos problemas de fertilidad se desarrollaron prácticas como la polinización asistida; sin embargo, Mosquera-Montoya *et al.*, (12) mencionan que la polinización asistida es

un proceso costoso y laborioso, con un gasto anual estimado de aproximadamente el 18 % del costo total del cultivo.

La presente investigación se realizó con el objetivo de comparar técnicas de polinización que permitan incrementar el rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros 4 años de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los meses comprendidos entre julio y febrero en la región amazónica de Perú, ciudad de Pucallpa; en un área de 4 hectáreas. Las palmas de la variedad Deli x LaMé contaban con 4 años de edad al momento iniciar el experimento. En la Tabla 1 se observan los registros meteorológicos durante el periodo de prueba. Es necesario resaltar la presencia de *Elaeidobius subvittatus* (ES) como principal insecto polinizador, ya que las poblaciones de *Elaeidobius kamerunicus* (EK) eran muy bajas en la parcela.

Tabla 1. Observaciones meteorológicas.

Meses	Temperatura media °C	Presión atmosférica	Precipitación mm	Humedad relativa %	Horas luz
Agosto	25,6	1000,0	79,3	79,1	6,7
Septiembre	27,3	998,9	200,7	78,7	7,0
Octubre	27,6	997,6	191,9	81,2	5,7
Noviembre	26,6	996,4	296,2	84,7	4,7
Diciembre	27,5	997,4	88,1	81,0	6,1
Enero	26,7	997,7	180,9	85,6	3,7
Febrero	26,9	997,2	90,8	85,6	5,9

Fuente: Senamhi Las Palmeras.

Se trabajó con 3 tratamientos y 5 repeticiones, cada repetición con 5 unidades experimentales. Los tratamientos fueron asignados al azar, y el diseño usado fue un DCA. Los tratamientos fueron los siguientes: polinización natural, polinización entomófila dirigida y polinización asistida. La polinización natural (PN) mediante los insectos polinizadores y no hubo intervención humana.

La polinización entomófila dirigida (PED) se realizó cuando las flores correspondientes a este tratamiento entraban en antesis para lo cual se colocaba una inflorescencia masculina al lado para facilitar el trabajo de los insectos polinizadores, de tal manera que tuvieran una fuente cercana de polen fresco. Al pie de las palmas asignadas a este tratamiento se instaló cajas oscuras que tenían la función de incrementar la población de ES, dentro se colocó 4 inflorescencias masculinas frescas para atraer a los ES las cuales eran reemplazadas semanalmente por el periodo de un mes.

La polinización asistida (PA) fue aplicada a aquellas flores en estado de pre antesis, las cuales una vez identificadas se cubrían con una bolsa plástica para evitar que los insectos polinizadores tengan contacto con la flor; una vez que la inflorescencia femenina embolsada se encontraba en estado de antesis, haciendo uso de talco industrial mezclado con polen (proporción 1:10) y mediante una bombilla con tubo de aluminio de 3/8 de 1/2 m. de largo se realizó el espolvoreo por única vez a la inflorescencia seleccionada, realizando 15 aplicaciones por inflorescencia; el polen se

recolectaba de una plantación adulta de palma aceitera de 6 años de edad. Realizada la polinización, 24 horas después se procedía a sacar la bolsa de la inflorescencia.

La cosecha de la inflorescencia masculina se realizó en una plantación adulta de 6 años con la finalidad de recolectar y tener a disposición el polen para poder realizar la PA; para esto se procedió a la selección y embolsado de la inflorescencia masculina en la etapa de pre antesis y así evitar la pérdida de polen por efecto de insectos; después de 3 días en plena antesis, se cortó el pedúnculo de la inflorescencia sacudiéndola en la misma bolsa y de esa manera obtener todo el polen posible de la inflorescencia. Posteriormente era tamizado para la separación de impurezas, pesado y secado a temperatura ambiente por 24 horas. Finalmente se refrigeraba para su conservación.

La determinación del porcentaje de viabilidad del polen se realizó en un medio de cultivo de agar 0,6 g + 50 ml de dextrosa al 5%, donde se sembraron los granos de polen para luego ser llevados a la estufa a una temperatura de 39°C por una hora. Finalmente se observaron los granos de polen no germinados en un microscopio con una lectura de 10 puntos focales. También se registró el número de insectos que se encontraron en 3 espigas masculinas, las espigas fueron seleccionadas el primer mes del experimento a razón de 1 espiga/tratamiento.

La cosecha de racimos se realizó 5 meses después de la fecundación de las inflorescencias femeninas, cuando los frutos

maduraban, con una frecuencia de cosecha de 10 días. Se realizó el conteo mecánico de frutos normales (FN), frutos partenocárpicos rojos (FPR), frutos partenocárpicos blancos (FPB) y frutos abortados (FA).

Los datos obtenidos al final del experimento fueron analizados usando el software estadístico MINITAB 17. La comparación de promedios fue determinada usando la prueba estadística de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en peso de racimo, siendo la PED (5,637) y la PA (5,482) estadísticamente iguales,

pero superior a la PN (4,132) como se muestra en la Tabla 2. Estos resultados concuerdan con la investigación de Murguido (13) y Mariau (14) al mencionar que la PED es un evento que garantiza la calidad del fruto cosechado, ya que viene dada por el llenado de los racimos (frutos normales/racimo) el cual se expresa a través de su peso por cada racimo y que esta va en aumento de acuerdo al mayor número de frutos normales ya que la almendra del fruto dará un mayor peso al racimo al constituir entre un 9 – 12,7% del peso total del racimo de fruta fresca.

Tabla 2. Peso de racimo y número de frutos totales, normales, partenocárpicos y abortados.

Variables	PN	PED	PA	p-val
Peso de racimo, kg	4,132b	5,637a	5,482a	0,001
N° FN/racimo	378,38b	540,46a	461,17ab	0,018
N° FPR/racimo	37,63	20,77	39,22	0,242
N° FPB/racimo	104,17ab	68,64b	178,89a	0,009
N° FA/racimo	2,46	0,32	22,61	0,222
N° total de frutos/racimo	522,63b	630,18ab	701,89a	0,003

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida; FN: frutos normales; FPR: frutos partenocárpicos rojos; PFB: frutos partenocárpicos blancos; FA: frutos abortados.

Número de frutos normales por racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre tratamientos. El mayor número de frutos normales por racimo se obtuvo por la PED (540,46), seguido por la PA (461,17) y la PN (378,38) como se muestra en la Tabla 2. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Chinchilla (15) al indicar que existe un

incremento favorable en el mejoramiento de la polinización y formación de frutos normales con la introducción del coleóptero EK; de igual forma Murguido (13) y Mariau (14) manifiestan que la polinización entomófila es una de las acciones más importantes que garantiza la calidad del fruto cosechado, que influyen en el llenado de racimos (frutos normales/

racimo), por la escasa polinización de insectos himenópteros; como la abeja (*Apis* spp.) en la palma aceitera.

Número de frutos partenocárpicos rojos y blancos por racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en el número de frutos partenocárpicos blancos, siendo la PED la que presentó menos frutos partenocárpicos blancos por racimo (68,64), seguido por PN (104,17) y la PA (178,89). En cuanto a los frutos partenocárpicos rojos no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre tratamientos, la PED presentó menos frutos partenocárpicos rojos por racimo (20,77), seguido por la PN (37,63) y la PA (39,22) como se muestra en la Tabla 2; los frutos partenocárpicos rojos pueden ser aprovechados ya que producen aceite al igual

que un fruto normal. Los resultados obtenidos no concuerdan con las afirmaciones de Murguido (13) y Mariau (14) los cuales mencionan que el porcentaje de frutos partenocárpicos no debe exceder del 6% del total de frutos por racimo y en el presente experimento el número de frutos partenocárpicos totales fue 31,07% con PA, 27,13% con PN y 14,19% con PED como se observa en la Tabla 3; estos datos concuerdan con la afirmación de Norman et al., (16) quienes mencionan que la polinización incompleta junto con la operación ineficiente del polinizador ha dado como resultado una gran cantidad de frutos partenocárpicos; por su parte Haran et al., (17) indican que es crucial estudiar el comportamiento de las especies polinizadoras para un mejor transporte del polen y el desarrollo del cuajado de la palma de aceite.

Tabla 3. Porcentaje de frutos normales, partenocárpicos y abortados por racimo.

Tratamiento	Frutos normales, %	Frutos partenocárpicos rojos, %	Frutos partenocárpicos blancos, %	Frutos abortados, %
PN	72,40	7,20	19,93	0,47
PED	85,76	3,30	10,89	0,05
PA	65,70	5,59	25,49	3,22
Promedio	74,62	5,36	18,77	1,25

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

Liceras y Márquez (18) mencionan que *ES* considerado como un polinizador nativo poco eficiente y de allí la idea de introducir a *EK* como polinizador en las plantaciones de palma, de igual manera Mateo et al., (19) mencionan que los principales agentes polinizadores

en Pucallpa son *EK* y *ES*; estas afirmaciones podrían explicar el alto porcentaje de frutos partenocárpicos obtenidos en este experimento, ya que el principal insecto polinizador en la parcela fue *ES*.

Número de frutos abortados por racimo

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el número de frutos abortados. La PED presentó menor cantidad de frutos abortados (0,32), seguido de la PN (2,46) y la PA (22,61) como se muestra en la Tabla 2. Sánchez *et al.*, (20) mencionan que la presencia de frutos abortados puede deberse a la baja eficacia de la polinización. Hussein *et al.*, (21) mencionan que hasta finales de la década de 1970 la PA era una práctica que debía llevarse a cabo en la mayoría de las plantaciones de palma aceitera, sobre todo en las más jóvenes pero que generaba un rendimiento y una producción de frutos deficientes. Por su parte Romero *et al.*, (22) indican que la inducción de frutos partenocárpicos en diferentes estados fenológicos contrasta con la limitación temporal de la aplicación del polen en la PA y que el polen debe aplicarse en antesis cuando las flores son receptivas al polen. Cuando el polen se usa después de la antesis, no desencadena el cuajado y el desarrollo de los frutos, lo que lleva a resultados indeseables que van desde el aborto de la inflorescencia hasta racimos con poco llenado y frutos poco desarrollados. Por lo tanto, se puede inducir que el mayor porcentaje de frutos partenocárpicos y abortados en el tratamiento con PA en el presente ensayo se debe a una falta de precisión al momento de realizar la aplicación de polen.

Relación de inflorescencias masculinas y femeninas

Se llevó a cabo el conteo de inflorescencias masculinas y femeninas que se presentaron en las unidades experimentales por el periodo de un mes y las cuales se expresaron numéricamente y porcentualmente (Tabla 4), la relación media de inflorescencias femeninas respecto a las masculinas fue 3:1 para palmas de 4 años, muy cercano a lo mencionado por Cerrato (6) quien indica una relación de 3:2 en palmas de 5 años. Al respecto Prasetyo *et al.*, (23) mencionan que las palmas jóvenes y las variedades de mayor rendimiento generalmente favorecen las inflorescencias femeninas; mientras que el estrés por agua y radiación puede generar más inflorescencias masculinas (7). Por su parte Li *et al.*, (24) indican que los métodos asistidos pueden aumentar la población de gorgojos y la producción de frutos, pero persiste el problema de las inflorescencias masculinas insuficientes para mantener las poblaciones de gorgojos.

Así mismo se evaluó la viabilidad del polen que se iba a usar para la PA, obteniendo un 82 - 87% de viabilidad, Sánchez *et al.*, (20) mencionan que la viabilidad mínima del polen para la PA debe ser 70% y que la proporción polen: talco debe ser 1:10 cuando la viabilidad supere el 65%.

Tabla 4. Relación de inflorescencias y viabilidad del grano de polen.

Tratamiento	N° inflorescencias femeninas	N° inflorescencias masculinas	Relación de inflorescencias		Viabilidad de los granos de polen, %
			%F	%M	
PN	11	2	84,62	15,38	-
PED	15	3	83,33	16,67	-
PA	12	8	60,00	40,00	82 - 87
Promedio	12,67	4,33	75,98	24,02	-

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

Proporción de insectos polinizadores

El conteo de polinizadores por espiga fue expresado numéricamente y la relación entre machos y hembras se expresó en porcentaje (Tabla 5). Se puede observar que hay mayor población de insectos hembras (68,67%) con relación a machos (31,33%). Los resultados obtenidos no concuerdan con lo reportado por Mateo et al., (19) quienes reportaron

mayor población de insectos machos (53,41%) en relación a las hembras (46,58%) en una plantación de palma aceitera en Pucallpa. El número total en promedio de insectos fue 473,33 por espiga, datos que no concuerdan con lo reportado por Mateo et al., (19) quienes reportaron 5810 insectos en un total de 87 espigas (66,78 insectos/espiga), un número menor al encontrado en el presente ensayo.

Tabla 5. Número de insectos por espiga y sex ratio.

Tratamiento	N° insectos por espiga	Sex ratio	
		%H	%M
PN	435	71	29
PED	782	60	40
PA	200	75	25
Promedio	473,33	68,67	31,33

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

CONCLUSIONES

La polinización entomófila dirigida demostró ser la mejor técnica para mejorar los parámetros de producción en una plantación joven de palma aceitera, ya que con esta técnica se obtuvieron mejores pesos de racimo, mayor número de frutos normales y

menor presencia de frutos partenocárpico y abortados; se debe considerar poner en práctica esta técnica en parcelas con poblaciones de *Elaeidobius kamerunicus* como principal insecto polinizador, ya que son más eficientes que *Elaeidobius subvittatus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Korytkowski Ch, Ruiz E. El barrenador de los racimos de la palma aceitera, *Castnia daedalus* (Cramer) en la plantación de Tocache, Perú. *Rev. Per. Ent.* 1979; 22(1): 49-62. Disponible en: <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/685>
2. Woittiez LS, VanWijk MT, Slingerland M, Van Noordwijk M, Giller KE. Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *Eur. J. Agron.* 2017; 83: 57-77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>
3. Meijaard E, Garcia-Ulloa J, Sheil D, Wich S, Carlson K, Juffe-Bignoli D, et al. Oil Palm and Biodiversity: A Situation Analysis by the IUCN Oil Palm Task Force; 2018. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.11.en>
4. Yousefi M, Rafie A, Aziz S, Azrad S, Razak A. Introduction of current pollination techniques and factors affecting pollination effectiveness by *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm plantations on regional and global scale: A review. *S. Afr. J. Bot.* 2020; 132: 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.04.017>
5. Yousefi M, Rafie A, Aziz S, Azrad S, Mohd M, Shahi A, et al. Classification of oil palm female inflorescences anthesis stages using machine learning approaches. *Inf. Process. Agric.* 2020; 8: 537-549. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.11.007>
6. Cerrato M. Cultivos industriales. La palma aceitera (*Elaeis Spp*). Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario regional del litoral atlántico. Departamento de producción vegetal. 2010. Tegucigalpa, Honduras. 51 pp.
7. Corley RHV, Tinker PB. *The Oil Palm*, fifth edition. Chichester. 2016. John Wiley & Sons.
8. Hussein M, Lajis N, Kinson A, Teo C. Laboratory and field evaluation on the attractancy of *Elaeidobius kamerunicus* faust to 4- allylanisole. *Porim Bulletin.* 1989; 18: 20-26.
9. Auffray T, Frérot B, Poveda R, Louise C, Beaudoin-Ollivier L. Diel patterns of activity for insect pollinators of two oil palm species (arecales: Arecaceae). *J. Insect Sci.* 2017; 17(2): 45; 1-6. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iex018>
10. Tandon R, Manohara T, Nijalingappa B, Shivanna K. Pollination and pollenpistil interaction in oil palm, *Elaeis guineensis*. *Ann. Bot.* 2001; 87(6): 831-838. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1421>
11. Criollo-Escobar H, Domínguez JJ. Germinability and pollen viability of four improved cultivars of palm oil under laboratory conditions. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín.* 2018; 71(1): 8395-8405. <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n1.69587>
12. Mosquera-Montoya M, Ruiz-Alvarez E, Castros-Zamudio LE, López-Alfonso DF, Munevar-Martínez DE. Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. *Rev. Palmas.* 2019; 40: 3-15. <http://agriperfiles.agri-d.net/individual/n39958>
13. Murguido C. Sistema de monitoreo y pronóstico de plagas de insectos y ácaros en cultivos económicos - curso internacional de S.V. 1987. Departamento manejo integrado de plagas – INISAU. La Habana, Cuba.
14. Mariau D. Informes Misión entomológica a Palmas del Espino – Perú. 1996. Mecanografiados.
15. Chinchilla C. Insectos polinizadores y polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Bol. Tec. OPO-CB.* 1988; 2(2): 41-51.
16. Norman K, Ramle M, Saharul AM, Mohd RS. Fruit set and weevil pollination issues in oil palm. *Planter.* 2018; 94: 565-578.

- 17.** Haran JM, Beaudoin-Ollivier L, Benoit L, Kuschel G. Revision of the palm pollinating weevil genus *Elaeidobius* Kuschel, 1952 (Curculionidae, Curculioninae, Derelomini) with descriptions of two new species. *Eur. J. Taxon.* 2020; 684: 1-32. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.684>
- 18.** Licerias L, Márquez M. Curculiónidos polinizadores de la palma aceitera en el alto Huallaga (nota preliminar). Colombia. *Rev. Per. Ent.* 1987; 30: 95 – 97.
- 19.** Mateo R, Lama P, Arustegui M. Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. *Rev. Per. Ent.* 2020; 55(1): 9-18. Disponible en: <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/1099>
- 20.** Sánchez A, Daza E, Ruiz R, Romero H. Polinización asistida en palma de aceite. 2011. Fedepalma.
- 21.** Hussein M, Lajis N, Ali J. Biological and chemical factors associated with the successful introduction of *Elaeidobius kamerunicus* Faust, the oil palm pollinator in Malaysia. *VI Int. Symp. Pollinat.* 1990; 288(7): 81–87. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.288.7>
- 22.** Romero HM, Daza E, Ayala-Díaz I, Ruiz-Romero R. High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid. *Agronomy.* 2021; 11: 290. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020290>
- 23.** Prasetyo AE, Purba WO, Susanto A. *Elaeidobius kamerunicus*: application of hatch and carry technique for increasing oil palm fruit set. *J. Oil Palm Res.* 2014; 26(3): 195–202.
- 24.** Li K, Tscharntke T, Saintes B, Buchori D, Grass I. Critical factors limiting pollination success in oil palm: A systematic review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2019; 280: 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.05.001>

Agradecimientos. Un profundo agradecimiento al Técnico Agropecuario Wilson Azpur Palomino por su colaboración en las evaluaciones de campo.



Ajo sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes

Garlic on the productive parameters and morphometry in guinea pigs

Alho sobre os parametros productivos e morfometria em cobaias

Mercy del Cisne Cuenca Condoy

mccuenca@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2854-2971>

Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Franklin Alfredo Iñiguez Heredia

franklin.iniguez@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5082-1611>

Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Jenny Margarita Naula Camas

jmnaulac02@est.ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4465-7982>

Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Liseth Estefanía Vega Cárdenas

liseth.vega@est.ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6461-0754>

Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido el 6 de abril 2022 / Arbitrado el 17 de junio 2022 / Publicado el 2 de agosto 2022

RESUMEN

Ciertas propiedades del ajo, tienen la facultad de actuar como alimento para las diversas bacterias buenas del intestino, generando interés de estudio. Se evaluó el efecto prebiótico del ajo sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes, utilizando 90 cobayos machos destetados, distribuidos bajo un Diseño Completo Aleatorio en tres tratamientos: T0 (Testigo), T1 (Ajo 0,5%), T2 (Ajo 1%) por kilo de concentrado, incluyendo tres repeticiones por tratamiento y diez animales por repetición. Las variables estudiadas fueron: incremento de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, rendimiento a la canal, porcentaje de mortalidad, altura y ancho de vellosidad intestinal, y profundidad de criptas de Lieberkühn. El programa nutricional, plan sanitario y parámetros ambientales del galpón fue similar para todas las unidades experimentales. Los resultados no reportaron diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre tratamientos sobre los parámetros productivos de los cobayos y morfometría intestinal; no obstante, se determinó diferencia numérica, siendo el tratamiento T2 (Ajo 1%) quien consiguió los mejores parámetros morfométricos y productivos de los cobayos a partir de la tercera semana del experimento. Se concluye que, la adición del ajo en la ración alimenticia de los cobayos, ejerce impacto positivo sobre el comportamiento productivo y morfometría intestinal de los cuyes.

Palabras clave: Ajo; Cuyes; Morfometría intestinal; Parámetros productivos

ABSTRACT

Certain properties of garlic have the ability to act as food for the various good bacteria in the intestine, generating interest in the study. The prebiotic effect of garlic on productive parameters and intestinal morphometry in guinea pigs was evaluated using 90 weaned male guinea pigs, distributed under a Complete Randomized Design in three treatments: T0 (Control), T1 (Garlic 0.5%), T2 (Garlic 1%) per kilo of concentrate, including three replicates per treatment and ten animals per replicate. The variables studied were: weight gain, feed intake, feed efficiency, carcass yield, mortality percentage, height and width of intestinal villi, and Lieberkühn's crypt depth. The nutritional program, sanitary plan and house environmental parameters were similar for all experimental units. The results did not report significant statistical differences ($p > 0.05$) between treatments on the productive parameters of the guinea pigs and intestinal morphometry; however, a numerical difference was determined, with treatment T2 (Garlic 1%) having the best morphometric and productive parameters of the guinea pigs from the third week of the experiment. It is concluded that the addition of garlic in the guinea pig feed ration has a positive impact on the productive behavior and intestinal morphometry of the guinea pigs.

Key words: Garlic; Guinea pigs; Intestinal morphometry; Productive parameters

RESUMO

Certas propriedades do alho têm a capacidade de atuar como alimento para as diversas bactérias boas no intestino, gerando interesse para o estudo. O efeito prebiótico do alho sobre os parâmetros produtivos e a morfometria intestinal em cobaias foi avaliado utilizando 90 cobaias machos desmamados, distribuídos sob um Projeto Randomizado Completo em três tratamentos: T0 (Controle), T1 (Alho 0,5%), T2 (Alho 1%) por quilo de concentrado, incluindo três réplicas por tratamento e dez animais por réplica. As variáveis estudadas foram: ganho de peso, ingestão de ração, eficiência alimentar, rendimento da carcaça, porcentagem de mortalidade, altura e largura das vilosidades intestinais e profundidade da cripta de Lieberkühn. O programa nutricional, o plano de saúde e os parâmetros ambientais da casa foram similares para todas as unidades experimentais. Os resultados não relataram diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos sobre os parâmetros de produção de cobaias e a morfometria intestinal; no entanto, foi determinada uma diferença numérica, com o tratamento T2 (Alho 1%) tendo os melhores parâmetros morfométricos e de produção das cobaias a partir da terceira semana do experimento. Conclui-se que a adição de alho na ração alimentar das cobaias tem um impacto positivo sobre o comportamento produtivo e a morfometria intestinal das cobaias.

Palavras-chave: Alho; Cobaias; Morfometria intestinal; Parâmetros produtivos

INTRODUCCIÓN

La crianza de cobayos (*Cavia porcellus*), se ha constituido en una fuente importante de alimentación para el ser humano por sus propiedades nutricionales, al exhibir un elevado contenido de proteína y bajo contenido en grasa (1); por ello la FAO y la ONU consideran la carne de cuy como un alimento seguro para la humanidad (2).

Los sistemas de producción de esta especie poseen ventajas, al considerar que el ciclo reproductivo del cuy es corto (3); no obstante, los cunicultores enfrentan desventajas sobre los parámetros productivos que afectan la rentabilidad del productor; por ello, se ha venido adicionando en la dieta de los animales productos que mejoran la conversión alimenticia, como los antibióticos promotores de crecimiento (APC); no obstante, su uso fue prohibido por la Unión Europea (4), obligando a los nutricionistas a buscar nuevas alternativas para mejorar la performance de los cobayos en un grado similar a los APC, con efecto preventivo y de control frente a problemas gastrointestinales (5) y que no generen residuos peligrosos en los productos y subproductos de origen animal (6).

Como alternativas surge el uso de probióticos, prebióticos, simbióticos, enzimas, entre otros productos de origen natural que mejoran el comportamiento productivo del animal (7), son eficaces, seguros y no causan daño al consumidor (8). El ajo ha demostrado en varias investigaciones beneficios sobre la palatabilidad de los alimentos, conversión alimenticia, estimulación de enzimas digestivas (9), mejoras sobre el índice de conversión

alimenticia y parámetros de morfometría intestinal (10), y un efecto positivo sobre la salud intestinal que mejora los indicadores de producción del animal (11) por lo tanto, el objetivo del presente trabajo investigativo se orientó a evaluar el efecto prebiótico del ajo (*Allium sativum*) sobre los parámetros productivos y morfometría intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en la provincia del Cañar - Ecuador, ubicada a 3.160 msnm, con una temperatura que varía de 2°C a 12°C y precipitaciones que oscilan de 21 mm a 109 mm, de acuerdo con la estación.

Animales y Tratamientos

Se evaluaron 90 cuyes machos de la línea Inti, de 18 días de edad, con un peso de 200 g \pm 20 g, distribuidos bajo un diseño completo al azar en tres tratamientos: T0 (Testigo), T1 (Ajo 0.5%/Kg de concentrado) y T2 (Ajo 1%/Kg de concentrado), con tres repeticiones y 10 unidades experimentales por repetición. El manejo zootécnico de los cobayos bajo estudio fue similar en lo que corresponde al plan sanitario, programa de alimentación y control de parámetros ambientales dentro del galpón (intensidad de luz, temperatura y humedad). La identificación de los animales se realizó mediante la colocación de un arete metálico numerado en el pabellón auricular derecho del cuy.

Las variables estudiadas fueron: parámetros productivos (consumo de alimento, incremento de peso, eficiencia alimenticia, porcentaje de mortalidad) y parámetros de morfometría intestinal (altura de vellosidad, ancho de vellosidad intestinal y profundidad de criptas de Lieberkühn).

Los animales involucrados en el ensayo tuvieron un periodo de adaptación a la dieta de 15 días, posterior a ello los datos propios de parámetros productivos se registraron cada 7 días; mientras que, para morfometría intestinal se sacrificó a los cobayos por el método de desnucamiento y se tomó muestras del duodeno, yeyuno e íleon al día 18, 54 y 75 de edad, las muestras se fijaron en formol al 10% y se analizaron utilizando la técnica Hematoxilina-Eosina (H-E), evaluando los cambios morfométricos a través de un microscopio trinocular digital en aumento de 10X.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un Diseño Completo al Azar, con un nivel de confianza del 95%. Para la comparación de medias de las variables estudiadas se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$), utilizando el software para análisis estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio respecto a consumo de alimento por parte de los cobayos, demostraron que no existe diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos; no obstante, se encontró diferencia numérica registrando el consumo más bajo el tratamiento T2 (Ajo 1%/Kg de alimento) durante la semana 3, 4, 5 y 6 del experimento, Tabla 1.

Tabla 1. Consumo de alimento semanal.

CONSUMO DE ALIMENTO							
TRATAMIENTOS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Consumo Total
T0	158,5 ^a	256,0 ^a	213,3 ^a	278,3 ^a	357,1 ^a	410,2 ^a	1673,4
T1 (Ajo 0,5%)	155,0 ^a	218,7 ^a	249,0 ^a	276,0 ^a	375,7 ^a	404,2 ^a	1678,6
T2 (Ajo 1%)	156,2 ^a	232,67 ^a	174,5 ^a	247,7 ^a	337,7 ^a	387,8 ^a	1536,57
C.V.	10,7	18,2	19,0	9,6	6,9	4,9	

Según la prueba de Tukey medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Referente al incremento de peso semanal, se registró diferencia numérica entre los tratamientos, observando que los cobayos que fueron suplementados con el 1% de

ajo en la ración alimenticia, alcanzaron el incremento de peso más alto acumulado con 500,9 g y durante las semanas 2, 3, 4 y 6 de la investigación Tabla 2.

Tabla 2. Incremento de peso semanal.

TRATAMIENTOS	INCREMENTO DE PESO (g)						Total
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	
T0	64,3 ^a	76,4 ^a	120,3 ^a	66,4 ^a	75,6 ^a	75,0 ^a	478,0
T1 (Ajo 0,5%)	71,9 ^a	54,6 ^a	117,9 ^a	73,0 ^a	69,5 ^a	87,0 ^a	473,9
T2 (Ajo 1%)	58,3 ^a	78,4 ^a	127,2 ^a	75,3 ^a	68,8 ^a	92,9 ^a	500,9
C.V.	14,8	17,2	15,4	34,1	16,2	23,6	

Según la prueba de Tukey medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Con relación a la eficiencia alimenticia (E.A.) registrada en el experimento, se verificó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$), logrando la mejor E.A., entre las semanas 2, 3, 4, y 6 del ensayo y una

eficiencia alimenticia acumulada de 3.3 el tratamiento T2, Tabla 3. Respecto a la variable de mortalidad no se registró cobayos muertos para ningún tratamiento.

Tabla 3. Eficiencia alimenticia.

TRATAMIENTOS	EFICIENCIA ALIMENTICIA (E.A)						E.A.
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	
T0	2,5 ^a	3,3 ^a	1,9 ^a	4,4 ^a	4,8 ^a	5,6 ^a	3,8
T1 (Ajo 0,5%)	2,2 ^a	4,1 ^a	2,11 ^a	4,6 ^a	5,5 ^a	4,8 ^a	3,9
T2 (Ajo 1%)	2,7 ^a	3,0 ^a	1,4 ^a	3,3 ^a	5,0 ^a	4,5 ^a	3,3
C.V.	19,0	11,1	24,6	37,3	15,9	23,5	

Según la prueba de Tukey medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Los parámetros de morfometría intestinal evaluados (altura y ancho de vellosidad intestinal y profundidad de criptas de Lieberkühn), en las tres fases descritas, no presentaron diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre tratamientos; no obstante, se

observó a nivel del duodeno e íleon que la altura de vellosidad intestinal se mantiene constante después del destete; mientras que, en el yeyuno se registró un crecimiento de vellosidad de 6 μm desde el destete hasta el día 75 con la adición de ajo al 0,5%, Tabla 4.

Tabla 4. Morfometría intestinal.

MORFOMETRIA INTESTINAL									
TRATAMIENTOS	INICIAL (DESTETE-18 DÍAS DE EDAD)			INTERMEDIA (54 DÍAS DE EDAD)			MORFOMETRIA INTESTINAL FINAL (75 DIAS)		
	DUODENO	YAYUNO	ÍLEON	DUODENO	YAYUNO	ILEON	DUODENO	YAYUNO	ILEON
ALTURA DE VELLOSIDAD INTESTINAL μm									
T0 (Testigo)	18 ^a	15 ^a	17 ^a	18 ^a	19 ^a	17 ^a	19 ^a	17 ^a	17 ^a
T1 (Ajo 0,5%)	18 ^a	14 ^a	18 ^a	18 ^a	18 ^a	19 ^a	18 ^a	20 ^a	17 ^a
T2 (Ajo 1%)	20 ^a	18 ^a	19 ^a	18 ^a	16 ^a	17 ^a	18 ^a	18 ^a	16 ^a
ANCHO DE VELLOSIDAD INTESTINAL μm									
T0 (Testigo)	3 ^a	3 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a
T1 (Ajo 0,5%)	4 ^a	4 ^a	4 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a
T2 (Ajo 1%)	3 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a
PROFUNDIDAD DE CRIPTA μm									
T0 (Testigo)	3 ^a	3 ^a	2 ^a	0,5 ^a	0,6 ^a	0,6 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a
T1 (Ajo 0,5%)	3 ^a	3 ^a	2 ^a	0,5 ^a	0,5 ^a	0,5 ^a	1 ^a	1 ^a	0,8 ^a
T2 (Ajo 1%)	2 ^a	2 ^a	2 ^a	0,6 ^a	0,5 ^a	0,7 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	1 ^a

Según la prueba de Tukey medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Discusión

Los resultados del estudio demostraron que la adición de ajo al 1% en la ración alimenticia de cobayos incrementa los parámetros productivos logrando un incremento de peso acumulado de 763 g y una eficiencia alimentaria de 3.3 con la adición al 1% de ajo y genera impacto positivo sobre la altura de vellosidad intestinal, datos similares reporta (12), quien describe que la suplementación con 3 ml/cuy de ajo, mejora el comportamiento productivo en los cuyes, alcanzando una eficiencia alimenticia de 3.79; mientras que, (13), señalan que la inclusión de ajo al 8% en la dieta durante las etapas de crecimiento y engorde, ejerce efecto positivo sobre el incremento

de peso, eficiencia alimenticia y la relación beneficio-coste del galpón; (14), indican que la utilización de 1.75 ml de extracto de ajo controla un 78.1% de infestación por huevos de *Paraspirodera uncinata* en cuyes, mejora la performance productiva y evita problemas de anemia; por otra parte, (8), refieren que, *Allium sativum* es efectivo al 100% en el tratamiento de *Trichophyton mentagrophyte*, impactando de forma positiva sobre los sistemas de producción de los cobayos.

Los parámetros de morfometría intestinal de los cobayos no se vieron afectados de forma significativa con excepción de la altura de vellosidad a nivel del yeyuno, que se incrementó con la adición de ajo al 1% en

la ración alimenticia; datos similares fueron encontrados por (15), quienes reportan que la adición de sustancias probióticas en la alimentación de cobayos, no generan patrones consistentes de respuesta sobre la longitud, ancho y profundidad de criptas en los tres segmentos del intestino delgado, excepto un efecto positivo sobre la longitud de vellosidad a nivel del íleon. Así mismo, (16), suplementaron con 4Kg de *Saccharomyces cerevisiae*/Tonelada de alimento, a los cobayos y evaluaron los parámetros de morfometría intestinal, demostrando que la levadura como prebiótico impacta de forma positiva sobre la longitud y ancho de vellosidad y profundidad de criptas a nivel del íleon, mientras que (17) indica que las dietas para cuyes suplementadas con probióticos ejercen efecto positivo sobre la morfometría intestinal en cuyes, incrementando significativamente la longitud y ancho de vellosidad intestinal a nivel del íleon.

CONCLUSIONES

La adición prebióticos de Ajo (*Allium sativum*) en la dieta de cobayos al 0.5 y 1%, no influye significativamente sobre los parámetros productivos y de morfometría intestinal. Sin embargo, la suplementación con el 1% disminuye ligeramente el consumo de alimento, incrementa el peso de los animales y por ende mejora la eficiencia alimenticia.

La implementación de probióticos, prebióticos, simbióticos, enzimas, entre otros productos de origen natural que mejoran el comportamiento productivo del animal, mejorando la producción pecuaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Vivas J. Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (*Cavia Porcellus*) Managua – Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; 2013.
2. Guevara J, Rojas S, Carcelén F, Bezada S, Arbaiza T. Parámetros Productivos de Cuyes Criados con Dietas Suplementadas con Aceite de Pescado y Semillas de Sacha Inchi. Rev Inv Vet Perú. 2016; 27(4):715-721.
3. Chauca L. IV Curso Latino Americano de Cuyicultura. Riobamba-Ecuador. 1993: 8-12 nov
4. Baños A, Guillamón E. Utilización de extractos de ajo y cebolla en producción avícola. Selecciones avícolas. 2014: 1-9.
5. Cano W. Efecto de la suplementación de probiótico líquido sobre los parámetros productivos en cuyes (*cavia porcellus*) durante la fase de crecimiento y engorde. Revista de investigaciones veterinarias del Perú. 2016.
6. Bazay G, Carcelén F, Ara M, Jiménez R, Gonzáles R, Quevedo W. Effect of mannanoligosaccharides on the productive performance of guinea pigs (*cavia porcellus*) during the fattening period. Rev Inv Vet Peru. 2014; 25(2):198-204.
7. Jurado H, Orbes A, Mesías L. Evaluation in vivo of lactobacillus plantarum with probiotic characteristics by blood chemistry, immunohisto química and electron microscopy in *cavia porcellus*. iotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2017;15(2):11-21
8. Melgar J, Shiva C, Chauca L. Evaluation of the employment of the garlic (*Allium sativum*) and aloe (*Aloe vera*), in cutaneous injuries provoked for dermatophytosis in guinea pigs (*Cavia porcellus*). Salud tecnol. vet. 2017; 5:8-14.
9. Martinez R, Ortega M, Herrera J, Kawas J, Zarate J, Robles R. Uso de aceites esenciales en

animales de granja. *Interciencia*. 2015;40(11): 744-750.

10. Oladele O, Emikpe B, Bakare H. Effects of Dietary Garlic (*Allium sativum* Linn.) Supplementation on Body Weight and Gut Morphometry of Commercial Broilers. *Int. J. Morphol.* 2012; 30(1): p. 238-240.

11. Botía W, Hortúa L. Extracto de ajo como alternativa a los promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Conexión Agropecuaria JDC*. 2012; 2(2):35-43.

12. Arevalo M. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Online]; 2011.. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2390/1/17T1024.pdf>.

13. Marcatoma J, Fiallos M, Jiménez S, Usca J, Zurita M. Compuestos fenólicos de *Allium sativum* (Ajo) en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento y engorde. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 2018:1-14.

14. Chauca L, Zaldivar M, Muscari J, Higaonna R, Gamarra J, Florian A. Efecto de la Paraspirodera en la cría de cuy. En INIA. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes. Lima-Perú: INIA; 1994:77-78.

15. Puente J, Carcelén F, Ara M, Bezada S, Huamán A, Santillán G, et al. Effect of supplementation with increasing levels of probiotics on the histomorphometry of the small intestine of guinea pig (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú*. 2019;30(2):624-633.

16. Criollo R, Cuenca M, Herrera R. Addition of brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the productive behavior and intestinal quality of guinea pigs. *Rev. CES Med. Zootec.* 2019;14(2):18-29.

17. López B. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Online]; 2018.. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323347398.pdf>.



Factores determinantes de la producción forestal en la región Puno - Perú, 2019

Determinants of forest production in the Puno region - Peru, 2019

Determinantes da produção florestal na região de Puno - Peru, 2019

Julio Cesar Quispe Mamani¹

jcquispe@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3938-1459>

Santotomas Licimaco Aguilar Pinto²

licimacoaguilar@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1796-9278>

Balbina Esperanza Cutipa Quilca¹

becutipa@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3839-5138>

Miriam Serezade Hanco Gomez¹

mhancco@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-3913-2775>

Amira Carpio Maraza¹

acarpio@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1917-4938>

Ronald Raúl Arce-Coaquira¹

rarce@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-6546-0038>

¹Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú

²Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca, Perú

Artículo recibido el 1 de julio 2022 / Arbitrado el 21 de julio 2022 / Publicado el 2 de agosto 2022

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue encontrar los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno en Perú, para lo cual se aplicó el enfoque cuantitativo, correlacional y transversal, utilizando datos de la Encuesta Nacional de Hogares del Instituto Nacional de Estadística e Informática, del año 2019; se consideró una muestra de 408 observaciones, con la aplicación del modelo ANCOVA. Se estableció que los factores determinantes de la producción forestal son la explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, gasto en transporte y tenencia de tierra; además, la explotación pecuaria, las parcelas trabajadas, el uso de un sistema de riego y la realización del gasto en transporte influyen de manera directa sobre la producción forestal y la explotación agrícola y la tenencia de tierra influyen de manera negativa en la producción forestal en la región de Puno.

Palabras clave: Forestación; Gasto; Parcelas; Producción; Tenencia de tierra

ABSTRACT

The objective of this research was to find the determinants of forest production in the region of Puno, Peru, for which the quantitative, correlational and cross-sectional approach was applied, using data from the National Household Survey of the National Institute of Statistics and Informatics, of the year 2019; a sample of 408 observations was considered, with the application of the ANCOVA model. It was established that the determinants of forestry production are agricultural exploitation, livestock exploitation, worked plots, transportation expenditure and land tenure; in addition, livestock exploitation, worked plots, the use of an irrigation system and the realization of transportation expenditure have a direct influence on forestry production and agricultural exploitation and land tenure have a negative influence on forestry production in the Puno region in Perú.

Key words: Forestry; Expenditure; Plots; Production; Land tenure

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi encontrar os determinantes da produção florestal na região de Puno, Peru, para a qual foi aplicada a abordagem quantitativa, correlacional e transversal, utilizando dados da Pesquisa Nacional de Domicílios do Instituto Nacional de Estatística e Informática, do ano de 2019; uma amostra de 408 observações foi considerada, com a aplicação do modelo ANCOVA. Foi estabelecido que os determinantes da produção florestal são a exploração agrícola, a exploração pecuária, as parcelas trabalhadas, as despesas de transporte e a posse da terra; além disso, a exploração pecuária, as parcelas trabalhadas, o uso de um sistema de irrigação e as despesas de transporte têm uma influência direta na produção florestal e a exploração agrícola e a posse da terra têm uma influência negativa na produção florestal na região de Puno de Perú.

Palavras-chave: Silvicultura; Gastos; Parcelas; Produção; Posse de terra; Florestação

INTRODUCCIÓN

La industria forestal ha tomado mucha fuerza en los últimos años, en muchos de los países desarrollados, como es el caso de China, esto debido a la demanda nacional e internacional de productos forestales, teniendo en cuenta siempre la conservación de la ecología forestal, conocimiento profundo de la naturaleza, seleccionar las especies forestales más idóneas, un plan de manejo forestal. Esto es muy importante para las empresas y las regiones que son parte de la producción forestal, para así lograr un desarrollo sostenible (1–4). Hay muchos factores que influyen en la producción forestal como los tipos de bosques, la cultura de la población, las estrategias de costos de producción, y la política forestal. Por otro lado, el tema que ha causado mucha controversia en los últimos años ha sido el calentamiento global, en la que la plantación forestal está cumpliendo un rol muy importante, debido a que esta absorbe el dióxido de carbono transformándola en oxígeno limpio (5–8).

Para fortalecer esto, Stoneman (9) planteo un modelo de “Silvicultura ecológica”, que considera que la producción forestal debe tener límites ante la alteración humana del paisaje, por ende, tener una producción forestal sostenible. Además, Wang et al., (10), plantearon que el biocarbón, mejora los sistemas forestales, como la mejora en la salud del suelo, crecimiento de las plantas y el secuestro del carbono mitigando los gases del efecto invernadero. También se puede optimizar la producción forestal y el cuidado del medio ambiente, se encontraron modelos

matemáticos parametrizando variables claves, como la demanda, costos de transporte, precio de la madera y el rendimiento del proceso aserrado, además políticas forestales como la educación al cuidado de los recursos forestales, también modelos del periodo de vida de las plantas forestales y modelos de aspectos sociales, como el impacto socioeconómico de la actividad forestal maderable (2,5,11–13)

Así como las regiones o comunidades obtienen múltiples beneficios de los bosques, como la mejora de la calidad del aire, también se encontraron efectos negativos de parte de la industria forestal, por lo que los sectores gubernamentales y los privados deben tomar medidas para contrarrestar esto; toda vez que, si no se hace algo al respecto, el impacto a largo plazo será crucial teniendo efectos económicos y ambientales. Para lo cual se propone hacer un análisis de la vulnerabilidad forestal y un prototipo de estructura de planificación a escala local y regional, así como la educación de los profesionales forestales y la aplicación de tecnología avanzada, con esto tener una producción forestal sostenible (3,14–18).

En cuanto a las estadísticas a nivel mundial, la superficie boscosa comprende 3000 millones de hectáreas de bosques naturales que en teoría pueden ser utilizados por la industria forestal, entre estas se encuentran los bosques de latifoliadas que constituyen el 60% de esta superficie y se encuentran mayoritariamente en el hemisferio sur, en zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica, África y el sur de Asia; y por el contrario los bosques de coníferas, conforman el 40% restante de los recursos forestales naturales del planeta, las

cuales se encuentran en el hemisferio norte, particularmente en Siberia, Escandinava y América del Norte y las plantaciones artificiales ocupan solamente un área cercana a 170 millones de hectáreas. Con referencia al área de bosque, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2020, resalta los 5

países con más área forestal en todo el mundo en miles de hectáreas, como se observa en la Figura 1, en primer lugar, se tiene a Rusia (814,931 hectáreas), Brasil (493,538 hectáreas), Canadá (347,069 hectáreas), Estados Unidos (310,095 hectáreas) y China (208,321 hectáreas), en cuánto al Perú este ocupa el noveno lugar con (73,973 hectáreas) (19).

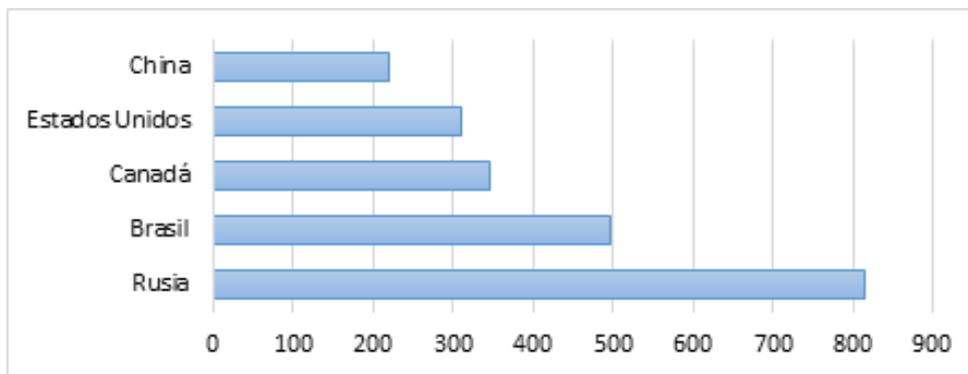


Figura 1. Ranking de los cinco países con más área forestal en todo el mundo en 2020 (en millones de hectáreas).

Fuente: FAO

En cuanto a la producción peruana este no alcanza para el consumo interno, ya que importamos US\$673 millones cada año en madera. La plantación forestal realiza por el programa de Desarrollo agrario rural en Perú del año 2010 fue de 39,105 hectáreas, para el año 2015 disminuyó a 6,095 hectáreas y para el 2019 disminuyó aún más llegando a 1,666 hectáreas (Tabla 1). Con respecto a la producción comunal de plántones fue en el año 2010 se tuvo 71'842,641 plántones, para el año 2015 disminuyó a 10'821,454 plántones y para el año 2019 disminuye notablemente a 4'987,325 plántones. Consecuentemente también se puede observar las cantidades de Hectáreas utilizadas para la reforestación en

el año 2010 fue de 4,0811 hectáreas, para el año 2015 disminuyó a 6,095 hectáreas y un ligero incremento para el año 2019 llegando a 16,326 hectáreas (20–22).

El nuevo centro de producción forestal podría estar en la sierra que cuenta con 370,000 Km² y una superficie forestal de 68,000 Km². En la Tabla 1, también se puede observar la plantación forestal por hectáreas en el departamento de Puno por el Desarrollo agrario rural, en el 2010 llegó a 1,440 hectáreas, disminuyendo para el 2015 a 30 hectáreas y un ligero aumento para el 2019 llegando a 70 hectáreas. Con respecto a la producción comunal de plántones en el año 2010 se tuvo 1'985,968 plántones, para el 2015 una caída

en los en la cantidad de plantones realizadas llegando a 14,000 y para el 2019 se recupera hasta llegar a 90,666 plantones. En cuanto a la superficie reforestada en el año 2010 fue de

1,341 hectáreas, y para el año 2015 disminuyó llegando a 30 hectáreas, y para el año 2019 un pequeño aumento llegando a 82 hectáreas (22).

Tabla 1. Datos estadísticos de la producción forestal regional y nacional.

Año	Plantación forestal (hectáreas)		Producción comunal de plantones (plantones)		Superficie reforestada acumulada (hectáreas)	
	Perú	Puno	Perú	Puno	Perú	Puno
2010	39105	1440	71842641	1985968	40 811	1 341
2011	26043	1083	42370193	1437274	38 563	1 440
2012	24769	1081	42752893	1051606	23 806	1 083
2013	21423	406	22238752	856628	9 795	372
2014	7587	49	14695020	178070	8 990	49
2015	6095	30	10821454	14000	6 095	30
2016	5298	31	9482722	0	7 221	31
2017	1678	10	9916136	11100	5 382	10
2018	4360	41	5560846	164110	4 346	35
2019	1666	70	4987325	90666	16 326	82

Fuente: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Respecto a la producción de madera rolliza como se puede observar en la Figura 2, la madera del Shihuahuaco representa el 19.11%, seguido de la madera del Tornillo con

un 6.45% las maderas más conocidas como el cedro y la caoba representan el 0.52% y el 0.11% respectivamente (23).

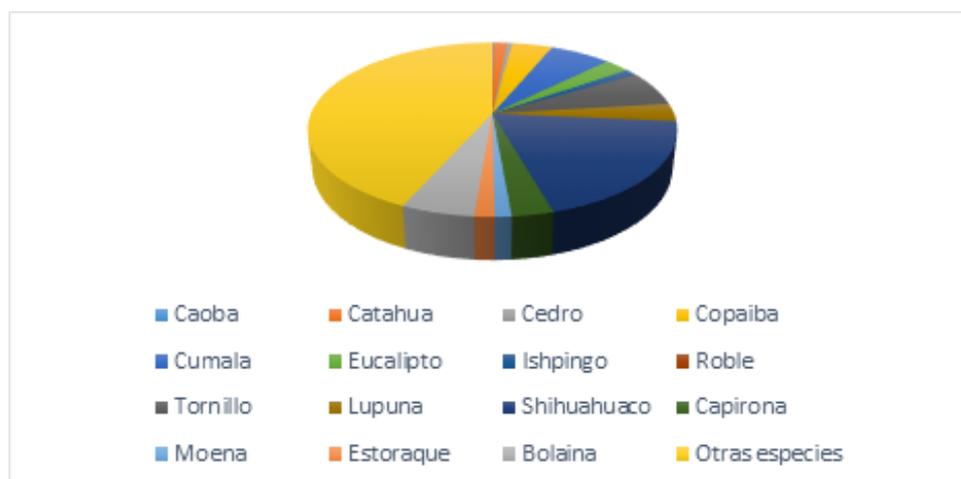


Figura 2. Producción de madera rolliza en el año 2019 (Metros cúbicos). Fuente: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Respecto a la producción de madera aserrada como se muestra en la Figura 2, se evidencia que la madera de Tornillo representa

el 13.53%, seguido de la madera de Cumula con un 9.69% y la madera de Caoba con un 0.08% (20–22).



Figura 3. Producción de madera aserrada en el año 2019, (Metros cúbicos). **Fuente:** Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

En cuanto a la producción de madera rolliza y aserrada en la región de Puno en ambos se ha tenido una tendencia decreciente desde el año 2009 como se observa en la Figura 3. La producción de madera rolliza ha disminuido entre los años 2009 y 2014 en un 59.49%, además para el año 2019 ya no se registraron las producciones de madera rolliza, y respecto a la producción de madera aserrada también

ha disminuido entre los años 2009 y 2014 en un 74.82%, y para el año 2019 ya no se registraron producciones de madera aserrada. De estas producciones las que se producen más en la región de Puno, son la Rupiña, el Eucalipto, la *Polylepis racemosa* (Quinual), la *Polylepis incana* (Queñua), el Kolly, el Lambrán, el Molle, etc (Figura 4) (20–22).



Figura 4. Producción de madera rolliza y aserrada en la región de Puno en el año 2019 (Metros cúbicos). **Fuente:** Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

En contraste con los datos obtenidos se observó una baja producción forestal, que vendría a ser el problema en cuestión para analizar. Por lo cual, la presente investigación buscó responder la pregunta ¿Cuáles son los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno en el año 2019? y ¿Cuáles son las variables que influyen de manera positiva y negativa en la producción forestal en la región de Puno en el año 2019?

Además, el objetivo que buscó la investigación es encontrar los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno en el año 2019 e identificar las variables que influyen de manera positiva y negativa en la producción forestal en la región de Puno en el año 2019.

Revisión empírica de la investigación

La industria forestal en China, en los últimos años ha experimentado un rápido desarrollo debido a la demanda nacional e internacional de productos forestales, por ende Xiong *et al.* (3), realizaron un análisis espacio – temporal, utilizando un modelo de series de tiempo con modelos VAR para los años 2005 - 2015, midiendo las diferencias regionales en la productividad forestal, en la cual encontró seis factores que influyeron en la eficiencia de la producción forestal, de estos el PBI per cápita, la cobertura forestal, el nivel educativo de los empleados forestales y el número de estaciones de tecnología forestal del municipio tienen una relación positiva con la eficiencia de la producción forestal, sin embargo la reforma

de la tenencia forestal colectiva tuvo un efecto negativo que obstaculizó la eficiencia de la producción forestal.

Estados Unidos también, es uno de los países pioneros en la producción forestal, estas son industriales y no industriales, por lo que, Newman y Wear (24), utilizando un modelo de comparación de beneficios de dos productos, una que es madera para aserrar y madera para pasta, las variables analizadas fueron el esfuerzo de regeneración, insumos cuasi fijos, tierra y existencias de formación. Encontraron que el comportamiento consistente de maximización de beneficios para las dos variables de análisis tiene respuestas similares a las variaciones de los precios de los insumos y productos, corto plazo y a largo plazo. Por lo que concluye que los propietarios no industriales parecen darle más valor a la madera en pie y las tierras forestales que los propietarios no industriales.

En España, se hicieron estudios como la de Ortuño (19), sobre el análisis del Balance de la Madera que permitió a la industria forestal española visualizar el flujo de madera a través de diversos sectores y subsectores y la investigación de Alberdi *et al.* (5), sobre la relación entre la madera muerta y la biomasa viva, utilizando un enfoque de modelado rodal, que contienen variables climáticas y fisiográficas, con la información obtenida del Inventario Nacional Forestal de España (38,945 parcelas). Encontraron que la proporción de madera muerta en relación con el stock total de biomasa es mayor en la región biogeográfica mediterránea, además

de encontrarse diferencias significativas en las existencias de biomasa de madera muerta entre bosques con diferentes niveles de protección antropogénica.

También se realizaron investigaciones sobre los efectos de las actividades forestales en los ecosistemas de arroyos en Nueva Zelanda, como la de Harding *et al.* (25), y como resultado encontraron que los cambios sustanciales en la hidrología, ya que la producción forestal absorbe en gran cantidad el agua, por lo que se ven afectados drásticamente las comunidades invertebradas bentónicas. Por su parte, Garces (26) también encontró que la deforestación comercial en Antioquía va ligada fuertemente con la concentración de la propiedad rural y la intensidad de la ganadería, y en menor medida con la inversión pública per cápita, desempeño fiscal del municipio y potencial forestal protector.

Rehman *et al.* (7), realizaron una investigación, cuyo objetivo fue desacoplar la influencia de las emisiones de dióxido de carbono en la producción forestal, producción de cultivos, la producción ganadera, el uso de energía, el crecimiento de la población, la temperatura y las precipitaciones en Pakistán, para ello utilizó datos que van desde 1970 a 2017, utilizando un modelo autorregresivo vectorial (VAR). Los resultados a largo plazo fueron que la producción forestal, las precipitaciones, y la temperatura tienen un efecto constructivo en la emisión de carbono, sin embargo la producción de cultivos, la producción ganadera, el usos

de energía y el crecimiento de la población tienen un efecto negativo sobre la emisión de dióxido de carbono, en cuánto al corto plazo los resultados fueron distintos, ya que la producción forestal, la producción de cultivos, la producción ganadera y la temperatura tienen un efecto positivo sobre la emisión de dióxido de carbono, sin embargo el uso de energía tiene un impacto adverso sobre la emisión de dióxido de carbono.

Por otra parte, Stoneman (9) realizó un análisis que evaluó hasta qué punto las prácticas en el manejo forestal se alinean en la visión de las características y la "silvicultura ecológica", en los bosques del suroeste de Australia. Para ello, evaluó la relación con las decisiones a nivel de la estructura rodal, los niveles de cosecha, y la estructura de edad. Se encontró que la ordenación forestal se alinea con la silvicultura bajo el modelo de "silvicultura ecológica".

En cuanto a la cordillera situada en los andes del continente asiático, Thakur *et al.* (18), realizaron una investigación sobre la vulnerabilidad inherente de los bosques del Himalaya, para lo cual utilizó un modelo de Proceso de Jerarquía Analítica, que se utiliza para ponderar la vulnerabilidad. Los resultados que encontraron fueron que en general los bosques templados y mixtos muestran una mayor vulnerabilidad forestal en la región, sin embargo, los bosques de pino tropical, latifoliados y subalpinos se encuentran bajo redes forestales menos vulnerables.

Por su parte Gasperini *et al.* (27), realizaron una investigación sobre los efectos de borde

en el banco de semillas para la producción forestal de los bosques caducifolios en Europa. Entre los más importantes se encontraron que en Bélgica el banco de semillas tuvo más homogéneo en el borde y el interior del bosque, mientras que en Italia estas diferencias ecológicas y de composición fueron mayores en el borde del bosque.

Por Centro América se tiene a Tavárez y Elbakidze (17), que plantearon como objetivo por objetivo estimar la disponibilidad a pagar por la preservación de los bosques urbanos y los servicios ecosistémicos asociados en Puerto Rico, utilizando el método de valoración contingente, los resultados que encontraron fueron que los hogares de la región están dispuestos a pagar \$ 117,98 al año para preservar los bosques urbanos y \$ 80,97 al año para preservar los servicios ecosistémicos. También se tiene a Morrison *et al.* (6), que tuvieron por objetivo determinar los factores ambientales y espaciales que influyen en el stock de biomasa aérea en los bosques de tropicales de Costa Rica, utilizando un modelo línea mixto, para los años 2000 – 2015. Como resultado encontraron que los niveles de potasio en el suelo tienen una relación positiva con el stock de biomasa aérea, además de que no hubo un efecto significativo del clima, posiblemente debido a que existen cortos gradientes de temperatura y precipitación.

La investigación realizada por Reyes *et al.* (28), donde el objetivo fue analizar la influencia de la etnia y la religión en el uso de los bosques nativos en el sur de Chile, utilizando datos de una encuesta que realizaron a 275 propietarios

de bosques, encontraron una influencia indirecta sobre la forma en la que moldean sus actitudes hacia el tiempo y el riesgo, es decir ellos saben cuándo extraer la madera y en qué momento hacer las plantaciones, sin embargo no encontraron una relación directa entre grupos étnicos y religiosos y el uso de los bosques. Así mismo Troncoso y Garrido (11), realizaron una investigación en la industria forestal de Chile, en la cual encontraron que las variables como los costos de transporte y precios de madera son de suma importancia en el modelo matemático para maximizar la producción forestal.

En cuanto a las investigaciones en el ámbito nacional, se tiene a Muñoz y Vega (29), que realizaron una investigación, sobre la evaluación de la diversidad forestal y conocer la especie más representativa en la región San Martín, utilizando la herramienta de gestión “Zonificación Ecológica y Económica”, además de la información geográfica, determinaron que el suelo franco arenoso es mayor proporción donde se produce de manera eficiente la producción forestal, así también se identificó que la especie más representativa es la Rupiña.

Por su parte, Navarro (30), hizo una investigación con el objetivo de determinar si la producción de información geográfica impacta de manera significativa en la gestión forestal de la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre del Gobierno Regional Madre de Dios, utilizando una metodología cuantitativa y correlacional. Se encontró que existe una influencia de la variable producción

de la información geográfica en la gestión forestal según los trabajadores encuestados, por lo que hay la necesidad de implementar estos lineamientos de gestión que darán acceso a la información geográfica.

Con un enfoque más económico, Morocho (31), realizó una investigación, cuyo objetivo fue determinar la presencia de economías de escala en los agentes del sector forestal en los Departamentos de Ucayali, Loreto y Madre de Dios, utilizando las funciones de costo total Cobb – Douglas y la función de costo total de Translog. Determinó que los agentes que presentan economías de escala son las que concentran en mayor proporción grandes volúmenes de madera, sin embargo, las que presentan diseconomías a escala son los que proveen a los intermediarios y estos proveen a los grandes compradores.

En las investigaciones locales en la región de Puno se tiene a Choque (32), que hizo una investigación sobre el análisis de los diversos modelos de planeación estratégica que puedan ser factibles para la Empresa Industrial Maderera y Mueblería Maldonado E.I.R.L. utilizando una metodología de desarrollo sistémico de planeamiento estratégico, encontrando que el modelo más adaptable es la de Fred Davis planteado desde la administración estratégica y se diferencia por ser claro y práctico.

Otro estudio de Franco (33), que estudió sobre la potencialidad de tierras y la relación de factores ambientales en la región de Puno, utilizando modelos matemáticos, cartográficos y geoestadísticos; pudo demostrar que las

tierras con un potencial adecuado ascienden alrededor de 2,470 ha de las cuales el 6,96% son potenciales para la producción forestal y los factores ambientales que se relacionan con la producción agrícola forestal son las temperaturas de 7 y 9°C, con precipitaciones de 879.64 a 847.33 mm/año.

Complementando a ello, Maquera (23) realizó una clasificación de la producción de biomasa aérea forestal en mayor cantidad de volumen de producción en el bosque de CIP - Camacani, utilizando un método de combustión húmeda (Walkley and Black); pudo determinar que la mayor producción de biomasa aérea la tuvo el Eucalipto con 2,411.82 TM, seguido del Pino con 869.90 TM y del Ciprés con un 473.22 TM.

Por último, Peralta (34) realizó una investigación en el distrito de Chucuito, cuyo objetivo fue determinar la dosis óptima de lodo residual en la producción de Pinos radiata y determinar la rentabilidad, el diseño fue experimental y pudo determinar que la dosis óptima a aplicar fue de lodo 100% más tierra arable 0%, con una rentabilidad de 104.33% y la relación beneficio/costo de 2.04

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo (35), debido a que utiliza datos secundarios y las estimaciones estadísticas permitieron probar las hipótesis planteadas, es correlacional debido a que se empleó un modelo econométrico de regresión lineal que buscó la relación existente entre las

variable dependiente (producción forestal) y las variables independientes (Explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, sistema de riego, precio de venta, gasto en transporte y tenencia de tierra).

La presente investigación empleó datos de corte transversal, obtenidos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH0), del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el año 2019, para las estimaciones y encontrar los objetivos planteados, por ende, se utilizó stata 16, para la regresión y el análisis descriptivo correspondiente.

El área de estudio de esta investigación, está ubicada en la sierra sur-este del Perú, más específicamente en el departamento de Puno, en la meseta del Collao entre los 3812 y 5500 msnm. Incluye las 15 provincias y 105 distritos en las cuales se realizan la producción forestal.

La muestra que hizo la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH0), tanto en el área urbana y rural consideró a la población objetivo al conjunto de viviendas y sus ocupantes,

excluyéndose a los miembros de las fuerzas armadas (INEI, 2019). Por lo cual, de acuerdo a la base datos de 2019, se consideró un total de 191 observaciones.

El modelo econométrico utilizado fue el modelo ANCOVA, Según Cayuela (36) este modelo considera que la variable dependiente es cuantitativa y las variables independientes son tanto cuantitativas y cualitativas.

Producción forestal_t

$$\begin{aligned}
 &= \beta_0 + \beta_1 \text{Explotación agrícola} + \beta_2 \text{Explotación pecuaria} \\
 &+ \beta_3 \text{Parcelas trabajadas} + \beta_4 \text{Sistema de riego} \\
 &+ \beta_5 \text{Precio de venta} + \beta_6 \text{Gasto en transporte} \\
 &+ \beta_7 \text{Tenencia de tierra} + e_t
 \end{aligned}$$

Estas variables se obtuvieron de los módulos de la Actividad Agropecuaria (Módulo PGTA 2000, 2000A, 2100), Subproductos Agrícolas (Módulo PGTA 2200), Producción Forestal (Módulo PGTA 2300) y Gastos en Actividades Agrícolas y/o Forestales (Módulo PGTA 2400) (Tabla 2).

Tabla 2. Operacionalización de las variables en análisis.

Nombre de la Variable	Indicador	Indicador
Producción forestal	Valor de la Producción Forestal	Soles
Explotación agrícola	Área de explotación agrícola	M2
Explotación pecuaria	Área de explotación pecuaria	M2
Parcelas trabajadas	Número de parcelas trabajadas	Unidad
Sistema de riego	Tipo de riego	1: Por gravedad 0: Otros
Precio de venta	Precio unitario a la cual vende la producción forestal	Soles
Gasto en transporte	Cantidad de gasto destinado a producción forestal	Soles
Tenencia de tierra	Tipo de tenencia de tierra	1: Con tenencia propia 0: Otro tipo de tenencia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del comportamiento de la producción forestal y sus determinantes

La producción forestal como variable dependiente en la región de Puno tuvo un comportamiento variante en los últimos años, esto debido a la introducción de especies exóticas al medio natural, donde muchas de las familias tienen plantaciones como el Eucalipto en su mayor proporción, seguido por Pino y Ciprés respectivamente; en el caso de las

especies nativas se considera al Kolly, Queñua, Thola, entre otras especies de arbustos como el Ceticio que son parte del medio ambiente natural. La producción forestal se realiza mayormente con fines de uso de combustible y por ende su propósito es de uso doméstico y comercial, donde de acuerdo a la Tabla 3, en promedio el valor de producción forestal asciende a S/. 256.81 soles por unidad de especie, un mínimo de S/. 15 soles, un máximo de S/. 1200 soles y una desviación estándar de S/. 317.45 soles.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de las variables.

Estadístico	Producción forestal	Explotación agrícola	Explotación pecuaria	Parcelas trabajadas	Gasto en transporte	Sistema de riego	Tenencia de tierra
Promedio	256.8115	1.198152	0.259152	10.19895	107.9267	0.041885	0.937173
Mediana	130.0000	0.472000	0.000000	6.000000	0.000000	0.000000	1.000000
Valor máximo	1200.000	4.260000	3.000000	30.00000	600.0000	1.000000	1.000000
Valor mínimo	15.00000	0.011000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Desviación estándar	317.4569	1.526601	0.804207	9.177902	211.3147	0.200852	0.243290
Kurtosis	6.327285	2.826565	10.71565	3.381501	4.405462	21.91872	13.98371
Jarque-Bera	221.1473	50.52586	781.2630	58.33988	116.5227	3514.342	1373.422
Probabilidad	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

En el caso de la explotación agrícola, en promedio en la región de Puno se practica la cantidad de 1.19 m² por habitante en el desarrollo de las actividades agrícolas para la producción de productos de pan llevar, alcanzando un máximo área de explotación de 4.26 m² y un mínimo de 0.01 m², con una desviación estándar de 1.52 m²/habitante. Complementariamente también se destina otras áreas de las familias a la práctica de la explotación pecuaria, esto para producir

productos forrajeros y para la crianza de ganado, utilizando en promedio para la misma la cantidad de 0.25 m² y un máximo de 3 m²/ganado, con una desviación estándar de 0.80 m² (Tabla 3).

Es importante estudiar el comportamiento de las parcelas trabajadas en el desarrollo de la producción agrícola, pecuaria y forestal, donde en este caso en promedio se tiene trabajado 10.19 parcelas, con un máximo de 30 parcelas que lo desarrollan las familias con

mayor tenencia y una desviación estándar de 9.17 parcelas. Además, toda esta práctica va relacionado con los gastos en las que incurren y la más resaltante son los gastos en transporte de los insumos, y productos utilizados y obtenido en el proceso de producción agraria, es por eso que en promedio realizan gastos en transporte la cantidad de S/. 107.92 soles por campaña de producción, se realiza un gasto máximo de S/. 600 soles, con una desviación estándar de S/. 211.31 soles (Tabla 3).

Para garantizar la práctica de la actividad agrícola, pecuaria y forestal es importante contar con el recurso hídrico, por lo que eso uso eficiente del agua permite mostrar resultados sostenibles en estas actividades, por lo que al analizar sobre el tipo de uso del sistema de riego, en este caso en promedio esta asciende a 0.04, es decir que la mayor parte de las familias de la zona rural de la región de Puno realizan estas actividades a seco, donde depende de las temporadas de lluvia para emprender la producción. En el caso de la tenencia de sus tierras, en promedio asciende a 0.93, lo que explica que una gran parte de los usuarios cuentan con título de propiedad de sus predios, es decir son dueños de sus propiedades (Tabla 3).

Análisis de la relación de la producción forestal y sus determinantes

Analizando la relación entre la producción forestal con la explotación agrícola, se puede ver claramente la existencia de una relación directa o positiva; donde ante un incremento o disminución de la explotación agrícola,

la producción forestal también tiende a incrementar o disminuir (Figura 5), la misma que es complementado por la actriz de correlación de estas variables (Tabla 4), donde el ρ de Pearson es igual a 0.244, concluyendo se tienen una correlación positiva baja.

En el caso de la relación entre la producción forestal con la explotación pecuaria es igual que en el caso anterior, donde también existe de una relación directa o positiva; porque ante un incremento o disminución de la explotación pecuaria, la producción forestal también tiende a incrementar o disminuir (Figura 5), y esta es complementado por la actriz de correlación de estas variables (Tabla 4), donde el ρ de Pearson es igual a 0.860, concluyendo se tienen una correlación positiva alta.

Al analizar la relación entre la producción forestal con las parcelas trabajadas y el sistema de riego que utilizan en la región de Puno, se puede verificar que en ambos casos existe de una relación negativa o inversa; donde ante un incremento del uso de las parcelas trabajadas y el tipo de sistema de riego, entonces la producción forestal disminuirá (Figura 5), la misma que es complementado por la actriz de correlación de estas variables (Tabla 4), donde el ρ de Pearson es igual a -0.313 y -0.044, concluyendo se tienen una correlación negativa baja.

Respecto a la relación entre la producción forestal con el gasto en transporte es positiva o directa; toda vez que, ante un incremento o disminución del gasto en transporte, la producción forestal también tiende a incrementar o disminuir (Figura 5), y esta es

corroborado por la actriz de correlación de estas variables (Tabla 4), donde el ρ de Pearson

es igual a 0.561, concluyendo se tienen una correlación positiva alta.

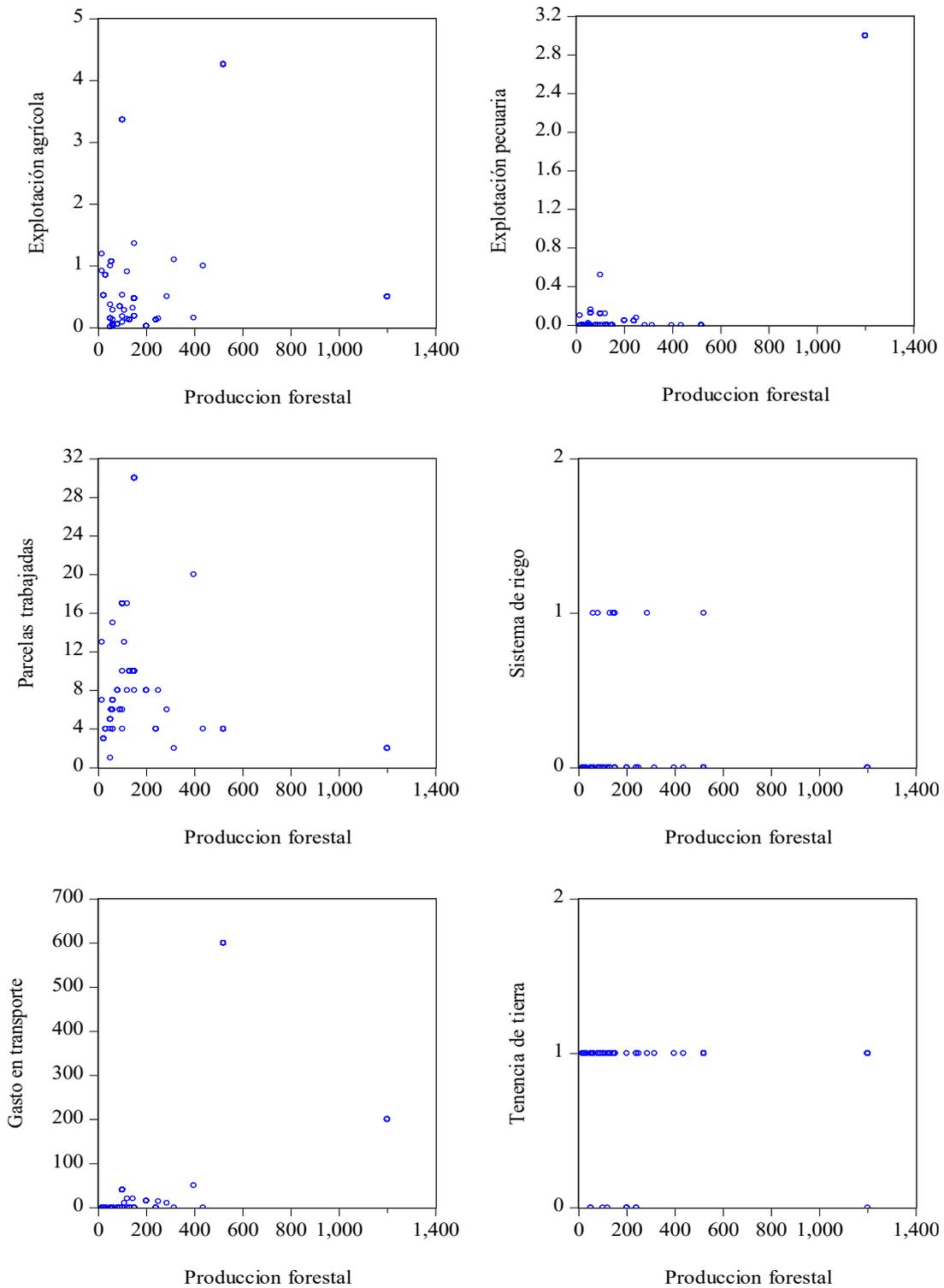


Figura 5. Comportamiento de las variables determinante de la producción.

Finalmente, relación entre la producción forestal con la tenencia de tierra es positiva o directo; toda vez que, ante un incremento o disminución de la tenencia de tierra, la producción forestal también tiende a

incrementar o disminuir (Figura 5), y esta es corroborado por la actriz de correlación de estas variables (Tabla 4), donde el p de Pearson es igual a 0.005, concluyendo se tienen una correlación positiva baja.

Tabla 4. Matriz de correlación entre la producción forestal y sus determinantes.

Estadístico	Producción forestal	Explotación agrícola	Explotación pecuaria	Parcelas trabajadas	Sistema de riego	Gasto en transporte	Tenencia de tierra
Producción forestal	1	0.244977	0.860857	-0.31383	-0.044202	0.561172	0.00557
Explotación agrícola	0.244977	1	-0.130016	-0.135071	-0.06693	0.822794	0.136406
Explotación pecuaria	0.860857	-0.130016	1	-0.259799	-0.067553	0.115759	-0.010039
Parcelas trabajadas	-0.31383	-0.135071	-0.259799	1	-0.055937	-0.337265	0.090483
Sistema de riego	-0.044202	-0.06693	-0.067553	-0.055937	1	-0.028944	0.054136
Gasto en transporte	0.561172	0.822794	0.115759	-0.337265	-0.028944	1	0.10034
Tenencia de tierra	0.00557	0.136406	-0.010039	0.090483	0.054136	0.10034	1

Análisis de factores determinantes de la producción forestal

Para encontrar los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno en el año 2019, se buscó contrastar la hipótesis de la investigación que fue la siguiente:

Ha: Los factores determinantes de la producción forestal en la región de Puno

en el año 2019 son la explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, sistema de riego, gasto en transporte y tenencia de tierra.

Por lo cual se aplicó la regresión econométrica considerando el modelo ANCOVA, cuyos resultados obtenidos son las siguientes:

Tabla 5. Matriz de correlación entre la producción forestal y sus determinantes.

Variable	Coficiente	Error estándar	T-Estadístico	Probabilidad
Constante	125.2402	17.08862	7.328866	0.0000
Explotación agrícola	-30.49073	5.347495	-5.701872	0.0000
Explotación pecuaria	313.2948	5.759294	54.39813	0.0000
Parcelas trabajadas	3.040938	0.507696	5.989689	0.0000
Sistema de riego	38.97720	20.91196	1.863871	0.0639
Gasto en transporte	0.937666	0.039827	23.54336	0.0000
Tenencia de tierra	-50.07959	17.35899	-2.884936	0.0044
R-cuadrado	0.968675	Criterio de Akaike info		10.96328
R-cuadrado ajustado	0.967653	Criterio Schwarz		11.08247
F-estadístico	948.3093	Prob (F-estadístico)		0.000000

Al realizar el análisis estadístico para la prueba de hipótesis, se evidencia que el R-cuadrado ajustado es igual a 0.9676, lo que muestra que la explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, sistema de riego, gasto en transporte y tenencia de tierra explican en 96.76%, mostrando ser un modelo eficiente. En el caso de la prueba de significancia individual, se puede ver que el t-estadístico obtenido de la explotación agrícola (-5.70), explotación pecuaria (54.39), parcelas trabajadas (5.98), gasto en transporte (23.54) y tenencia de tierra (-2.88) son mayores a 2; es decir que la probabilidad del nivel de significancia 0.00 es menor a 0.05; concluyendo que, si tienen significancia individual, es decir si influyen de manera individual en la producción forestal en la región de Puno. Por el contrario, el uso del sistema de riego tiene un t-estadístico de 1.86 y es menor a 2, lo que muestra que tiene una probabilidad de 0.06 y es mayor a 0.05, determinando que esta variable no influye en la producción forestal en la región de Puno al 95% de confianza, pero si al 0.1 de nivel de significancia (Tabla 5).

Por lo tanto, considerando el análisis de los estadísticos antes mencionados, se concluye rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna, estableciendo que en la región de Puno para el año 2019, los factores determinantes de la producción forestal son la explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, gasto en transporte y tenencia de tierra.

Por lo cual, identificando los coeficientes de las variables independientes, se puede ver

claramente que la explotación pecuaria, las parcelas trabajadas, el uso de un sistema de riego y la realización del gasto en transporte tienen signo positivo, por lo cual influyen de manera directa sobre la producción forestal. Además, los coeficientes de la explotación agrícola y la tenencia de tierra tienen signo negativo, por lo que se determina que estas influyen de manera negativa en la producción forestal en la región de Puno.

En este entender, analizando los coeficientes se puede establecer que a un incremento de la explotación agrícola en 1 m², entonces el valor de la producción forestal disminuirá en S/. 30.49 soles; si incrementa la explotación pecuaria en 1 m², entonces el valor de la producción forestal incrementará en S/. 313.29 soles; si aumenta la cantidad de parcelas trabajadas en una unidad, entonces el valor de la producción forestal aumentará en S/. 3.04 soles; a un cambio del tipo de sistema de riego tradicional o a seco por una con mejor tecnología, entonces el valor de la producción forestal aumentará en S/. 38.97 soles; si aumenta el gasto en transporte de los productos forestales en S/. 1.00 sol, entonces el valor de la producción forestal incrementará en S/. 0.93 soles y a un incremento de la tenencia de tierra de propia a otras, entonces el valor de la producción forestal disminuirá en 50.07 soles.

Discusión

En el aspecto de la discusión, uno de los determinantes de la producción forestal es el área de explotación agrícola, y es significativa

al 5%, esto es muy importante ya que, la producción forestal depende de que cantidad de terreno le se le asigne a esta labor, esto es corroborado por las investigaciones de Franco (33); Balboa (37); Muñoz y Vega (29); Peralta (34); Xiong *et al.* (3); Tavárez y Elbakidze (17), para estos autores la cobertura del área de producción forestal aparte de ser un determinante de la producción forestal, es una de las variables que garantiza la eficiencia en la maximización de las ganancias en la producción forestal.

La cantidad de parcela trabajadas, también es uno de los determinantes de la producción forestal, ya que en la región de Puno estas parcelas se subdividen para el desarrollo de la agricultura, la ganadería y para la producción forestal, lo que es corroborado por los estudios realizados por Ortuño (19) y Alberdi *et al.* (5), donde se asignan a la producción forestal una cantidad de 38,945 parcelas en promedio.

Respecto a la variable precio de venta, en nuestro análisis no es significativo, debido a que en la práctica no influye mucho, toda vez que la producción forestal es una inversión a largo plazo, por lo que variaciones en el precio de la madera a corto plazo no afecta la producción de madera de largo plazo; por lo que no es concordante con lo determinado por Troncoso y Garrido (11) y Reyes *et al.* (28), donde esta variable es significativo ya que en el modelo matemático que utilizaron para maximizar la producción forestal es una variable primordial, debido a que para una empresa que vende madera el precio es fundamental.

De la misma forma la tenencia de tierra que en nuestra investigación tiñe una mayor representación por ser propia, es significativa pero de manera negativa, toda vez que la región de Puno es una zona ganadera y agrícola, donde en esta zona se le da más preferencia al desarrollo de estas actividades y para la producción forestal queda poco espacio para su implementación y solo algunos productores de la zona rural y empresarios industriales en este rubro alquilan, o compran las plantaciones para luego invertir en la producción forestal, lo que es concordante con lo determinado por Garces (26).

Finalmente, existen otros factores que influyen en la producción forestal, tales como los factores climáticos, la forma cultural de las personas, las organizaciones y las autoridades locales, que en nuestra investigación no fueron relevantes y no se consideraron y es también concordante con las investigaciones realizados por Stoneman (9); Ortuño (19); Morrison *et al.* (6); Rehman *et al.* (7); Tavárez y Elbakidze (17).

CONCLUSIONES

Se concluye determinando que en la región de Puno para el año 2019, los factores determinantes de la producción forestal son la explotación agrícola, explotación pecuaria, parcelas trabajadas, gasto en transporte y tenencia de tierra; toda vez que dichas variables explican en un 96.76% a la producción forestal.

Además, la explotación pecuaria, las parcelas trabajadas, el uso de un sistema de riego y la realización del gasto en transporte

influyen de manera directa sobre la producción forestal y la explotación agrícola y la tenencia de tierra influyen de manera negativa en la producción forestal en la región de Puno en Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Snook L, Boscolo M, Quevedo L. Adopción de prácticas de manejo forestal sostenible por empresas madereras en la Amazonia de Brasil, Bolivia y Perú [Internet]. 2007. Available from: https://45.32.134.17/bitstream/handle/11554/7348/RRNA_49-50_Completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=99
2. Ledesma V. Saberes e interculturalidad en interaprendizajes sobre recursos forestales en Zongolica, Veracruz. *Rev Interam Educ Adultos* [Internet]. 2018;40(01):130–49. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/4575/457556162007/457556162007.pdf>
3. Xiong L, Wang F, Cheng B, Yu C. Identifying factors influencing the forestry production efficiency in Northwest China. *Resour Conserv Recycl*. 2018;130(August 2017):12–9.
4. López Boñon CL, Suárez Merino J. Disponibilidad a pagar por reforestación y conservación de bosques en el Distrito de Oxapampa: una aplicación del método contingente doble límite [Internet]. Universidad Nacional del Callao. Universidad Nacional del Callao; 2014 [cited 2021 Apr 7]. Available from: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/472>
5. Alberdi I, Moreno-Fernández D, Cañellas I, Adame P, Hernández L. Deadwood stocks in south-western European forests: Ecological patterns and large scale assessments. *Sci Total Environ*. 2020;747:141237.
6. Morrison Vila L, Ménager M, Finegan B, Delgado D, Casanoves F, Aguilar Salas LÁ, et al. Above-ground biomass storage potential in primary rain forests managed for timber production in Costa Rica. *For Ecol Manage*. 2021;497:8–10.
7. Rehman A, Ma H, Ahmad M, Irfan M, Traore O, Chandio AA. Towards environmental Sustainability: Devolving the influence of carbon dioxide emission to population growth, climate change, Forestry, livestock and crops production in Pakistan. *Ecol Indic*. 2021;125:107460.
8. Galindo LM, Alatorre Bremont JE, Reyes Martínez O. Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *Trimest Econ* [Internet]. 2015 [cited 2022 Jan 26];82(327):489–519. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-718X2015000300489&script=sci_arttext
9. Stoneman GL. “Ecological forestry” and eucalypt forests managed for wood production in south-western Australia. *Biol Conserv*. 2007;137(4):558–66.
10. Wang D, Jiang P, Zhang H, & Yuan W. Biochar production and applications in agro and forestry systems: A review. *Science of the Total Environment*, 2020;723:137775.
11. Troncoso JJ, Garrido RA. Forestry production and logistics planning: An analysis using mixed-integer programming. *For Policy Econ*. 2005;7(4):625–33.
12. Tapia P, Cepeda M. Sistema de apoyo a la toma de decisiones de establecimiento de plantaciones forestales. *Bosque (Valdivia)*. 2005;26(3):19–31.
13. Cruz J, Romero S, Guzman R. Desarrollo de una alternativa ecológica para la fabricación de estructuras auxiliares de madera. *Soc y Ambient* [Internet]. 2015;1(8):98–107. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4557/455744913005.pdf>
14. Azqueta Oyarzun D. Valoración económica de la calidad ambiental. Vol. 12. 2013. 91–97 p.

- 15.** Ruelas Monjardín LC, Dávalos Sotelo R. La industria forestal del Estado de Chihuahua. *Madera y Bosques*. 2016;5(2):79–91
- 16.** Mamani JCQ, Guizada CER, Mamani GFR, Mamani FAR, Claros AR, Gallardo NJU. Economic Valuation Of Natural Heritage: An Analysis For The Titicaca National Reserve Puno Sector. *J Manag Inf Decis Sci* [Internet]. 2021 [cited 2022 Apr 9];24(1):1–33. Available from: <https://www.abacademies.org/articles/economic-valuation-of-natural-heritage-an-analysis-for-the-titicaca-national-reserve--puno-sector.pdf>
- 17.** Tavárez H, Elbakidze L. Urban forests valuation and environmental disposition: The case of Puerto Rico. *For Policy Econ*. 2021;131:102572
- 18.** Thakur S, Dhyani R, Negi VS, Patley MK, Rawal RS, Bhatt ID, et al. Spatial forest vulnerability profile of major forest types in Indian Western Himalaya. *For Ecol Manage*. 2021;497:119527
- 19.** Ortuño Perez SF. Estructura económica del sector forestal en España. *Quebracho - Rev Ciencias For* [Internet]. 2012;20(1–2):49–59. Available from: <http://www.scielo.org.ar/pdf/quebra/v20n2/v20n2a01.pdf>
- 20.** García LR, Curetti G, Garegnani G, Grilli G, Pastorella F, Paletto A. La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: Un caso de estudio en Los Alpes Italianos. *Bosque*. 2016;37(1):41–52
- 21.** Kathula DN. Avocado Varieties and Export Markets for Sustainable Agriculture and Afforestation in Kenya. *J Agric* [Internet]. 2021 Apr 27 [cited 2021 Sep 8];5(1):1–26. Available from: <http://stratfordjournals.org/journals/index.php/journal-of-agriculture/article/view/739>
- 22.** Muñoz-Pizza DM, Villada-Canela M, Rivera-Castañeda P, Reyna-Carranza MA, Osornio-Vargas A, Martínez-Cruz AL. Stated benefits from air quality improvement through urban afforestation in an arid city – A contingent valuation in Mexicali, Baja California, Mexico. *Urban For Urban Green*. 2020 Nov 1;55
- 23.** Maquera D. Determinación del contenido de carbono por especie forestal en el bosque del CIP Camacani - UNA- Puno por titulación [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano. 2017. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6183>
- 24.** Newman DH, Wear DN. Production Economics of Private Forestry: A Comparison of Industrial and Nonindustrial Forest Owners. *Am J Agric Econ*. 1993;75(3):674–84
- 25.** Harding JS, Quinn JM, Hickey CW. Effects of mining and production forestry. *New Zeal stream Invertebr Ecol Implic Manag* [Internet]. 2000;(McLauchlan 1984):230–59. Available from: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/67964712/Harding_20et_20al_202000_20Effects_20of_20mining....-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1656466332&Signature=LvAGUPkdF8Kr1-jZOkvG2L7wQ4wllht2KqH4JlVDDWBd7Qaf9NaAwmBbCsR95v-aNMBf2aXsR-njYA1Wh1O3iOxv-QttwShEEBgn-E
- 26.** Garces Marin R. Determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia. 1934;
- 27.** Gasperini C, Carrari E, Govaert S, Meeussen C, Pauw K De, Plue J, et al. Edge effects on the realised soil seed bank along microclimatic gradients in temperate European forests. *Sci Total Environ*. 2021;798:8–10
- 28.** Reyes R, Nelson H, Zerriffi H. How do decision makers' ethnicity and religion influence the use of forests? Evidence from Chile. *For Policy Econ*. 2021;128:8–10
- 29.** Muñoz Díaz G, Vega Díaz N. Evaluación de la diversidad forestal en el centro de producción e investigación Pablo Yacu [Internet]. 2016. Available from: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/184>

- 30.** Navarro JC. Producción de información geográfica y gestión forestal de la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Madre de Dios - 2018 [Internet]. 2018. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37150>
- 31.** Morocho J. Economías de escala en el sector forestal de la Amazonía peruana [Internet]. 2016. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2705>
- 32.** Choque Sanchez T. Propuesta de plan estratégico y toma de decisiones para la empresa industria maderera y mueblería Maldonado EIRL Ayaviri-Puno, periodo 2015-2018 [Internet]. 2013. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8876>
- 33.** Franco Á. Modelamiento de uso de la tierra en unidades de gestión ambiental en la microcuenca del Río Ticaraya, Puno [Internet]. Tesis. 2013. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7921>
- 34.** Peralta E. Efecto del lodo residual incorporado como sustrato en repique de Pinus radiata D. A nivel de vivero forestal Potojani Puno [Internet]. 2017. Available from: <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/7510>
- 35.** Mendoza Bellido W. Cómo investigan los economistas? Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación [Internet]. 2014. Available from: <https://files.pucp.education/departamento/economia/lde-2014-05.pdf>
- 36.** Cayuela L. Modelos lineales: Regresión, ANOVA y ANCOVA [Internet]. Eco Lab, Centro Andaluz de Medio Ambiente, Universidad de Granada. 2010. Available from: [https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/asig202218/informacion_academica/2-Modelos lineales.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/asig202218/informacion_academica/2-Modelos%20lineales.pdf)
- 37.** Balboa Navarro I. Tierras y azúcar. Las transformaciones agrarias y el ascenso de la plantación en Cuba. *Investig Hist Econ.* 2015 Feb 1;11(1):43-51



Fertilización a base de residuo de mercado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Una alternativa sostenible

Fertilization based on market waste for a higher yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). A sustainable alternative

Aduação com base em resíduos de mercado para maiores rendimentos de alface (*Lactuca sativa* L.).
Uma alternativa sustentável

Dante Daniel Cruz Nieto¹

dcruz@unjfsc.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-0052-5619>

Javier Enrique Sotelo Montes²

ensotelo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5515-1525>

Jaime Braulio Cahuana Flores²

jcahuanaf@unasam.com
<https://orcid.org/0000-0001-7328-6036>

Edwin Guillermo Gálvez Torres¹

egalvez@unjfsc.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-4293-3338>

Andrea Luisa Pari Soto²

aparis@unasam.com
<https://orcid.org/0000-0001-8854-9468>

Andrea Rosario Pari Soto²

arparisoto@unasam.com
<https://orcid.org/0000-0002-9160-5616>

¹Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

²Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú

Artículo recibido el 11 de julio 2022 / Arbitrado el 28 de julio 2022 / Publicado el 2 de agosto 2022

RESUMEN

El alza y escasas de fertilizantes han reducido la producción de cultivos y esto ha repercutido en los precios de los alimentos. Objetivo fue determinar la dosis adecuada de compost a base residuos de mercado para mayor rendimiento de lechuga. Método se basa en investigación aplicada; por lo que se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos, estos fueron: T1 = 0, T2 = 45 g, T3 = 60 g, T4 = 75 g y T5 = 90 g/planta y se aplicaron 7 días después del trasplante. Se evaluó características físicas de la planta y disposición de nitrógeno con relación a las dosis. Obtenidos los datos se procesaron mediante análisis de varianza y Duncan. Se determinó que T4 destacó en longitud de planta con 25.86 cm, pero T5 en peso de lechuga con 128.23 g, rendimiento con 12.25 tn/ha, diámetro ecuatorial con 21.12 cm y disposición de nitrógeno con 200.4 kg/ha. Concluye que la mayor dosis que es T5 obtuvo mayor rendimiento que se diferenció a 40.81 % respecto al testigo, esto se debe que se adicione nitrógeno y otros nutrientes, lo cual hubo mayor disponibilidad que optimizó las reacciones bioquímicas y esto influyó en rendimiento.

Palabras clave: Compost; Dosis; Residuos de mercados; Rendimiento; Nitrógeno; sostenibilidad

ABSTRACT

The increase and shortage of fertilizers have reduced crop production and this has had an impact on food prices. The objective was to determine the adequate dose of compost based on market residues to increase lettuce yields. The method is based on applied research; therefore, a Completely Randomized Block Design was used, consisting of 3 blocks and 5 treatments: T1 = 0, T2 = 45 g, T3 = 60 g, T4 = 75 g and T5 = 90 g/plant, applied 7 days after transplanting. Plant physical characteristics and nitrogen availability were evaluated in relation to the doses. Data were obtained and processed by analysis of variance and Duncan. It was determined that T4 stood out in plant length with 25.86 cm, but T5 in lettuce weight with 128.23 g, yield with 12.25 tn/ha, equatorial diameter with 21.12 cm and nitrogen availability with 200.4 kg/ha. It is concluded that the highest dose, T5, obtained a higher yield, which differed by 40.81 % with respect to the control, this is due to the addition of nitrogen and other nutrients, which had a greater availability that optimized the biochemical reactions and this influenced yield.

Key words: Compost; dosage; market residues; yield; nitrogen; sustainability

RESUMO

O aumento e a escassez de fertilizantes reduziram a produção agrícola e isto teve um impacto nos preços dos alimentos. O objetivo era determinar a dose apropriada de composto à base de resíduos do mercado para maiores rendimentos de alface. O método é baseado em pesquisa aplicada; portanto, foi utilizado um Projeto de Bloco Completamente Aleatório, consistindo de 3 blocos e 5 tratamentos: T1 = 0, T2 = 45 g, T3 = 60 g, T4 = 75 g e T5 = 90 g/planta, aplicados 7 dias após o transplante. As características físicas da planta e a disponibilidade de nitrogênio foram avaliadas em relação às doses. Os dados foram obtidos e processados por análise de variância e Duncan. Foi determinado que o T4 se destacava em comprimento de planta com 25,86 cm, mas o T5 em peso de alface com 128,23 g, rendimento com 12,25 tn/ha, diâmetro equatorial com 21,12 cm e disponibilidade de nitrogênio com 200,4 kg/ha. Conclui-se que a maior dose que é T5 obteve um rendimento mais alto que diferiu para 40,81% em relação ao controle, isto se deve à adição de nitrogênio e outros nutrientes, que tiveram maior disponibilidade que otimizou as reações bioquímicas e isto influenciou o rendimento.

Palavras-chave: Composto; Dosagem; Resíduos de mercado; Rendimento; Nitrogênio; Sustentabilidade

INTRODUCCIÓN

El alza de los precios y escasos de los fertilizantes sintéticos incrementó el costo de la producción de cultivos de hortalizas y frutales de la zona, por consiguiente, repercutió en los precios de los alimentos. Este encarecimiento se debe por la crisis sanitaria a causa del Covid-19 (1). La subida de los precios de los hidrocarburos por el conflicto geopolítico ruso-ucraniano, por lo que es recomendable el abastecimiento de granos en Perú (2).

Por otro lado, es necesario resaltar que el uso inadecuado de los fertilizantes sintéticos perjudica las propiedades físicas, química, biológicas del suelo, estresa la planta, contamina el ambiental, lo que ocasiona menor reducción en el rendimiento y por ende pérdida económica. Investigaciones determinaron que el exceso de fertilizantes nitrogenados ocasiona daños al ambiente, lo cual perjudica la fertilidad del suelo y por ende en el rendimiento de los cultivos (3). Pues su acción y efecto de acidificar el suelo, aumenta las sales y contamina el agua ocasionando estrés hídrico que afecta a la planta (4)

Debido a esta situación sobre el coste de los fertilizantes sintético, es menester innovar alternativas ecológicas con enfoque sostenible y que sea viable como la elaboración de compost a base de residuos orgánicos; puesto que mejora las condiciones del suelo, contiene nutrientes que son aprovechables para el desarrollo de la planta, reduce el costo de producción, obteniéndose fruto con menor residuo químico y a la vez reduce la

contaminación ambiental. Puesto que, se determinó que, en análisis físico, químico, y biológico del compost a base de residuos de mercados obtuvo 49.59 % de materia orgánica, pH 8.85, conductibilidad eléctrica 2.20, lo que influyó en el índice de germinación con 85.25 % (5). Asimismo, está en función a los nutrientes como la relación de carbono y nitrógeno que se considera ideal el compost cuando el indicador es de 30:1; es decir que debe tener de 25 a 30 veces más carbono que de nitrógeno (6).

Mencionado las características del compost a base residuos de mercados, es importante resaltar que el uso de este abono es favorable; puesto que adiciona nutrientes para el desarrollo de la planta, lo cual es viable para reducir los fertilizantes sintéticos que contienen compuestos nitrogenados y otros elementos. Por lo que se resalta que en los mercados se generan en demasía y que estos materiales orgánicos se pueden aprovechar como fertilizante para los cultivos de la zona. Como es el caso de los mercados de Barranca que diario se obtiene 6.29 tn, por mes 188.02 tn y anual 2295.75 tn (7).

Por este motivo, se realizó la investigación sobre la fertilización a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de lechuga, el objetivo fue determinar la dosis de abono adecuado para el mayor rendimiento. También, se enfatiza que la investigación tiene propósito de aprovechar fertilizantes orgánicos y la dosis adecuada, lo cual servirán como recomendación para los agricultores de Barranca, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se basó en la investigación aplicada; puesto que por evaluaciones continuas se determinó la dosis de abono adecuada para obtener mayor rendimiento de lechuga. La población se consideró al cultivo de lechuga que se desarrolla desde los 50 hasta 150 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), por lo que los resultados fueron validados. Respecto a la **muestra** se tomaron las plantas de los surcos centrales en todas las parcelas demostrativas con para evitar el efecto de borde y se evaluó las características físicas de la planta. En cuanto a las **técnicas de recolección de datos**, la recolección se hizo en todas las parcelas y de la siguiente manera: se observó, midió y cuantificó las características de la planta, para lo cual se tomaron **instrumentos de recolección** como

cartillas, fichas de evaluación que se anotaron los datos obtenidos en campo y laboratorio.

Análisis de suelo

Respecto al análisis de suelo se tomaron muestras de manera escalonada, luego se vertió, removió y de allí se tomó 1 kg que se llevó al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Huaral, lo que determinó el pH es neutro (6.8-7.2). Referente a las concentraciones se obtuvo bajo en materia orgánica con 1.37 % (2 % - 4%), nitrógeno con 0.07 % (0,1% - 0,2%), fósforo con 8% (12ppm - 36 ppm) y potasio en lo normal con 212 ppm (12 ppm -250 ppm). Por lo tanto, el suelo es adecuado para la siembra de hortalizas; sin embargo es necesario aplicar materia orgánica como compost u otros compuesto orgánicos (ver Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelo del área experimental del cultivo de rabanito.

C.E. 1:2:5 mS/cm.	pH 1:2:5	M.O.	N%	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Intercambio catiónico (mEq/100 g suelo)				CIC
							Ca	Mg	Na	K	
1.19	6.88	1.37	0.07	12	212	1.76	16.99	0.68	0.29	0.54	18.50

Legua et. al. (2018) (9) citado por Legua et. al. (2021) (9)

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

M.O.: materia orgánica

C.E.: Conductividad eléctrica

Recomendación de fertilización

En cuanto a la recomendación de fertilización para el cultivo de lechuga INIA – Huaral se determinó que se requiere significativo aumento de compuestos

nitrogenados y fosforados; puesto que en el análisis de suelo se destaca que carece de estos nutrientes (ver Tabla 2).

Tabla 2. Fertilización recomendada para el cultivo de lechuga.

Cultivo	N	P	K
Kg/ha	205	100	160

Características químicas del abono

Respecto a las características químicas del compost a base de residuos vegetales y comida que se aprecia en la Tabla 3, se indica que el pH con 9.77 es alcalino, altos valores en humedad con 52 %, relación C/N con 30.85

y concentración normal de nitrógeno con 1.42 %. Por tanto, estos valores se encuentran dentro de los márgenes del compost pH 6,5 – 8,5, humedad 30 - 40 % y nitrógeno 0,3 % - 1.5 % y relación carbono/nitrógeno relación en el rango de 10:1 a 15:1(10)

Tabla 3. Características físico química del compost a base de residuos de vegetales y comida.

Parámetros	Semana		
	5	6	7
Nitrógeno (%)	1.42 ± 0.25	1.12 ± 0.07	0.95 ± 0.05
CO (%)	29.75 ± 1.34	27.16 ± 0.90	29.31 ± 0.78
Cenizas (%)	35.19 ± 1.51	34.90 ± 1.12	30.91 ± 0.54
Relación (C/N)	22.2	24.25	30.85
C.R.A. (%)	240.1±1.32	156.2±1.23	22.07±10.0
Humedad (%)	73.15±1.75	61.56±4.01	52.13±3.95
Ph	9.72±0.02	9.81±0.03	9.77±0.03
Conductividad mS/cm	7.48±0.01	7.82±0.55	8.25±0.17
Densidad (g/cm ³)	0.09±0.00	0.28±0.02	0.16±0.01
CIC.(Cmol/kg)	27.21±0.21	42.37±0.07	59.07±0.31

Fuente: Cruz D. (2019) (11).

Cálculo de cantidad de nitrógeno en el suelo

Se calculó el peso de la capa arable (25 cm) con la siguiente fórmula $[P.ha] = (\text{Prof. del suelo} \cdot D.A.Ha)$

Dónde:

[P.ha]: Peso de la capa arable por hectárea

Profundidad del suelo: (0.25 m)

D.A: Densidad aparente (1.4 g/cm³)

Ha: 10000 m²

[P.ha]: 3500 tn de suelo/hectárea

Seguido se calculó el carbono orgánico con el factor de Van Bemmelen, [C org.] = (M.O. x 0.58) (12)

Dónde:

C.org.: Carbono orgánico

M.O.: Materia orgánica: 1.37 % (Tabla 4)

Reemplazando en la relación C/N:

$$\frac{C}{N} = \frac{(1.37 \times 0.58) \%}{0.07 \%} = \frac{0.794}{0.070} = 11.34$$

Donde

C: Carbono orgánico

N: 0.07 % (Tabla 1)

C/N: Relación Carbono/ Nitrógeno 11.34

Luego se hizo la comparación del nitrógeno total a nitrógeno disponible (N.D.) que se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Factor de conversión de nitrógeno total a nitrógeno disponible a ppm en relación a Carbono a nitrógeno (C/N).

Margen Relación C/N	Factor de conversión de Nitrógeno total en porcentaje, a Nitrógeno en ppm
Mayor a 12	11.2
De 10 a 12	140
Menor de 12	225

Fuente: Kass C.L D (1998) (13).

Es necesario mencionar que el valor de 11.34 de la relación carbono nitrógeno se comparó con los márgenes de la tabla 4. Obteniéndose la cantidad de 140 ppm de Nitrógeno y que luego se efectuó la operación de ND = 140 ppm N (tabla 4) * 0.07 N (Tabla 1) obteniéndose 9.8 ppm y relacionando a 3500 tn/ha de peso de capa arable [P.ha] resultando 34.3 kg de N.D en el suelo.

Cálculo de la dosis de compost con relación al nitrógeno

Para calcular y comparar la cantidad de compost aplicado por hectárea se realizó los siguientes procedimientos:

- El nitrógeno de la fertilización recomendada (Tabla 2) que es de 205 Kg de N se restó con el N del suelo que es 34.3 kg obteniéndose 170.7 kg de N/ ha.
- Seguido se tomó la concentración de nitrógeno que es 1.67 % del compost a base residuos de comida (Tabla 3), que equivale en proyección a 167 kg de nitrógeno en 10 tn/ha.
- Por consiguiente, se comparan ambos los valores de las concentraciones de nitrógeno que esta entre 167 a 170.7 kg/ha, esto se encuentran en 10 Tn/ha de compost en promedio. Por lo que, esta

cantidad se toma como referencia para establecer los tratamientos.

Tratamiento

Para establecer las dosis de compost se tuvo en cuenta la aplicación estándar, el testigo (T₁), la recomendación de fertilización del análisis

de suelo y lo que aplican los agricultores de la zona que está entre 8 000 a 10 000 Kg/ha para el cultivo de lechuga. También se tomó en cuenta la aplicación de compost a base de residuos vegetales y animales que se aplica de 6 a 10 tn/ha en cultivo de lechuga (14). (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Dosis de compost para el cultivo de lechuga.

Tratamiento	Abono (g/planta)	Abono (kg/ha)
T ¹	0	0
T ²	45	6000
T ³	60	8000
T ⁴	75	10000
T ⁵	90	12000

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Obtenidos los datos de las características físicas del cultivo de lechuga se procesaron con el análisis de varianza al 5 % de error, luego estos resultados se compararon con los valores de la Tabla de Fisher al 5 % de error, lo que determinó si hubo efecto de dosis o no; es decir si influyeron las dosis de compost.

Prueba de Duncan

Después de efectuar el análisis estadístico anterior se procesaron los datos de las evaluaciones con la prueba de Duncan al 5 % de error. Este procedimiento determinó que tratamiento destacó con relación a los demás y si hubo homogeneidad o diferenciación estadística, lo cual se calificó por letras.

Procedimientos

Se compostó los residuos de hortalizas, frutas y otros materiales orgánicos durante 4 meses.

Seguido se hizo la preparación de terreno de manera convencional en un área representativa del distrito y provincia de Barranca y se tomó muestras de suelo para su análisis de laboratorio en INIA - Huaral.

Luego se instaló el almácigo de lechuga, 35 días después se trasplantó a campo definitivo a distanciamiento entre surcos mellizos de 0.60 m y entre planta a 0.25 m y a los 7 días se aplicó en los 3 bloques y 5 tratamientos que se establece en la Tabla 5.

Continuo se hicieron las evaluaciones de las características físicas de la lechuga y los datos se procesaron mediante análisis de varianza y prueba de Duncan, lo que determinó si hubo significancia y que tratamiento destacó con relación a los demás.

Por último, se determinó la disposición total de nitrógeno en relación a la aplicación de compost por hectárea, esto permitió conocer como influyó este nutriente en relación al rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas del cultivo de lechuga

De acuerdo al análisis estadístico de las características físicas del cultivo de lechuga que se detalla en la Tabla 6, se determinó que

el T₅ con 12 tn/ha de compost destacó en la mayoría de las evaluaciones como rendimiento y calidad de lechuga. También se resalta que no hubo significancia; es decir no hubo efecto de dosis de compost en los resultados.

Tabla 6. Características físicas del cultivo de lechuga de acuerdo a las dosis de compost.

Tratamiento	Dosis de compost (tn/ha)	Longitud de planta (cm)	Tratamiento	Dosis de compost (tn/ha)	Peso de una lechuga (g)	Rendimiento tn/ha	Diámetro ecuatorial (cm)
T ₄	10	25.86 ab	T5	12	128.23 a	12.25a	21.12 a
T ₅	12	23.66 ab	T4	10	107.56 ab	11.52ab	18.33 ab
T ₃	8	21.12 ab	T3	8	101.56 ab	9.96 ab	16.21 ab
T ₂	6	18.92 ab	T2	6	72.85 ab	8.12 ab	14.78 b
T ₁	0	17.63b	T1	0	66.63 c	7.25 b	13.62 b
Significancia		**			*	**	**
Coefficiente de variación		16.23			11.25	14.34	19.23

Nota: Letras iguales son estadísticamente homogéneas
No Significativo (**)
Significativo (*)

Disposición de nutriente respecto a las dosis de compost

En cuanto a la disposición de nitrógeno con relación a las dosis de compost, se determinó que el mayor rendimiento se obtuvo en el T5 con 12 000 kg/ha de compost. Esto se debe

que a medida que se aumentó la aplicación de abono se incrementó el nitrógeno, lo cual influyó en el desarrollo fisiológico de la planta y por ende en el mayor rendimiento de lechuga (ver Tabla 7).

Tabla 7. Disposición de nitrógeno respecto a las dosis de compost.

Tratamiento	Dosis de compost (kg/ha)	*Nitrógeno del compost (kg/ha)	Nitrógeno del suelo (kg/ha)	Nitrógeno total (kg/ha)	Dosis de compost (Kg/ha)	Rendimiento tn/ha
T ₁	0	0.00	34.30	34.30	0	7.25
T ₂	6000	100.20	34.30	134.50	6000	8.12
T ₃	8000	133.60	34.30	167.90	8000	9.96
T ₄	10000	167.00	34.30	201.30	10000	11.52
T ₅	12000	200.40	34.30	234.70	12000	12.25

*Nitrógeno del abono que tiene concentración de 1.67 kg/100 kg de compost; es decir 167 kg de Nitrógeno hay en 10000 de compost (Tabla 3).

Discusión

Características físicas de la lechuga

Respecto a las características físicas del cultivo en relación a las aplicaciones de compost que se indica en la Tabla 6, se analiza que a medida que se aumentó las dosis de abono se obtuvo mayor rendimiento y calidad de lechuga. Por lo tanto, esta dosis de compost se adicionó nutriente al suelo que optimizaron las reacciones bioquímicas que influyeron en el desarrollo de la planta. Puesto que estos nutrientes esenciales como el nitrógeno forma parte de las proteínas influyen en desarrollo, fósforo intervienen como fuente de energía en la fotosíntesis y en la arquitectura de la planta y potasio en proceso de evapotranspiración y formación de carbohidratos. (15). Asimismo, la aplicación del compost puede reducir el uso de fertilizante químico o mezclarse. Esto se basa que investigaciones determinaron que el tratamiento que tiene abono orgánico (estiércol de oveja) con urea y fosfato

Diamónico obtuvo mejor resultado; sin embargo, no hubo significancia (16).

Disposición de nutriente respecto a las dosis de compost

Concerniente a la disposición de nutrientes respecto a las dosis de compost que se detalla en la Tabla 7, se aprecia que a medida que se aumentó las dosis de compost que es T₅ con 12 tn/ha aumentó la concentración de nitrógeno lo que mejoró las propiedades del suelo, disposición de nutrientes que influyeron en el rendimiento. Por lo que se considera que dicha dosis se encuentra dentro del intervalo de 6.8 a 34 tn/ha de compost y que en esta cantidad los niveles de nitrógeno varía entre 0.5 y 3 % en promedio (17). Se resalta que para aumentar la concentración de nutrientes se debe tener en cuenta que el nitrógeno se encuentra en los residuos de leguminosas, pastos, café, estiércol y otros, potasio en residuos de banano, papa, tomate y tubérculos y fósforo en pescados, moluscos y otros productos marinos (18).

CONCLUSIONES

Se determinó que la mayor dosis de compost, que es T₅ con 12 tn/ha destacó en rendimiento de lechuga con 12.25 tn/ha diferenciándose en 40.81 % con relación al testigo y no hubo significancia; sin embargo, a esta dosis se adicionó nutrientes que mejoró su disponibilidad para la absorción que influyó desarrollo de la planta y por ende en rendimiento.

También se determinó que a medida que se incrementó las dosis de compost se incrementó el nitrógeno total en el suelo, que es T₅ con 200.40 kg/ha; por lo que en esta concentración aumentó su disponibilidad, esto incrementó la absorción que optimizó las reacciones bioquímicas que influyó en el rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zea O, Altamirano J, Coico E, Ramírez C, Moreyra J, Pari E, Acosta J, y Galarreta L. Evaluación del avance de siembras. Dirección General de Políticas Agrarias - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego Viceministerio de Políticas Y Supervisión del Desarrollo Agrario - Dirección General de Políticas Agrarias (DGPA). Boletín mensual N° 02-2022, 2022:1-36 (Acceso 15 de junio del 2022). <https://n9.cl/yzm1b>
2. MIDAGRI. Abastecimiento de granos en el Perú en un contexto de conflicto bélico en el granero del mundo. Nota Técnica de coyuntura económica agraria N.º 003-2022-MIDAGRI. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2022:1- 6, (Acceso 22 de junio del 2022). <https://n9.cl/2wgx4>
3. Yepis O, Fundora O, Pereira C. y Crespo T. La contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del tomate. Revista Scientia Gerundensis. 1999;24:5-12. <https://revistes.udg.edu/scientia-gerundensis/article/view/1633/2722>
4. Héctor-Ardisana E, Torres-García A, Fosado-Téllez O, Peñarrieta-Bravo S, Solórzano-Bravo J, Jarre-Mendoza V, Medrana-Vera F, y Montoya-Bazán J. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Revista Cultivos Tropicales. 2020;41(4):e02. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400002&lng=es&tlng=es.
5. Chuva J, y Olmedo S. Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de: Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2015:1-90. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4867>
6. Van Konijnenburg A, y Matarrese C. Agricultura Orgánica El compost. Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior del Río Negro Convenio Pcia. de Río Negro-INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2007;5:1-17. (Acceso 29 de junio del 2022). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_material_didactico_nro_05.pdf
7. Ramirez León W. Gestión de residuos sólidos en la provincia de Barranca. Una propuesta de mejoramiento al 2018. Tesis para Optar el Grado Académico de Doctor en: Gestión Pública y gobernabilidad, Escuela de Posgrado - Universidad César Vallejo, Perú. 2018:1-258. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/19073/Ram%c3%adrez_LWE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Legua J, Cruz, D, Ramirez J, y Vélez Y. Hoja de análisis de suelo. 218, Código 105 -108. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.
9. Legua-Cárdenas J, Caro-Soto F, Nunja-García J, y Cruz-Nieto D. Efecto de compost elaborado con subproductos de la caña de azúcar, para obtener mayor rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista Polo del Conocimiento, 2021;6(8): 1-14. <https://>

polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2922/6336#google_vignette

10. Román P, Martínez M, y Pantoja A. Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 2013:1-107. (Acceso 23 de junio del 2022). <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

11. Cruz Nieto D. Caracterización de desechos generados por los comedores de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en el distrito de Huacho. Revista Big Bang Faustiniiano, 2018;7(1):45-51. <http://datos.unjfsc.edu.pe/index.php/BIGBANG/article/view/481/456>

12. Vela G., López J., Rodríguez M. Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. Revista Investigaciones geográficas, 2012;77:18-30. <http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/31007/28714>

13. Kass C.L D, Fertilidad de suelos. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED), Primera Edición, San José, Costa Rica. 2005;1-231. (Acceso 28 de junio del 2022). <https://n9.cl/gjqpa>

14. Hirzel J, y Salazar F. Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) – Chile, Boletín INIA 2016;325:1-56. (Acceso 18 de junio del 2022). <https://n9.cl/0n2kw>

15. Alemán-Pérez R, Bravo-Medina C, y Fargas-Clu M. Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en la Amazonía Ecuatoriana. Edita: Associació Catalana d'Enginyeria Sense

Fronteres, Puyo, Ecuador. 2018:1-96. (Acceso 20 de junio del 2022). <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/12/Libro-Fertilizacion-lechuga-y-rabano-en-la-RAE.pdf>

16. Herrera E, Miranda R, Motavali P, y Peñaranda M. Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el Altiplano Norte de la Paz. Becario de Tesis Licenciatura, Facultad de Agronomía – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia. 2007, pp. 1-35. (Acceso 20 de junio del 2022). https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADL255.pdf

17. Álvarez J. Manual de compostaje para Agricultura Ecológica. Consejería de agricultura y pesca, Junta de Andalucía, España. 2010, pp. 1-47. (Acceso 29 de junio del 2022). https://www.researchgate.net/publication/311789650_Manual_de_compostaje_para_Agricultura_Ecologica

18. Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres. Manual de producción de compost. Universidad Estatal Amazónica Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Pastaza Asociación de productores y productoras de abono orgánico – ASOPRECO, Agencia Española de Cooperación Internacional y desarrollo (AECID), Universitat de Girona, Ajuntament de Girona, Ajuntament de Lleida, Ajuntament de Santa Coloma de Gramanet i Dipsalut, España. 2018, pp.1-24. (Acceso 26 de junio del 2022). <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/12/Manual-produccion-de-compost-ESF.pdf>

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimiento: Los autores no declaran.



Dietas alimenticias y valor nutritivo de la canal en (*Cavia porcellus*)

Dietary intake and carcass nutritive value in (*Cavia porcellus*)

Dieta alimentar e valor nutricional da carcaça (*Cavia porcellus*)

Rene Antonio Hinojosa Benavides¹

rhinojosa@unah.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-0452-3162>

Christian Carlos León Laurente²

leonsleons55@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0453-0554>

Genaro Mario Condori Ramos¹

gcondori@unah.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-3848-1703>

Carlos Enrique Espinoza Quispe²

cespinozaq@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2843-7426>

Adelfa Yzarra Aguilar¹

ayzarra@unah.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-6442-6065>

¹Universidad Nacional Autónoma de Huanta. Ayacucho, Perú

²Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú

Artículo recibido el 11 de julio 2022 / Arbitrado el 28 de julio 2022 / Publicado el 2 de agosto 2022

RESUMEN

El ahorro en costos de producción de cuyes permite a los criadores obtener mejores ingresos para la satisfacción de sus necesidades primarias tanto en alimentación, salud y recreación, motivo por el que se desarrolló el presente estudio con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro dietas alimenticias sobre el valor nutritivo de la canal en cuyes (*Cavia porcellus*). Se trabajó con 360 cuyes machos de 30 días de edad, a los que se les alimentó con cuatro dietas alimenticias en base a forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*). Los semovientes estuvieron sujetos a un período pre – experimental de una semana de adaptación al nuevo alimento, y distribuidos al azar en cuatro tratamientos, 90 cuyes por tratamiento: T4: FVH + alfalfa, T3: FVH + residuos de molinería, T2: FVH + follaje de camote y T1: FVH + concentrado. Se reporta que, la canal de los cuyes que consumieron FVH + alfalfa tuvo 5% más de humedad, que la carne de los que se alimentaron con FVH + concentrado; 2,8 % más de proteína cruda y 0,9 % más de grasa cruda que la canal de los cuyes que consumieron FVH + residuos de molinería. Se concluye que el tipo de dieta alimenticia tiene efecto sobre el valor nutritivo de la canal de cuyes, siendo la dieta FVH + alfalfa, la de mejores resultados.

Palabras clave: *Cavia porcellus*; Carcasa; Ración; Alimentación; Medicago sativa

ABSTRACT

Savings in guinea pig production costs allow breeders to obtain better income to satisfy their primary needs in terms of food, health and recreation. For this reason, the present study was developed with the aim to evaluate the effect of four food diets on the nutritional value of the carcass in guinea pigs (*Cavia porcellus*). A total of 360 30-day-old male guinea pigs were fed four diets based on hydroponic green barley (*Hordeum vulgare*) fodder. The animals were subjected to a pre-experimental period of one week of adaptation to the new feed, and randomly distributed in four treatments, 90 guinea pigs per treatment: T4: FVH + alfalfa, T3: FVH + milling residues, T2: FVH + sweet potato foliage and T1: FVH + concentrate. It is reported that the carcass of guinea pigs consuming FVH + alfalfa had 5% more moisture than the meat of those fed with FVH + concentrate; 2.8% more crude protein and 0.9% more crude fat than the carcass of guinea pigs consuming FVH + milling residues. It is concluded that the type of diet has an effect on the nutritive value of guinea pig carcasses, being the FVH + alfalfa diet the one with the best results.

Key words: *Cavia porcellus*; Carcass; Ration; Feeding; Medicago sativa

RESUMO

As economias nos custos de produção de cobaías permitem aos criadores obter melhores rendimentos para satisfazer as suas necessidades primárias em termos de alimentação, saúde e recreação. Por esta razão, o presente estudo foi desenvolvido com o objectivo de avaliar o efeito de quatro dietas alimentares no valor nutricional da carcaça de cobaías (*Cavia porcellus*). Um total de 360 cobaías machos de 30 dias de idade foram alimentados com quatro dietas à base de cevada verde hidropónica (*Hordeum vulgare*). Os animais foram submetidos a um período pré-experimental de uma semana de adaptação à nova ração, e distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos, 90 cobaías por tratamento: T4: FVH + alfafa, T3: FVH + resíduos de moagem, T2: FVH + folhagem de batata-doce e T1: FVH + concentrado. É relatado que a carcaça de cobaías a consumir FVH + alfafa tinha 5% mais humidade do que a carne das cobaías alimentadas com FVH + concentrado; 2,8% mais proteína bruta e 0,9% mais gordura bruta do que a carcaça de cobaías a consumir FVH + resíduos de moagem. Conclui-se que o tipo de dieta alimentar tem um efeito sobre o valor nutritivo da carcaça da cobaia, sendo a dieta FVH + alfafa a que apresenta os melhores resultados.

Palavras-chave: *Cavia porcellus*; Carcaça; Ração; Alimentação; Medicago sativa

INTRODUCCIÓN

El *Cavia porcellus* se encuentra considerado como un alimento tradicional y crucial que influye y contribuye en el emprendimiento de microempresas de producción de la canal con fines de exportación, originando de esta manera empleo a las familias tanto altoandinas como urbanas, que se abocan a su producción y manejo (1); siendo hoy en día necesario optimizar la eficacia y eficiencia reproductiva y productiva de este recurso natural, fomentando así la implantación e implementación de un plan de mejoramiento genético, a fin de obtener ...a través de un minucioso proceso de selección..., reproductores de alto valor genético (2), aunque no se viene realizando de igual manera con el producto final del proceso productivo, que contempla el registro de las características de la canal, así como también el valor nutritivo que posee altos porcentaje de proteína cruda (PC), poquísima grasa cruda (GC) y colesterol, por lo que es posible que sea una óptima y más saludable alternativa para el consumidor (3,4), que dicho sea de paso, son aspectos fundamentales y ventajosos de esta carne para la nutrición humana; siendo importante considerar que las personas que consumen esta carne gozan de buena salud (5,1).

El cuy posee un comportamiento productivo eficiente que se obtiene en las granjas comerciales; en adición a ello su carne contiene ácidos grasos, siendo el ácido palmítico el más representativo en cuanto a

su contenido (6,7), puesto que tiene también la propiedad de ayudar en el reforzamiento del sistema inmunológico y la prevención de enfermedades (8,9); siendo por ello importante para la sociedad al utilizarse un recurso local para contribuir a la orientación de toma de decisiones desde las instituciones involucradas en la producción de cuyes hasta el consumidor final (9).

No obstante, los beneficios indicados líneas arriba, dicha carne comúnmente se oferta en el mercado sin especificaciones técnicas, ni de su valor nutritivo o modos de consumo, lo que es nocivo para el arte culinario y el entorno agroalimentario en donde los consumidores demandan un producto bien caracterizado, es decir que los consumidores, tanto de los restaurantes como de las quintas prefieren cuyes tiernos de entre 6 a 12 meses, porque poseen carne suave y muy palatable (10,11), por lo que se requiere información básica sobre características cualitativas de la canal de cuy, para que en un futuro, se pueda realizar la clasificación de carcasas estableciendo ciertas características que, en el plano económico y medioambiental, la calidad y productividad de su carne mejore su rentabilidad (12).

El presente estudio tiene el objetivo de evaluar el efecto de cuatro dietas alimenticias sobre el valor nutritivo de la canal en cuyes (*Cavia porcellus*) en Huanta, Ayacucho, Perú; contribuyendo de esta manera al entendimiento del producto final de la oferta de cuyes en beneficio de productores y consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se realizó en el galpón de la granja Modelo de la comunidad de el Pago de Azángaro Grande, Huanta, Ayacucho, Perú, construido de material rústico con adobe y tablas. Dicha fase tuvo una duración de nueve semanas, de tal manera que los semovientes utilizados en el presente estudio, estuvieron inmersos en la fase de engorde entre febrero y abril de 2021. Las variables en estudio fueron cuatro dietas alimenticias (independientes) y valor nutritivo de la canal (dependiente).

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Se trabajó con un nivel de confianza de 95% ($k= 1,96$); con p y q de 50% cada uno y con error experimental de 5,0%. Una vez hallada la muestra a trabajar ($n=360$ cuyes), se realizó un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional al tamaño del estrato (13). La Tabla 1 muestra la representatividad de la muestra.

Población, muestra y muestreo

Se tuvo una población de 5800 cuyes machos provenientes de seis galpones de cuyes del Pago de Azángaro, determinando la muestra con la siguiente fórmula:

Tabla 1. Distribución y representatividad de la muestra.

Galpón	N	N
Flores	620	38
Virgen de Cocharcas	1655	103
Riveros	510	32
Arturo	820	51
Luis Alberto	805	50
Familia Laurente	1390	86
Total	5800	360

Material biológico

Se trabajó con 360 cuyes machos raza Perú con un peso vivo inicial de 435,1g en promedio, de 30 días edad, los que estuvieron sujetos a

un periodo pre-experimental de una semana de adaptación al alimento, distribuyéndoseles al azar en cuatro tratamientos con 90 semovientes cada uno, de la siguiente manera:

- Tratamiento 1: 90 alimentados con FVH + concentrado
- Tratamiento 2: 90 alimentados con FVH + follaje de camote
- Tratamiento 3: 90 alimentados con FVH + residuos de molinería
- Tratamiento 4: 90 alimentados con FVH + alfalfa.

Valor nutritivo

Se determinó humedad, PC y GC, para lo cual se sacrificaron 50 cuyes de los diferentes tratamientos, siendo sometidos a 24 horas de ayuno antes del beneficio.

a) Determinación de la humedad

Para este efecto se pesaron las muestras para luego colocarlas en crisoles de

porcelana y llevadas a la estufa a 105 °C por 24 horas, al cabo de las cuales en cuanto los crisoles en desecador descendieron hasta alcanzar la temperatura exterior, se pesaron, determinando el porcentaje de humedad de cada muestra.

Tabla 2. Porcentaje de humedad de la canal de cuy, según tipo de dieta alimenticia.

Tipo de alimento	Humedad %
T1: FVH + balanceado	72,0
T2: FVH + follaje de camote	75,0
T3: FVH + residuos de molinería	76,0
T4: FVH + alfalfa	77,0
Promedio general	75,0

b) Registro de la proteína de la carne

Muestras del músculo cuádriceps femoral fueron homogeneizadas para determinar su contenido de PC, no sin antes desprenderlas de los restos de GC intermuscular; todo ello siguiendo el método Kjeldahl (14): Comenzando con la Digestión, en donde se pesó una muestra de 0,50g para luego colocarlas en vasos de disgregación para agregar 20 ml de H₂SO₄ en

cada muestra y 2g de catalizador, continuando con la Destilación, en donde luego del enfriado el contenido de los vasos de disgregación, se añadió 100 ml de agua destilada, a cada uno de dichos vasos, para luego terminar en la Titulación, en donde se puso en un erlenmeyer 150 ml de H₃BO₃ con indicador utilizado como referencia para la coloración del punto final de la titulación. Se usó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{VHCl en mL} \times \text{NHCl} \times 0.014 \text{ g de N} \times 6.25 \times 100}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

Donde:

VHCl = Gasto de ácido clorhídrico, en mL.

NHCl = Normalidad del ácido clorhídrico (0,1 N)

0,014 g de N = 14 mg de nitrógeno, de acuerdo a su peso molecular

6,25 = Factor de conversión del nitrógeno en PC

c) Registro de la grasa intramuscular

Se homogeneizaron las muestras del músculo cuádriceps femoral, previo desprendimiento de fascias y restos de grasa intermuscular, para determinar GC siguiendo el método de extracción Soxhlet modificado (14), con las siguientes pautas: Se colocaron las muestras en matraz Erlenmeyer de 500 ml. La Digestión con 100 ml de ácido clorhídrico 3N, procediendo a la ebullición suave por 60 minutos.

RESULTADOS

Valor nutritivo

En el mercado de Ayacucho la canal del cuy se vende entera, al igual que en otros departamentos del Perú, aunque en los restaurantes se ofrece en mitades o en sus cuartos: brazuelos y piernas, en todos estos casos se incluye la cabeza del animal, que es muy apetecido por los comensales asiduos; motivo por lo cual se hizo un corte longitudinal a la canal, para obtener las dos mitades, y a la vez otro corte transversal, obteniendo así los cuartos. Se pesaron las mitades y después los

cuartos, determinándose porcentualmente la proporción de cada pieza con relación al peso total de la canal (ver Tabla 3).

Peso y proporción de la media canal

El peso de la media canal constituye entre el 46,5 y 53,5 % de la carcasa entera. El peso de la media canal varió entre 353,3 y 490,2 g. El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el peso de las medias canales, en donde las de los cuyes alimentados con FVH + alfalfa, tuvieron los mayores pesos, siguiendo los alimentados con FVH + follaje de camote, continuando con las de los cuyes alimentados con FVH + residuos de molinería y finalmente de los que recibieron FVH + balanceado (ver Tabla 3).

Pesos y proporción de los brazuelos

Cada brazuelo de la canal constituye entre el 25 y 25,3 % del peso de la canal entera, es decir en 50,3 % los dos brazuelos respecto de dicha canal, cada brazuelo incluye media cabeza, motivo por el cual superan en peso y en proporción porcentual a las piernas; el peso de los brazuelos osciló entre 186g y 231 g. El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el

peso de los brazuelos; los de mayor peso correspondieron a los cuyes alimentados con FVH + alfalfa, luego los alimentados con FVH + follaje de camote y con FVH + residuos de molinería, finalmente los cuyes que recibieron FVH + balanceado (ver Tabla 3).

Pesos y proporción de las piernas

Cada pierna significa entre el 24,6% y 25,0% del peso de la canal entera, y entre el 49,6% y 49,8% las dos piernas juntas, que contienen la mayor proporción de músculo en los muslos y

caderas; el peso de las piernas de los animales beneficiados varió entre 184g y 228 g cada una. El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el peso de las piernas, correspondiendo el mayor peso a las de los cuyes alimentados con FVH + alfalfa, siguen los que recibieron FVH + follaje de camote, continúan los alimentados con FVH + residuos de molinería y luego los alimentados con FVH + balanceado. Como en los casos anteriores, las diferencias de pesos se deben a la inexactitud en el corte (ver Tabla 3).

Tabla 3. Pesos (g) y proporciones (%) de los cortes de carcasa de los cuyes*, según tipo de alimento.

	COE	%	MCD	%	MCI	%	BD	%	BI	%	PD	%	PI	%
T1	743,4	100	390,1	52.5	353,3	47.5	188	25,3	186	25,0	185	24,9	184,4	24,8
T2	814,6	100	410,2	50.4	404,4	49.6	205	25,2	204	25,0	203	24,9	202,6	24,9
T3	812,1	100	408,6	50.3	403,5	49.7	205	25,2	204	25,1	203	25,0	200,1	24,6
T4	915,7	100	490,2	53.5	425,5	46.5	231	25,2	230	25,1	228	24,9	226,7	24,8
PG	821,5	100	424,8	51.7	396,7	48.3	207.3	25,2	206	25,1	204.8	24,9	203,5	24,8

Donde:

T1: FVH + balanceado

T2: FVH + follaje de camote

T3: FVH + residuos de molinería

T4: FVH + alfalfa

COE = Carcasa Oreada Entera

MCD = Media Carcasa Derecha

MCI = Media Carcasa Izquierda

BD = Brazuelo Derecho

BI = Brazuelo Izquierdo

PD = Pierna Derecha

PI = Pierna Izquierda

PG = Promedio general

*Los análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos del Departamento Académico de Nutrición, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Calidad de la canal

Humedad

El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el porcentaje de humedad de la carne del cuy, reportándose 77%, 76%, 75% y 72% para la canal de los animales alimentados con FVH + alfalfa, FVH + residuos de molinería, FVH + follaje de camote y FVH + balanceado, respectivamente, con un promedio general de 75% (ver Tabla 4).

Proteína cruda

El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el porcentaje de PC de la canal, reportándose 20,3%, 20,0%, 18,2% y 17,5% para la canal de los animales alimentados con FVH + alfalfa, FVH + balanceado, FVH + follaje de camote, y FVH + residuos de molinería, respectivamente (ver Tabla 4).

Grasa cruda

El tipo de dieta alimenticia tuvo efecto sobre el contenido de GC de la canal, reportándose 3,8%, 3,4%, 3,1% y 2,9% para la canal de los animales alimentados con FVH + alfalfa, FVH + balanceado, FVH + follaje de camote, y FVH + residuos de molinería, respectivamente (ver Tabla 4).

Energía bruta

Tal como se muestran en la Tabla 4, el aporte energético de la canal del cuy oscila entre 4520 a 4596 Kcal/kg; de tal manera que

la carne de los cuyes tuvo un aporte energético de 4596 Kcal/kg, 4585 Kcal/kg, 4535 Kcal /kg y 4520 Kcal/kg para los que fueron alimentados con FVH + alfalfa, FVH + balanceado, FVH + follaje de camote y FVH + residuos de molinería, respectivamente.

Cenizas (Tabla 4)

Significan el contenido en minerales de la canal, y representan menos del 5% de la materia seca (15). El contenido porcentual de cenizas de la canal de cuyes evaluados fue diferente para cada tipo de dieta alimenticia suministrada. La carne de los cuyes tuvo 1,6 %, 1,5 %, 1,2 %, 1,0 % de cenizas, para los que fueron alimentados con FVH + follaje de camote, FVH + alfalfa, FVH + residuos de molinería y FVH + balanceado, respectivamente.

El contenido de calcio en la canal varió con el tipo de dieta alimenticia, reportándose en el presente estudio los valores de 59,1 mg, 59,2 mg, 60,5 mg y 61,3 mg. para los cuyes alimentados con FVH + balanceado, FVH + residuos de molinería, FVH + alfalfa y FVH + follaje de camote, respectivamente; mientras que el contenido de fósforo en la canal varió con el tipo de dieta alimenticia, reportándose los valores de 254 mg, 256 mg, 258 mg y 259 mg para los cuyes alimentados con FVH + residuos de molinería, FVH + balanceado, FVH + alfalfa y FVH + follaje de camote, respectivamente.

Tabla 4. Análisis proximal bromatológico de la carne del cuy en base seca*, según tipo de alimento.

TRATAMIENTO	PC %	GC %	CENIZAS %	ELN %	EB (Kcal/Kg)	Ca mg	P mg
T1: FVH + balanceado	20,0	3,4	1,0	73,0	4585	59,1	256
T2: FVH + follaje de camote	18,2	3,1	1,6	76,8	4535	61,3	259
T3: FVH + residuos de molinería	17,5	2,9	1,2	78,4	4520	59,2	254
T4: FVH + alfalfa	20,3	3,8	1,5	74,5	4596	60,5	258
Promedio general	19,0	3,3	1,325	75,675	4559,0	60,025	256,75

Donde:

PC: Proteína cruda

EB: Energía bruta

GC: Grasa cruda

Ca: Calcio

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

P: Fósforo

*Los análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos del Departamento Académico de Nutrición, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina

DISCUSIÓN

Humedad

El porcentaje de humedad promedio de la canal fue de 75%, mayor a lo aseverado por Flores et al. (5), que fue de 73,48% y 72,83% en promedio para carne de cuyes peruanos mejorados y andinos, respectivamente. Esta diferencia se puede deber a la presencia de GC en la canal y al efecto del tipo de dieta alimenticia.

Proteína cruda

El contenido promedio de PC fue de 19,0%, variando de 17,5 a 20,3%, correspondiendo el mayor porcentaje de PC a los animales alimentados con FVH + alfalfa, superior a lo publicado por Flores et al. (5), que fue de 18,55% y 17,78% en promedio para carne de cuyes peruanos mejorados y andinos,

respectivamente. Se atribuyen estas diferencias al tipo de dieta alimenticia suministrada a los cuyes, ya que hay conversión alimenticia más eficiente con la dieta alimenticia a base de FVH + alfalfa, en relación a los tratamientos FVH + concentrado, FVH + follaje de camote, FVH + residuos de molinería (16).

Grasa cruda

En la presente investigación se tuvo un promedio de 3,3%, variando de 2,9% a 3,8%, inferiores a los reportados por Flores et al. (5), que fue de 7,93% y 7,66% en promedio para carne de cuyes peruanos mejorados y andinos, respectivamente; aunque estos resultados son ligeramente inferiores a lo reportado por Higaonna et al. (17), de 3,6% en promedio para cuyes machos alimentados con ración mixta. Se atribuyen estas diferencias al tipo de dieta alimenticia suministrada.

Energía bruta

En la presente investigación se tuvo un promedio de 4559 K cal / Kg, variando de 4520 a 4596 K cal / Kg, ligeramente superiores a los reportados por Aceijas (18), quien determinó 4548,6 Kcal/kg para carne de cuyes de doce semanas de edad, alimentados con alfalfa variedad California 506.

Cenizas

El porcentaje promedio de cenizas en la canal fue de 1,325 %, variando de 1,0 a 1,6%, ligeramente inferior a lo manifestado por Aceijas (18), quien determinó contenidos de cenizas de 1,43 % como promedio de los valores 1,2%, 1,5% y 1,6% de cuyes alimentados con alfalfa, mixto y balanceado, respectivamente.

CONCLUSIÓN

El tipo de dieta alimenticia tiene efecto sobre el valor nutritivo de la canal de cuy, de tal manera que se tiene mayor contenido de humedad, mayor porcentaje de PC, mayor porcentaje de GC y mayor cantidad en K cal./Kg de EB en la canal de cuy con la dieta FVH + alfalfa; mayor porcentaje de cenizas con la dieta FVH + follaje de camote; mayor porcentaje de ELN con la dieta FVH + residuos de molinería; mientras que con la dieta FVH + follaje de camote se obtiene mayor cantidad en mg de Ca y P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chachipanta L. Identificación del mercado potencial de los productos elaborados con carne de cuy (*Cavia Porcellus*) en la provincia Tungurahua [Tesis de pregrado]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2019. <https://n9.cl/bsupr>
2. Rubio P. Estimación de parámetros fenotípicos y genéticos para medidas de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) del genotipo Cieneguilla [Tesis doctoral]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018. <https://n9.cl/j36vi>
3. Ushiña L. Cavia Food Gourmet Sistema Comunicacional para fomentar el consumo de la carne de cuy y dar a conocer sus valores nutricionales [Tesis de pregrado]. Tungurahua: Universidad San Francisco de Quito; 2016. <https://n9.cl/g222f>
4. Ramos L, Telles R, y Padilla M. Análisis de Perfil Lipídico en cuyes (*Cavia porcellus*) suplementados con vitamina E y selenio orgánico. ALFA. 2022; 6 (16): 140-144. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.156>
5. Flores C, Duarte C, y Salgado I. Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. Ciencia y Agricultura. 2017; 14 (1): 39-45. ISSN 0122-8420
6. Guevara J, Rojas S, Carcelén F, y Seminario L. Enriquecimiento de la Carne de Cuy (*Cavia porcellus*) con Ácidos Grasos Omega-3 Mediante Dietas con Aceite de Pescado y Semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). Rev Inv Vet Perú. 2016; 27(1): 45-50. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11450>
7. Flores C, Roca M, Tejedor R, Salgado I, y Villegas N. Contenido de ácidos grasos en carne de cuy. Ciencia y Agricultura. 2015; 12 (2): 83-90. ISSN 0122-8420
8. Guevara J, Rojas S, Carcelén F, Bezada S, y Arbaiza T. Parámetros Productivos de Cuyes Criados con Dietas Suplementadas con Aceite de Pescado y Semillas de Sacha Inchi. Rev Inv Vet Perú. 2016; 27(4): 715-721. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12560>
9. León C, y Gómez S. Estrategia de marketing para proyectar ventas de una nueva empresa de carne de cuy en lima metropolitana [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Ricardo Palma; 2021. <https://n9.cl/cvedn>

- 10.** Caballero Y, y Caballero C. Estudio de mercado de cuyes. Plan estratégico de desarrollo económico local al 2021-Municipalidad distrital de Mariscal Gamarra, provincia de Grau, región Apurímac, Perú. 2014. <https://n9.cl/peg60>
- 11.** Cortez F, y Olivera J. Estudio de mercado para el lanzamiento de carne de cuy empacado al vacío en la ciudad de Chiclayo, 2016 [Tesis de pregrado]. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2019. <https://n9.cl/j5qk0>
- 12.** Curasma R. Determinación de rendimiento de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) machos raza Perú, alimentados con alfalfa dormante w350, mixto y concentrado [Tesis de pregrado]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2021. <https://n9.cl/0ytc3>
- 13.** Santos J, Muñoz A, Juez P, y Cortinas P. Diseño de encuestas para estudios de mercado. Primera reimpression. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., pp.167-183. 2004. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=299417>
- 14.** AOAC (Association of official agricultural chemists). Official Methods of Analysis. Dumas method (990.03). 15 th edition. Washington D.C., USA. 2005
- 15.** Márquez B. Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones [Tesis de pregrado]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2014. <https://n9.cl/iawi>
- 16.** Hinojosa R, Yzarra A, y Rojas G. Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia cobayo*) bajo el efecto de cuatro sistemas de alimentación. ALFA. 2022; 6(16):178-185. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.160>
- 17.** Higaonna O, Muscari G, Chauca F, Pinto A, y Astete M. (2007). Composición química de la carne del cuy. INIA. INCAGRO – COSECHA URBANA / CIP. Lima.
- 18.** Aceijas L. Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (*Cavia porcellus*) en la provincia de Cajamarca [Tesis doctoral]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2014. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1953>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran la no existencia de posibles conflictos de intereses para la publicación del presente artículo.

CURRÍCULO DE AUTORES***Amira Carpio Maraza***

Magister Scientiae en Contabilidad y Administración con mención en: Administración y Finanzas. Licenciado en Administración. Catedrático en la Universidad Nacional del Altiplano. Egresado Del Doctorado en Administración, Perú.

Anahi Stefania Quezada Quezada

Ingeniera Ambiental. Experiencia en la regularización ambiental, manejo de ArcGis, ENVI, Clic MD, Screen view, HEC HMS, Autocad, Excel. Proceso de auditorías Ambientales. Manejo del SUIA. Capacitaciones en base a Salud y Seguridad Ocupacional y Consultoría Ambiental, Ecuador.

Andrea Luisa Pari Soto

Egresado de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Maestría en Ciencias e Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Federal de Río de Janeiro. Docente nombrada de la UNASAM, Perú.

Andrea Rosario Pari Soto

Maestro en Ciencias e Ingeniería con Mención en Computación e Informática, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, UNASAM, Huaraz Ancash. Docente de Matemática Ordinario Auxiliar de la Facultad de Ciencias, UNASAM, participación en Eventos nacionales e internacionales. Afiliada a la línea de investigación Educación Matemática, Facultad de Ciencias UNASAM, Perú.

Ángel Humberto Guapisaca

Diseñador. Docente investigador gestor del conocimiento científico, UNITA. Diseñador Instruccional, Universidad de Cuenca. docente coordinador de la Unidad de Investigación, Instituto Superior Universitario San Isidro, Ecuador.

Balbina Esperanza Cutipa Quilca

Contador Público Colegiado. Doctoris Scientiae en Contabilidad y Administración. Magister en Gestión Gubernamental y Desarrollo Empresarial, catedrática de Ciencias Contables, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú.

Cristian Milton Mendoza Flores

Licenciado en Física, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Maestro en ecología y gestión ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Docente de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión y desempeña el cargo de director en el departamento académico de física, Perú.

Daniel Huaringa

Bachiller en Ciencias Agropecuarias. Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali. Magister Scientiae en Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina. Experiencia en el manejo de palma aceitera, cacao y actualmente en planta de alimentos balanceados, Perú.

Dante Daniel Cruz Nieto

Egresado de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Maestría en Ecología y gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Experiencia en investigación y docencia.

Denis Dante Corilla Flores

Ingeniero en Industrias Alimentarias egresado de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Magister en Tecnología y Gestión de la Calidad en Alimentos. Catedrático de Matemática e Ingeniería de alimentos en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Viene participando en proyectos de investigación aprobados por CONCYTEC y Fondos del Canon Minero.

Diego Gutiérrez Viva

Cocinero ecuatoriano. Chef encargado de mansión Matilde, próximo a estudiar un master en el BCC.

Edgar Tito Susanibar Ramírez

Doctor en ciencias de la Educación, Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle. Docente de pregrado y de posgrado, Universidad José Faustino Sánchez Carrión de Huacho. Experiencia en diversos cursos y diplomados de manera presencial y virtual, Perú.

Edwin Guillermo Gálvez Torres

Egresado de la Universidad Nacional de Trujillo y Profesor asociado de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Coordinador general del proyecto de investigación FOCAM “Establecer un piloto de investigación para la producción de ron a partir del jugo de caña de azúcar” y dedicado a la docencia, Perú.

Estefanía Caridad Avilés Sacoto

Doctora en Ciencias de la Ingeniería- Curriculum Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de Ferrara. Master en Gestión Ambiental y Planificación Territorial, Universidad de Barcelona; Master en Políticas Ambientales y Territoriales para el Desarrollo por la Universidad de Ferrara, Ingeniera Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana. Docente en la Universidad Politécnica Salesiana. Miembro del Grupo de Investigación en Biotecnología y Ambiente y del Grupo de Investigación en Comunicación, Educación y Ambiente, Ecuador.

Fernanda Baquero Tapia

Ingeniera Zootecnista. Magister en Producción Animal, mención reproducción y mejoramiento ganadero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Docente de la carrera de Ingeniería en la Universidad Nacional de Chimborazo, investigadora y técnica de laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Técnica en producción animal para asesoría en GADP Quimiag, directora de planificación GADM Penipe. Experiencia como ponente en eventos científicos académicos nacionales e internacionales. Parte del Grupo de Investigación en Nutrición Animal “GINNAN” de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH. Investigadora en proyectos de investigación en la ESPOCH, Ecuador.

Fernando Demetrio Llatas Villanueva

Ingeniero civil, Posgrado en gerencia de obras y construcción moderna y además con gestión universitaria. Experiencia en gerencia y docente de la Universidad Cesar Vallejo y Universidad Nacional de Jaén en el área de gerencia, Perú.

Franklin Alfredo Iñiguez Heredia

Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Magister en Producción y nutrición animal. Publicaciones en revistas indexadas, Ecuador.

Franklin Ore Areche

Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Nacional de Huancavelica (Perú). Magíster en Agronegocios y Comercio Internacional a la fecha labora como docente en la Universidad Nacional de Huancavelica, en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, donde desarrolla investigaciones con los productos agropecuarios andinos en las líneas de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Fermentaciones industriales, Biotecnología e Ingeniería de procesos. Universidad Nacional De Huancavelica. Perú.

Jaime Braulio Cahuana Flores

Egresado de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Maestría en Ciencias e Ingeniería con Mención en Computación e Informática, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Docente nombrado de la UNASAM, Perú.

Javier Enrique Sotelo Montes

Docente en la categoría Principal de la Universidad nacional de Santiago Antúnez de Mayolo – Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y metalurgia. Doctor en ingeniería Civil egresado de la escuela de post grado de universidad nacional Federico Villarreal – Lima Perú, Experiencia en investigación y docencia, Perú.

Jenny Margarita Naula Camas

Medica Veterinaria, Ecuador.

John Milton Valverde

Bachiller químico biólogo, Colegio Benigno Malo. Licenciado en ciencias de la educación, Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL. Diploma superior en Educación Universitaria por competencias, Universidad del Azuay UDA. Master internacional en tecnología de los alimentos, Universidad de Parma, Italia.

Jorge David Sevilla Tapia

Ingeniero Ambiental en obra civil para el cumplimiento de los programas del Plan de Manejo Ambiental y generación de informes ambientales mensuales de cumplimiento. Capacidad para minimizar impactos ambientales, planificar el aprovechamiento de materias primas y aplicar procesos de producción más limpia. Manejo de ArcGis, Autocad, ENVI, Excel, Ecuador.

José Antonio Garrido Oyola

Es ingeniero industrial, universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. Maestro en ingeniería industrial, universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. Docente de la escuela de ingeniería industrial, Perú.

José Antonio Legua Cárdenas

Ingeniero Químico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Maestría en Gestión Ambiental. Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Federico Villarreal. Docente universitario, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Jovencio Ticsihua Huamán

Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica. Magister en Gestión Pública y docencia superior, Universidad Nacional de Huancavelica. Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Huancavelica. Con experiencia en ciencia y tecnología de alimentos, experiencia en la inspección y supervisión en plantas y almacenes en productos agroindustriales, supervisión en programa social, Perú.

Julio Cesar Quispe Mamani

Ingeniero Economista, Investigador del Concytec-Perú. Docente investigador, Universidad Nacional del Altiplano. Especialización en Proyectos de Inversión Pública, Universidad Nacional del Altiplano-Perú. Magíster en Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Universidad de Valparaíso-Chile, exbecario de la Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo AGCID-Chile; candidato a Doctor en Economía y Políticas Públicas, Universidad Nacional del Altiplano-Perú. Experiencia en publicación de artículos en revistas a nivel nacional e internacional, Perú.

Lisbeth Estefanía Vega Cárdenas

Estudiante de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

Maria Villafuerte Pucha

Licenciada en Hotelería. Maestría de Project Management, Universidad de Alcalá. Experiencia como ayudante y técnico de investigación en los proyectos, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad de la Universidad de Cuenca. Aautora y coautora de artículos científicos. Docente investigadora en el Instituto Superior Universitario San Isidro, Ecuador.

Mercy del Cisne Cuenca Condoy

Doctora en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Magister en Producción Animal. Estudiante de Doctorado "Ciencias Veterinarias". Publicaciones en revistas indexadas, Ecuador.

Miriam Serezade Hanco Gomez

Licenciada en Administración, Universidad Nacional del Altiplano. Docente de la Escuela Profesional de Administración, Universidad Nacional del Altiplano Puno. Sub Directora del Instituto de investigación en Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Altiplano Puno. Docente de la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

Norvina Marlena Marcelo Angulo

Licenciada en educación física y Deportes. Maestría en Psicopedagogía Cognitiva, Gestión Pública. Doctora en Ciencias de la Educación, Directora de la Unidad de investigación de la Facultad de Educación. Coordinadora de proyectos de investigación. Docente de posgrado, Universidad José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Omar García Cordero

Licenciado en educación física y Deportes. Maestría en docencia superior e investigación universitaria. Doctorado en Ciencias de la Educación. Participación en proyectos de investigación en la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, con amplia trayectoria profesional, Perú.

CURRÍCULO DE AUTORES***Pamela Vinueza Veloz***

Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Central del Ecuador. Máster en Ciencias – Nematología, Universidad de Gent-Bélgica. Phd (c) en Ciencias Veterinarias, Universidad de Gent-Bélgica. Parte del grupo de investigación "Guagua", Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Rodolfo León Gómez

Ingeniero Agrónomo, Universidad Huancavelica – Perú. Maestría en agronegocios y Comercio Internacional. Experiencia en manejo de proyectos agronómicos y de riegos. Docente en la universidad nacional de Huancavelica, Perú.

Ronald Raúl Arce-Coaquira

Ingeniero Economista, Universidad Nacional del Altiplano. Magister Scientiae en Economía con Mención en Proyectos de Inversión, Universidad Nacional del Altiplano. Doctor Scientiae en Economía y Políticas Públicas, Universidad Nacional del Altiplano. Experiencia laboral en Gestión Pública en Gobiernos Locales y Gobierno Regional, experiencia en Docencia Universitaria en la Universidad Nacional de Juliaca, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Universidad Nacional del Altiplano y Universidad Nacional de Juliaca, Perú.

Santotomas Licimaco Aguilar Pinto

Licenciado en Administración de Empresas. Maestro en Economía, con mención en Proyectos de Inversión. Doctoris Scientiae en Contabilidad y Administración. Docente de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ciencias Administrativas, Perú.

Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Ingeniero civil. Maestría en ecología y gestión ambiental. Doctorado en ingeniería civil. Experiencia en el área de proyectos. Docente de la universidad nacional de barranca, asesor de tesis y proyectos de investigación, Perú.

ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 – 0902

ISSN-L 2664 – 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 17

MAYO - AGOSTO 2022