

ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 - 0902

ISSN-L 2664 - 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 18
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 2022



ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 - 0902

ISSN-L 2664 - 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 18
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 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 administrativo
- 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.

Artículos de revisión. El artículo de revisión se trata de un estudio detallado, selectivo y crítico que integra la información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto. Es un tipo de artículo científico que sin ser original recopila la información más relevante de un tema específico. Su finalidad es examinar la bibliografía publicada y situarla en cierta perspectiva. Debe describir la metodología que se empleará para el análisis o sistematización de la información, criterios de inclusión y exclusión, entre otras. Este artículo no debe exceder de 6000 palabras, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas deberán ir numeradas y estar escritas a espacio y medio.

Intervenciones educativas. 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.

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 regirse 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 perfusion 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 indexación, 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 reprobable.

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 indexación, 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

381

INVESTIGACIONES

Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*).

Evaluation of the effect of concentration in a functional beverage from tuna blanca (Opuntia ficus) and aguaymanto (Physalis peruviana).

Avaliação do efeito da concentração numa bebida funcional de tuna blanca (*Opuntia ficus*) e aguaymanto (*Physalis peruviana*).

Jovencio Ticsihua Huaman y Tania Yesenia Orejon Montalvo

383

Pesticidas organoclorados residuales en leche cruda procedente de la provincia El Oro, Ecuador.

Residual organochlorine pesticides in raw milk from El Oro province, Ecuador.

Pesticidas organoclorados residuais em leite cru da província de El Oro, Equador.

Wilmer Andrés López Pinta y Carmen Elizabeth Silverio Calderón

393

Exportaciones de cacao y elaborados en el marco comercial multipartes Ecuador y la Unión Europea.

Cocoa and processed exports in the multiparty trade framework of Ecuador and the European Union.

Exportações de cacau e processados no quadro comercial multiparte do equador e da União Europeia.

Bella Cecilia Crespo Moncada; Félix David Freire Sierra; Marisol Jacqueline Mercedes Idrovo Avecillas; Martha Beatriz Hernández Armendáriz, y Alex Aurelio Ibarra Velásquez

406

Potencial para la producción de café orgánico en fincas de la provincia de Oxapampa, Pasco.

Potential for the production of organic coffee in farms in the province of Oxapampa, Pasco.

Potencial para a produção de café orgânico em fazendas na província de Oxapampa, Pasco.

Jaime Rafael Saravia Ramos; Benito Filemón Buendía Quispe; Guillermo Gomer Cotrina Cabello, y Pedro David Córdova Trujillo

413

Contenido

Tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de curtido de pieles.

Treatment of wastewater from the leather tanning process.

Tratamento de efluentes do processo de curtimento de couro.

Hugo Daniel García Juárez; Jannie Caroll Mendoza Zuta, y Luis Edgardo Cruz Salinas

423

Efecto de la suplementación de selenio orgánico y vitamina E sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*).

Effects of organic selenium and vitamin E supplementation on productive parameters of guinea pigs (Cavia porcellus).

Efeitos da suplementação orgânica de selênio e vitamina E sobre parâmetros produtivos de cobaias (*Cavia porcellus*).

Rosario del Pilar Telles Velásquez; Luis Adolfo Ramos-Mamani; Hugo Flores Aybar; Héctor Rodríguez Papuico, y Miguel Angel Padilla Mamani

436

Clasificación óptima de los frutos de café por su madurez mediante algoritmo de control.

Optimum classification of coffee fruits according to their maturity by means of a control algorithm.

Classificação ótima de frutos de café de acordo com sua maturidade por meio de um algoritmo de controle.

Pedro Miguel Portillo Mendoza y Jefferson Peter Ponce Alvino

441

Evaluación de la sostenibilidad de cuencas hidrográficas. Estudio de caso: Cuenca del Chili, Arequipa-Perú.

Evaluation of the sustainability of hydrographic basins. Case study: Chili Basin, Arequipa-Peru.

Avaliação da sustentabilidade das bacias hídricas. Estudo de caso: Chili Basin, Arequipa-Peru.

Diego Rodrigo López Ramos y Edwin Fredy Bocado Delgado

453

Perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales.

Chemical profile and antioxidant capacity of aromatic herbs from southern Chile for medicinal purposes.

Perfil químico e capacidade antioxidante de ervas aromáticas do sul do Chile para fins medicinais.

Corina Flores Calderón; Astrid Seperiza Wittwer, y Jennyfer Florez Mendez

463

Gastronomía tradicional en el Barrio las Herrerías del cantón Cuenca, como mecanismo para su salvaguardia cultural.

Traditional gastronomy in the Herrerías neighborhood of Cuenca as a mechanism for its cultural safeguarding.

A gastronomia tradicional no Barrio las Herrerías, no cantão de Cuenca, como mecanismo para sua salvaguarda cultural.

Elena Villafuerte Pucha; Isabel Álvarez Ochoa; Pedro Andrés Cordero Washima, y Ximena Alvear

477

Aprovechamiento de compost a base de residuos de tierra de blanqueo para mayor rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Barranca.

*Use of compost based on bleaching soil residues for higher yields of beet (*Beta vulgaris* L.), Barranca.*

Utilização de composto à base de resíduos de solo branqueadores para maiores rendimentos de beterraba (*Beta vulgaris* L.), Barranca.

Yasmin Jesús Vélez Chang; Denisse Jesús Vélez Chang; César Marcelino Mazuelos Cardoza, y Victor Joselito Linares Cabrera

491

Alternativa de tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial para reuso agrícola.

Tertiary wastewater treatment alternative through subsurface flow wetland for agricultural reuse.

Alternativa terciária de tratamento de efluentes por meio de áreas úmidas de fluxo subsuperficial para reuso agrícola.

Misael Gutiérrez Velásquez; Pedro Córdova Mendoza; Antonina Juana García Espinoza; Erwin Pablo Peña Casas; Teresa Oriele Barrios Mendoza, y Edgar Leonardo Peña Casas

503

Metales pesados en las aguas provenientes de la Rampa San Marcelo, CIA de Minas Sillustani S.A.

Heavy metals in the waters coming from Rampa San Marcelo, CIA de Minas Sillustani S.A.

Metais pesados nas águas provenientes da Rampa San Marcelo, Cia de Minas Sillustani S.A.

Sofía Lourdes Benavente Fernández; Royer Daywis Huarcaya Quispe; Heber Nehemias Chui Betancur; Katia Pérez Argollo; Edgar Octavio Roque Huanca, y Nardy Guillen Sosa

516

Contenido

Factores determinantes de la exportación de palta en Perú, 2008-2020.

Determining factors of avocado exports in Peru, 2008-2020.

Determinantes das exportações de abacate no Peru, 2008-2020.

Julio Cesar Quispe Mamani; Santotomas Licimaco Aguilar Pinto; Balbina Esperanza Cutipa Quilca; Roxana Madueño Portilla, y Ruth Nancy Tairo Huamán

524

Diseño de huevos enriquecidos con astaxantina y hierro para reducir anemia infantil en la región Ica.

Design of eggs enriched with astaxanthin and iron to reduce childhood anemia in the Ica region.

Desenho de ovos enriquecidos com astaxantina e ferro para reduzir a anemia infantil na região de Ica.

Elías Salvador Tasayco y Sandra Jackeline Bonifacio Huallanca

537

Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente.

Antioxidant activity of the functional drink from the stem extract of Oxalis tuberosa Mol. and heat-treated Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer juice.

Atividade antioxidante da bebida funcional do extrato do caule de *Oxalis tuberosa* Mol. e suco de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado termicamente.

Franklin Ore Areche; Rosmery Verónica Muñoz Ccencho, y Denis Dante Corilla Flores

545

Agua por suero de leche y su influencia en la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*).

Whey water and its influence on weight gain in guinea pigs (Cavia porcellus).

Água por leiteiro e sua influência no ganho de peso em cobaias (*Cavia porcellus*).

Felipe Escobar Ramírez; Rene Antonio Hinojosa Benavides; Teodoro Espinoza Ochoa; Adelfa Yzarra Aguilar, y Carlos Enrique Espinoza Quispe

557

Contenido

Sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (*Raphanus sativus* L.), Barranca.

*Sustainability with compost based on market residues to obtain a higher yield of radish (*Raphanus sativus* L.), Barranca.*

Sustentabilidade com composto à base de resíduos de mercado para obtenção de maior rendimento de rabanete (*Raphanus sativus* L.), Barranca.

Elvira Teófila Castañeda Chirre; José Vicente Nunja García; Alberto Irhaam Sánchez Guzmán; María Cleofé Saucedo López; Berardo Beder Ruiz Sánchez; Héctor Jorge Castro Bartolomé, y Norma Elvira Muguruza Crispin

567

CURRÍCULO DE AUTORES

581



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.174>

La Revista ALFA cierra su última edición del año con el Vol. 6 Nro. 18 en esta oportunidad presenta grandes contribuciones que se vienen realizando en las universidades y en las zonas agrícolas acerca de evaluaciones y efectos, exportaciones, producción, tratamientos orgánicos de diversos productos que presenta nuestros colaboradores.

Iniciamos con el estudio sobre evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) de Ticsihua y Orejon. Además, es destacado en esta edición un estudio acerca de Pesticidas organoclorados residuales en leche cruda procedente de la provincia El Oro, Ecuador presentado por López y Silverio. También contamos con las exportaciones de cacao y elaborados en el marco comercial multipartes Ecuador y la Unión Europea de Crespo et al.

Continuamos con la edición sobre el potencial para la producción de café orgánico en fincas de la provincia de Oxapampa, Pasco de Saravia et al. En García et al. Realizaron un estudio acerca del tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de curtido de pieles. Otro estudio presente en esta edición es el efecto de la suplementación de selenio orgánico y vitamina E sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*) de Telles et al. Continuamos enriqueciendo la edición con la clasificación óptima de los frutos de café por su madurez mediante algoritmo de control de Portillo y Ponce.

Seguidamente compartimos en este número una investigación acerca de la evaluación de la sostenibilidad de cuencas hidrográficas. Estudio de caso: Cuenca del Chili, Arequipa-Perú de López y Bocardó. Continuando con el perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales de Flores Calderón et al. Presentamos un estudio social acerca de la Gastronomía tradicional en el Barrio las Herrerías del cantón Cuenca, como mecanismo para su salvaguardia cultural de Villafuerte et al. También se destaca un estudio sobre el aprovechamiento de compost a base de residuos de tierra de blanqueo para mayor rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris L.*), Barranca de Vélez et al. Siguiendo con alternativa de tratamiento terciario

PRESENTACIÓN

de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial para reúso agrícola de Gutiérrez et al. En Benavente et al., determinan metales pesados en las aguas provenientes de la Rampa San Marcelo, CIA de Minas Sillustani S.A.

Para cerrar son presentados los estudios acerca de los factores determinantes de la exportación de palta en Perú, 2008-2020 de Quispe et al. Como también el diseño de huevos enriquecidos con astaxantina y hierro para reducir anemia infantil en la región Ica en Perú presentado Tasayco y Bonifacio. Continuamos con la actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente de los autores Ore Areche et al. En Escobar et al., se muestra el estudio sobre agua por suero de leche y su influencia en la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*). Por último, tenemos una investigación sobre la sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (*Raphanus sativus* L.), de Castañeda et al.

Con los estudios que se mencionan anteriormente, damos paso a la culminación de la edición, agradecemos a nuestros fieles colaboradores y los nuevos articulistas que se han sumado a este medio para promocionar y difundir sus estudios. Le pedimos a la comunidad agrónoma que comparta y difunda mediante sus escuelas, universidades y zonas agrícolas cada uno de las investigaciones presentes en esta edición. El 2022 representó un año de metas cumplidas y compromisos saldados.

Ing. MSc. Alcides Wilfredo Carpio
Editor



Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*)

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>

Evaluation of the effect of concentration in a functional beverage from tuna blanca (*Opuntia ficus*) and aguaymanto (*Physalis peruviana*)

Avaliação do efeito da concentração numa bebida funcional de tuna blanca (*Opuntia ficus*) e aguaymanto (*Physalis peruviana*)

Jovencio Ticsihua Huaman
jovencio.ticsihua@unh.edu.pe

Tania Yesenia Orejon Montalvo
2017122019@unh.edu.pe

**Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba. Huancavelica, Perú**

Artículo recibido el 27 de agosto 2022 / Arbitrado el 7 de octubre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

El estudio permitió obtener una bebida funcional a base de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), formulada en 3 tratamientos, debido a que estos dos productos naturales tienen un alto valor biológico, que ayuda a disminuir el riesgo de las enfermedades cardiovasculares en los individuos. El objetivo fue evaluar las concentraciones, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Para la evaluación sensorial, utilizó escala hedónica del 1 al 5. La aceptabilidad se evaluó con 30 panelistas no entrenados, quienes avalaron con mayor puntaje para el tratamiento 2, que se realizó con concentraciones de 50% de agua, 25% de tuna blanca y 25% de aguaymanto; la preparación de la bebida funcional se realizó en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Los resultados de análisis fisicoquímicos están dentro de los parámetros en la NTP 203.110 bebidas, jugos, néctares de frutos, el resultado de la capacidad de antioxidante presenta 783,52 μmol de trolox por 100 ml de muestra, compuestos fenólicos totales 254,15 mg ácido gálico por 100 ml, vitamina C 20,25 mg/100g, acidez 0,58 g/100ml, pH 6,1, sólidos solubles 12,50 °Brix, fibra cruda 1,8 g/100 ml, proteína 4,65 g/100 ml y cenizas 1,70 g/100 ml. En la determinación microbiológica presenta los resultados en Aerobios Mesófilos 8,2x10, mohos <10, levaduras <10 Coliformes <3 estimado, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizó en Laboratorio de Certificadora Nacional de Alimentos SAC. Según los resultados obtenidos, se trata de una bebida nutritiva y adecuado para el uso humano.

Palabras clave: Tuna blanca; Aguaymanto; Bebida funcional; Antioxidante; Polifenoles

ABSTRACT

The study made it possible to obtain a functional beverage based on white prickly pear (*Opuntia ficus*) and aguaymanto (*Physalis peruviana*), formulated in 3 treatments, because these two natural products have a high biological value, which helps to reduce the risk of cardiovascular diseases in individuals. The objective was to evaluate the concentrations, physicochemical and microbiological properties. For sensory evaluation, a hedonic scale from 1 to 5 was used. Acceptability was evaluated with 30 untrained panelists, who gave a higher score for treatment 2, which was made with concentrations of 50% water, 25% white prickly pear and 25% aguaymanto; the preparation of the functional beverage was carried out at the Professional School of Agroindustrial Engineering of the National University of Huancavelica. The results of physicochemical analysis are within the parameters in the NTP 203.110 beverages, juices, fruit nectars, the result of the antioxidant capacity presents 783.52 μmol of trolox per 100 ml of sample, total phenolic compounds 254.15 mg gallic acid per 100 ml, vitamin C 20.25 mg/100g, acidity 0.58 g/100ml, pH 6.1, soluble solids 12.50 °Brix, crude fiber 1.8 g/100 ml, protein 4.65 g/100 ml and ash 1.70 g/100 ml. In the microbiological determination presents the results in Mesophilic Aerobes 8.2x10, molds <10, yeasts <10 Coliforms <3 estimated, the physicochemical and microbiological analysis was performed in the laboratory of Certificadora Nacional de Alimentos SAC. According to the results obtained, it is a nutritive beverage and suitable for human use.

Key words: White prickly pear; Aguaymanto; Functional beverage; Antioxidant; polyphenols

RESUMO

O estudo permitiu obter uma bebida funcional à base de pêra figo branco (*Opuntia ficus*) e aguaymanto (*Physalis peruviana*), formulada em 3 tratamentos, porque estes dois produtos naturais têm um elevado valor biológico, o que ajuda a reduzir o risco de doenças cardiovasculares nos indivíduos. O objetivo era avaliar as concentrações, as propriedades físico-químicas e microbiológicas. Para avaliação sensorial, foi utilizada uma escala hedônica de 1 a 5. A aceitabilidade foi avaliada com 30 membros não treinados, que deram uma pontuação mais alta para o tratamento 2, que foi feito com concentrações de 50% de água, 25% de figo branco e 25% de aguaymanto; a preparação da bebida funcional foi realizada na Escola Profissional de Engenharia Agroindustrial da Universidade Nacional de Huancavelica. Os resultados da análise físico-química estão dentro dos parâmetros do NTP 203.110 bebidas, sumos, néctares de fruta, o resultado da capacidade antioxidante apresenta 783,52 μmol de trolox por 100 ml de amostra, compostos fenólicos totais 254,15 mg de ácido gálico por 100 ml, vitamina C 20,25 mg/100g, acidez 0,58 g/100ml, pH 6.1, sólidos solúveis 12,50 °Brix, fibra bruta 1,8 g/100 ml, proteína 4,65 g/100 ml e cinzas 1,70 g/100 ml. Na determinação microbiológica apresenta os resultados em Aeróbios Mesófilos 8,2x10, bolores <10, leveduras <10 Coliformes <3 estimados, as análises físico-químicas e microbiológicas foram efetuadas no Laboratório da Certificadora Nacional de Alimentos SAC. De acordo com os resultados obtidos, é uma bebida nutritiva e adequada para uso humano.

Palavras-chave: Pêra figo branco; Aguaymanto; Bebida funcional; Antioxidante; Polifenóis

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una propensión en consumo de bienes nativos se observa visiblemente el extenso incremento de locales comerciales naturistas, ha aumentado un porcentaje de 13% el año anterior, actualmente ha aumentado en 32% en cuanto a visitas y organización de ferias agropecuarias y naturales (1). Con los resultados nuestro mercado nacional está enfocado en conocer y obtener alimentos naturales y nativas que contienen un valor alto en proteínas y nutricionales. El consumo de bebidas ya no es solo para saciar la sed y el suministro de nutrientes (2), ingerir fácilmente antioxidantes y eliminar los radicales libres y prevenir enfermedades (3).

En lo anterior, se viene utilizando variedad de alimentos líquidos pasteurizados en bebidas de frutas, por esta necesidad surgió la elaboración de alimentos naturales que sellan en el marketing comercial una gran propensión y obtuvieron un resuelto incremento (4). Para poder mantener estos productos hoy en día existen muchos tratamientos que nos ayudan durante su conservación es decir como tratamientos que pueden ser efectivos para poder eliminar algunos microorganismos presentes, pero también debemos tener en cuenta al ser sometidos a estos tratamientos se tienen ciertas modificaciones en sus características nutricionales, fisicoquímicas, sensoriales del producto.

La tuna blanca pertenece a linaje de los cactus, con alto contenido de fibra dietaria, ingrediente clave para el actual desarrollo de

alimentos cárnicos funcionales para Diego et al (5), y muchos derivados más. Consumir posee un efecto que ayuda a prevenir algunas enfermedades Duarte [6], tiene un gustillo excelente y refrescante, que depende entre ácido y dulce. El fruto de aguaymanto se identifica por contener un excelente en fuentes de vitamina C y provitamina A. Arce & Zumaran (7), el cual también posee algunas composiciones nutricionales muy beneficiosas por cual cuenta con usos importantes y fines terapéuticos, Muñoz (8), por ello algunos investigadores mencionan que son muy buenos para ayudar a prevenir y curar algunas enfermedades.

El presente artículo tiene como objetivo evaluar el efecto de concentración de pulpa de fruta en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de una bebida funcional

Las bebidas funcionales tienen un incremento de consumo en el mundo, logrando una tasa de desarrollo anual del 13,6% entre los últimos años (9,10). El reconocimiento de este tipo producto por su alto valor biológico, aceptabilidad y sabor. Formular y elaborar bebidas funcionales con alta calidad sensorialmente aceptables Cubas (11), es sustancial para un grado de consumo que pueda beneficiar a la salud y prevenir las enfermedades según Oro (12). En la investigación se formuló una bebida funcional utilizando

tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) originarios de la provincia de Acobamba, la tuna blanca y aguaymanto fueron trasladadas al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica - Perú, donde se almacenaron hasta su elaboración, primeramente se ejecutó las operaciones previas selección, lavado y cortado, pesar, pulpear y filtrar la tuna blanca, de igual modo se realizaron las operaciones previas del aguaymanto, para la formulación se añadió pulpa de tuna blanca con

un porcentaje de 30%, aguaymanto 20% y agua 50% obteniendo solidos solubles 8,83 pH final 3,44 para el tratamiento 1 (T1), tuna blanca 25%, aguaymanto 25% y 50% de agua con Brix 9,00 y pH 3,40 para el tratamiento 2 (T2) y tuna blanca 40%, aguaymanto 10% y agua 50% con Brix 8,5 y pH 3,85 para el tratamiento 3 (T3), se pasteurizo una temperatura de 85 °C por un tiempo de 10 minutos, en seguida se realizó el enfriamiento, con el fin de destruir los microorganismos y sin alterar su valor nutricional de la bebida funcional.

Proceso de elaboración de bebida funcional

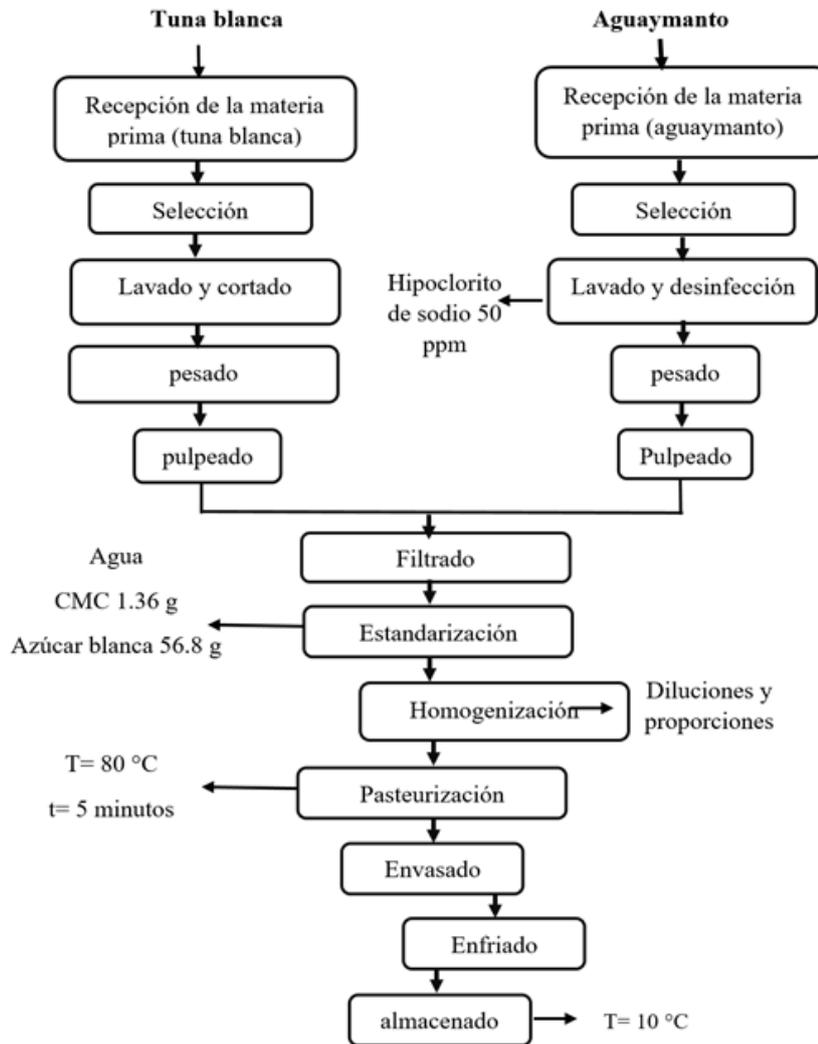


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de la bebida funcional de tuna blanca y aguaymanto

Descripción del proceso de elaboración de bebida funcional

El proceso de elaboración de la bebida funcional a base de Tuna blanca y Aguaymanto se dio de la siguiente manera:

Recepción de la materia prima. Se utilizó la materia prima tuna blanca y aguaymanto en un estado maduro.

Selección. En este proceso se seleccionó los frutos en buenas condiciones para la elaboración de la bebida funcional.

Lavado y desinfección. El lavado se realizó con agua destilada por inmersión, de este modo se eliminarán las sustancias y pequeñas partículas que se encuentran en el fruto. Luego se sumergió en una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm durante un tiempo de 3 minutos, esto con el fin de reducir la posible carga microbiana que se encuentra presente en la materia prima.

Pesado. se pesó la pulpa de tuna blanca y aguaymanto en proporciones haciendo el uso de la balanza analítica.

Pulpeado. Se realizó el pulpeado con fin de separar la pulpa de tuna blanca y aguaymanto, así mismo eliminar las semillas y partículas extrañas durante el proceso.

Filtrado. En este proceso se filtró la extracción de zumo de tuna blanca y aguaymanto haciendo uso de un colador y una tela.

Estandarización. en este proceso se adiciono zumo de pulpa de 25 % tuna blanca y 25 % aguaymanto así mismo se acondiciono agua 50 %, 1.36 g de CMC, y 56.8 g de azúcar blanca.

Homogenización. el proceso de homogenización se realizó con la finalidad de uniformizar la mezcla con los insumos de la bebida funcional.

Pasteurizado. Este proceso se lleva a cabo una temperatura de 80 °C durante un tiempo de 5 minutos. Esto con el fin de eliminar la carga microbiana y así poder asegurarnos la calidad de la bebida inocua y no cause ninguna alteración al consumidor.

Envasado. En esta operación el envasado se realizó en botellas de vidrio de 250 ml debidamente esterilizados y posteriormente selladas.

Enfriado. la bebida funcional al ser envasado y sellado a una temperatura de 75° C se procedió a enfriar rápidamente, para su conservación.

Almacenado. En este proceso la bebida funcional fue almacenada a una temperatura de refrigeración de 10 °C para luego llevarse a cabo a una evaluación sensorial con los panelistas no entrenados.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con la participación de 30 panelistas semientrenados, para la degustación de la bebida funcional a partir de pulpa tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), para lo cual se utilizó vasos de plástico, se brindó a los panelistas tres concentraciones de [30 y 20, 25 y 25, 40 y 10] %. F1, F2 y F3 respectivamente se realizó la evaluación con la escala hedónicas de acuerdo a los atributos: color, olor, sabor y aceptación, se empleó una escala hedónica de 5 puntos, siendo 5 la mayor valoración y 1 la menor valoración.

Análisis estadístico

En el presente trabajo los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante el Diseño Completo al Azar (DCA) y ANOVA haciendo uso el software Minitab-19.

Análisis fisicoquímico

El análisis de la bebida funcional se realizó en el laboratorio. Instituto Nacional de Calidad (INACAL) laboratorio acreditado de la región Junín.

Proteínas. Se determinó las proteínas por el método AOAC (2016) (14).

Ceniza. Se determinaron mediante la calcinación a temperaturas altas en promedio de 500 a 600 grados centígrados por el método AOAC (2016) (14).

Fibra. Se determinaron la cantidad de fibra total por el método AOAC (2016) (14).

Acidez. Método potenciómetro recomendable por la (NTP 203.070 (Revisado 2017) 1977).

Sólidos solubles (°Brix). Para la medición de los sólidos solubles se realizó mediante el método recomendable por la (NTP 203.070 (2017) (15).

pH. Se determinó con el método 981.12 de la AOAC (2016) [14], se utilizó un pH-Merter CG 818 Schottgerate.

Capacidad de antioxidantes. La muestra de la bebida funcional fue previamente diluida con agua destilada (1:25), de la dilución se tomó 100µL y se colocó en un envase de color ámbar. Donde se añadió 2,9 ml de solución radical DPPH. Se agitó la dilución y se puso en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente. Después se

realizó las medidas a 517nm. Los resultados se expresarán en IC50 (mg/mL).

Compuestos fenoles totales. Se realizó mediante el ensayo que emplea el reactivo de Folin-Ciocalteu (F-C), 0,05 mL de muestra y se dejó en reposo durante 5 minutos, luego se agregó 0,95 mL de solución de carbonato de sodio al 7,5% y se trasladó a baño maría a 45 °C durante 15 minutos. Después se realizó la lectura en espectrofotómetro a 725 nm.

Vitamina C. Se realizó con un espectrofotómetro AOAC 985.33 (2005) Esta técnica se mide la cantidad de luz absorbida como función de la longitud de onda utilizada.

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio. Instituto Nacional de Calidad (INACAL) laboratorio acreditado de la región Junín.

Aerobios Mesófilos (UFC/mL). Se determinó con el método ICMSF. El análisis del alimento para comprobar la presencia de microorganismos.

Mohos (UFC/mL). Se analizó mediante el método ICMSF. Pesar 10,0 g de muestra en una placa petrífila y pasarla a un matraz de capacidad de 90,0 mL de una solución amortiguadora de fosfatos de pH 7,2 o agua peptonada al 0,1%.

Levaduras (UFC/mL). Se analizó mediante el método ICMSF. Muchas levaduras poseen un ciclo biológico complicado.

Coliformes (NMP/mL). Se analizó mediante el Método ICMSF. Son bacillus gram (-), no esporulados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis sensorial

Se muestra el establecimiento de los tratamientos de evaluación sensorial de la bebida funcional, para lo cual se empleó 30 panelistas no entrenados, midiendo los

atributos de color, olor, sabor y aceptación. Las escalas de puntuación fueron del 1 al 5. El cual el tratamiento (T2) tuvo la mayor aceptabilidad durante la evaluación sensorial obteniéndose como el mejor resultado que se evidencia en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Promedios de los atributos de la bebida funcional.

Atributo	Tratamientos		
	150 (T1)	255 (T2)	360 (T2)
Color	3.77 ± 0.68 ^a	4.17 ± 0.83 ^b	3.17 ± 0.91 ^c
Olor	3.50 ± 0.73 ^a	4.03 ± 1.00 ^b	3.37 ± 0.93 ^a
Sabor	3.30 ± 0.79 ^a	4.10 ± 0.92 ^b	4.30 ± 0.79 ^b
Aceptabilidad	3.60 ± 0.50	4.00 ± 0.83	3.67 ± 0.71

Medias nos indican no hay diferencias significativas ($p > 0,05$).

Según Enríquez & Ore (16) determinó evaluación sensorial en una bebida funcional, con escala de 5 puntos, con 20 panelistas no entrenados apreciaron los atributos de color, olor, sabor textura y apariencia general, en su resultado obtenido no hubo diferencia significativa (17,18), realizaron análisis sensoriales en la Bebida Funcional a partir de *Physalis peruviana* y *Tropaeolum tuberosum*, donde realizaron las formulaciones en función a los porcentajes de la materia prima y el agua, la formulación con mayor aceptación muestra en sabor 1,72; aceptación general 1,63. Los resultados no asemejan, esto se debe por la diferencia de la materia prima utilizada en la elaboración (19,20).

Realizó la evaluación sensorial en los atributos olor, color, sabor. En la elaboración de una bebida funcional a partir de aguaymanto y mashua amarilla. Asimismo, Flores (21). Realizó el efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa y Chía, sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional.

Análisis fisicoquímica

Se presenta los resultados fisicoquímicos de la bebida funcional a partir de pulpa de tuna blanca y aguaymanto del tratamiento (T2), que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de análisis fisicoquímicos de la bebida funcional a 100g.

Análisis	Resultado
pH	6,1
Grados brix	12,50
Acidez	0,58
Proteína	4,65
Ceniza	1,70
Fibra cruda	1,8
Vitamina C (mg/100 g)	20,25
Capacidad Antioxidante (mg ácido gálico/100g)	783,52
Compuestos Fenólicos Totales (μ mol de trolox/100 g)	254,15

De los resultados logrados podemos indicar que la bebida funcional elaborada a partir de pulpa de tuna blanca y aguaymanto es nutritiva ya que aporta 20,25 % de Vitamina C de cada 100 g del producto.

Fernández *et al.*, (22) lograron elaborar una bebida nutritiva a partir de aguaymanto y kiwicha; con 6.5 % de Vitamina C, resultado menor al logrado en la presente investigación, esta diferencia sería por las materias primas utilizadas para la elaboración de una bebida nutritiva. Enríquez & Ore (16) en su resultado lograron un pH de 3,6 y 3,9 y °Brix. 11,50. Mientras que Fernández (23) en su estudio logró un pH de 4,60 y 4,58; los cuales son diferentes resultados a lo obtenido en la investigación, esta diferencia se debe por el uso de diferentes productos. Según NTP (15) la acidez mínima natural de 0,4 %. Los resultados obtenidos en la investigación se hallan dentro de los niveles recomendables según las normas establecidas. Chávez (24) en su trabajo elabora una bebida funcional con resultados en polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu (260mg/mL, indicado en ácido gálico) y capacidad antioxidante, realizado por el método de DPPH (IC 50 de 3.258 ug/mL), y también determinó la vitamina C (52mg/100 mL). Fernández (25) en su estudio

determina los polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu (305.5 mg ácido gálico /100 g), muestra mayor contenido de polifenoles totales en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*. Curo (26) realizó una bebida funcional a partir de arándano y betarraga el resultado del contenido de antocianinas, se obtuvieron valores de: 3.76 ± 0.474 mg/L. Así mismo reportado por Chávez (27) logró elaborar una bebida funcional a partir de camu-camu, aguaymanto y granadilla, en su estudio determinó la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH (IC 50 de 3.258 ug/mL).

La capacidad antioxidante y polifenoles totales cumple con todos los criterios y exámenes que nos indica es una bebida funcional.

Resultados microbiológicos

Se presenta los resultados microbiológicos de la bebida funcional a partir de pulpa de tuna blanca y aguaymanto del tratamiento (T2). Situándose dentro de los límites permisibles según la NTP (15), para bebidas de frutas, néctares y jugos, por lo cual, los resultados del estudio se encuentran por debajo de los límites permisibles garantizando la inocuidad alimentaria.

Tabla 3. Resultados de análisis microbiológico de la bebida funcional a 100g.

Atributo	Tratamientos	SEGÚN NTP 203.110	
		m	M
Recuento Aerobios Mesófilos	8,2	10	100
Enumeración de Coliformes	3	<3	---
Recuento de Levaduras	<10 ^{estimado}	1	10
Recuento de Mohos	<10 estimado	1	10

CONCLUSIONES

Se elaboró una bebida funcional a partir de pulpa de tuna blanca y aguaymanto, el parámetro óptimo durante la formulación fue la concentración de 25 % de pulpa de tuna blanca, 25 % de aguaymanto y 50 % de agua, en donde la pasteurización fue a una temperatura de 80 °C durante un tiempo de 5 minutos, envasado en envase de vidrio de 250 ml.

La bebida funcional presentó un pH de 6.1, grados brix 12.50, acidez 0.58, vitamina C 20.25, capacidad antioxidante 783.52 mg/100g, compuestos fenólicos 254.15 µmol TE /100 g, proteína 4.65 %, ceniza 1.70 % y fibra cruda 1.8 % respectivamente.

Los resultados de evaluación sensorial, con una aceptación de 4.7 en color, 4.03 en olor, 4.10m en olor y 4.0 en aceptación. Para lo cual se empleó 30 panelistas no entrenados y la puntuación de escala hedónica fue de 1 al 5.

Los resultados de análisis microbiológico del tratamiento (T2) de la bebida funcional tuvo como resultado 8,2 x 10 UFC /ml de Aerobios Mesófilos, < 1 * NMP/ml de mohos, < 1 * NMP/ml de levaduras y 3 UFC /ml de coliformes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albarracín Sierra, DA. Identificación del índice de pobreza en el barrio hogar del sol de soacha (cundinamarca), a partir de la relación ingreso-

consumo, como elemento motivador para el emprendimiento 2018. (Doctoral dissertation). <http://hdl.handle.net/20.500.12558/2135>

2. Agunbiade HO, Fagbemi, TN y Aderinola, TA. Propiedades antioxidantes de bebidas a partir de mezclas graduadas de café verde/tostado y harinas de cáliz de hibisco sabdariffa. Investigación alimentaria aplicada, 2022;2(2),100163. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100163>

3. Wu T, Sakamoto M, Inoue N, Imahigashi K, Kamitani Y. Efecto del Agua Funcional sobre la Propiedad Antioxidante del Jugo Concentrado Reconstituido. Alimentos, 2022;11(16):2531. <https://doi.org/10.3390/foods11162531>

4. Santander-M M, Osorio O, Mejia-España D. Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. Rev. Cienc. Agr. 2017; 34(1):84-97. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.65>

5. Diego-Zarate LM, Méndez-Zamora G, Alba RD, Abigail J. Flores-Girón E. Efecto del nopal (*Opuntia spp*) deshidratado en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de salchichas Viena. Biotecnia, 2021;23(2):89-95. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1377>

6. Duarte Medina, DJ. Evaluación del efecto hipolipidémico-hepatoprotector de un alimento funcional adicionado con harina de nopal (*Opuntia atropes*) y xoconostle (*Opuntia joconostle spp*) mediante pruebas in vivo usando ratas Wistar como modelo biológico. 2020. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2830

7. Arce Cieza MM, Zumaran Sanchez S.J. Determinación de la Calidad de una Bebida a Base de Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) Edulcorado

con Stevia (*Stevia rebaudiana* B.). 2020. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/85>

8. Muñoz Villanueva SC. Efecto de la adición de harina de moringa (*Moringa oleífera*) y del edulcorante estevia (*Stevia rebaudiana*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7012>

9. Balthazar C, Santillo A, Guimarães J, Capozzi V, Russo P, Caroprese Met, et al. Novel milk-juice beverage with fermented sheep milk and strawberry (*Fragaria ananassa*): Nutritional and functional characterization. *J Dairy Sci.* 2019;102:1-13. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16909>

10. Villanueva D, Serna J. Determinación de los parámetros óptimos en la obtención de una bebida funcional a partir de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) Y su nivel de aceptación comercial. 2015. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1241>

11. Cubas C. Formulación y determinación de la vida útil de una bebida funcional a base de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con fresa (*Fragaria vesca*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana*). 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8078>

12. Oro Beltrán JB, Urcia Piedra SM. Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y camu (*Myrciaria dubia*) edulcorado con stevia. 2018. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3085>

13. Chávez A. Elaboración de una bebida funcional a base de aguaymanto, camu-camu y granadilla y evaluación de su capacidad antioxidante. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Lima-Perú. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7846>

14. AOAC 934.06, Official Methods of Analysis, Moisture in Dried Fruits, 2940, Gaithersburg, Estados Unidos. 2016. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/84>

15. NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 203.070. Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI. Apartado 145. Lima, 2017; Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/>

16. Enriquez I, Ore F. Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2021;5(3):3353-3366. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536

17. Contreras E. Optimización de la Bebida Funcional a partir de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) y Mashua Amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) Utilizando el Método de Superficie de Respuesta. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica] Huancavelica - Perú. 2019. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2979>

18. Contreras E. Optimización de la bebida funcional a partir de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) utilizando el método de superficie de respuesta". 2019. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2979>

19. Chiroque Castro JC, Dioses Agurto EJ Masias Infante TE. Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (*Punica granatum* L.), edulcorado con Estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en la ciudad de Piura-Perú, 2019. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1867>

20. Contreras E, Purisaca J. Elaboración y evaluación de bebida funcional a partir de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) endulzado con stevia. 2018. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3060>

21. Flores C. Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa (*Moringa oleífera*) y Chía (*Salvia hispánica* L.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5573>

22. Fernández EH, Vergara JM., Carlos N, Inostroza L, García M, Villafuerte Ú, Tupiño O. Diseño y elaboración de bebida de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) enriquecida con kiwicha. *Ciencia e Investigación*, 2019;22(1), 35-39. <https://doi.org/10.15381/ci.v22i1.16814>

23. Fernández F. Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. para su evaluación de la capacidad

antioxidante y polifenoles totales. Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho-Perú. 2018. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/1432>

24. Chávez A. Elaboración de una bebida funcional a base de aguaymanto, camu-camu y granadilla y evaluación de su capacidad antioxidante. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Lima-Perú. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7846>

25. Fernández E. Obtención y evaluación de una bebida funcional de agua de arroz (*oryza sativa*

l), saborizada con maracuyá (*passiflora edulis*) y edulcorada con stevia (*stevia rebaudiana*). 2021. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>

26. Curo Díaz SP, Montenegro Deza LY. Evaluación Físicoquímica y Sensorial de una Bebida Funcional a Base de Betarraga (*Beta Vulgaris*) y Arándanos (*Vaccinium Myrtillus*). 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2685>

27. Chávez Jaeger AL. Elaboración de una bebida funcional a base de aguaymanto, camu-camu y evaluación de su capacidad antioxidante. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7846>



Pesticidas organoclorados residuales en leche cruda procedente de la provincia El Oro, Ecuador

Residual organochlorine pesticides in raw milk from El Oro province, Ecuador

Pesticidas organoclorados residuais em leite cru da província de El Oro, Equador

ARTÍCULO ORIGINAL



Wilmer Andrés López Pinta
correodelautor@investigación.com

Carmen Elizabeth Silverio Calderón
silcal2004@yahoo.com

Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.176>

Artículo recibido el 23 de agosto 2022 / Arbitrado el 21 de septiembre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

Para el control de las plagas en agricultura y ganadería se han utilizado herbicidas y pesticidas, en diferentes países de América y Europa está prohibido el uso de pesticidas organoclorados por el riesgo que representan para la salud de la vida animal y el ambiente. Sin embargo, a pesar de las restricciones estas sustancias permanecen en la cadena alimenticia porque se acumulan en el tejido graso, al ser insolubles en agua. El objetivo de este estudio fue analizar muestras de leche cruda, provenientes de tres ganaderías ubicadas en dos pisos climáticos de la Provincia de El Oro en Ecuador, para detectar la presencia de pesticidas organoclorados residuales. La toma de seis muestras de leche cruda se realizó según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 707. Para la preparación y análisis de las muestras se utilizó la versión Quechers y la Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masa. En esta investigación se evaluaron residuos de: alfa BHC, beta BHC, delta BHC, gama BHC, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro Epóxido, Alfa Clordano, Gama Clordano, alfa Endosulfán, beta Endosulfán, 4-4' DDE, Dieldrin, Endrin, 4-4' DDD, Endrin Aldehído, 4-4' DDT, Endosulfán Sulfato, Metoxicloro y Endrin Ketona en muestras de leche cruda. Los resultados de los análisis realizados en el Laboratorio de Investigación en Toxicología en Salud de la Universidad Andina Simón Bolívar concluyeron que no hubo presencia de estos analitos. Se concluye que la leche de estas ganaderías puede ser comercializada y consumida por la población y que no representa riesgo en cuanto al contenido de pesticidas organoclorados.

Palabras clave: Pesticidas organoclorados; Leche cruda; Pisos climáticos; Cromatografía de gases; Espectrometría de masa; Quechers

ABSTRACT

For the control of pests in agriculture and livestock, herbicides and pesticides have been used, in different countries of America and Europe the use of organochlorine pesticides is prohibited due to the risk they represent for the health of animal life and the environment. However, despite the restrictions, these substances remain in the food chain because they accumulate in fatty tissue, being insoluble in water. The objective of this study was to analyze samples of raw milk from three farms located in two climatic zones of the Province of El Oro in Ecuador, to detect the presence of residual organochlorine pesticides. Taken six samples of raw milk according to the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN-ISO 707. For the preparation and analysis of the samples, the Quechers version and Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry were used. In this research, residues of: alpha BHC, beta BHC, delta BHC, gamma BHC, Heptachlor, Aldrin, Heptachlor Epoxide, Alpha Chlordane, Gamma Chlordane, alpha Endosulfan, beta Endosulfan, 4-4' DDE, Dieldrin, Endrin, 4-4' DDD, Endrin Aldehyde, 4-4' DDT, Endosulfan Sulfate, Methoxychlor and Endrin Ketone in samples of raw milk. The results of the analyzes carried out at the Health Toxicology Research Laboratory of the Universidad Andina Simón Bolívar concluded that there was no presence of these analytes. The conclusion is that the milk from these herds can be marketed and consumed by the population and that it does not represent a risk in terms of the content of organochlorine pesticides.

Key words: Organ chlorine pesticides; raw milk; climatic floors; gas chromatography; mass spectrometry; Quechers

RESUMO

Para o controle de pragas na agricultura e pecuária, herbicidas e pesticidas têm sido utilizados, em diferentes países da América e Europa o uso de pesticidas organoclorados é proibido devido ao risco que representam para a saúde da vida animal e do meio ambiente. No entanto, apesar das restrições, essas substâncias permanecem na cadeia alimentar porque se acumulam no tecido adiposo, sendo insolúveis em água. O objetivo deste estudo foi analisar amostras de leite cru de três fazendas localizadas em duas zonas climáticas da Província de El Oro no Equador, para detectar a presença de pesticidas organoclorados residuais. Foram retiradas seis amostras de leite cru de acordo com a Norma Técnica Equatoriana NTE INEN-ISO 707. Para a preparação e análise das amostras foram utilizadas a versão Quechers e Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas. Nesta pesquisa, resíduos de: alfa BHC, beta BHC, delta BHC, gama BHC, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro Epóxido, Alfa Clordano, Gama Clordano, alfa Endosulfan, beta Endosulfan, 4-4' DDE, Dieldrin, Endrin, 4-4' DDD, Endrin Aldehyde, 4-4' DDT, Endosulfan Sulfate, Methoxychlor e Endrin Ketone em amostras de leite cru. Os resultados das análises realizadas no Laboratório de Pesquisa em Toxicologia em Saúde da Universidad Andina Simón Bolívar concluíram que não havia presença desses analitos. Conclui-se que o leite dessas fazendas pode ser comercializado e consumido pela população e que não representa risco quanto ao teor de agrotóxicos organoclorados.

Palavras-chave: Pesticidas organoclorados; Leite cru; Pisos climáticos; Cromatografia em fase gasosa; Espectrometria de massa; Quechers

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental por los pesticidas es provocada por el uso de estos químicos de forma directa en la agricultura y en la ganadería, si bien es cierto, que su uso mejora la calidad de los cultivos y la producción ganadera, también lo es que la aplicación incorrecta de estos químicos en las actividades agropecuarias genera un problema de salud pública (1).

El uso inapropiado de los pesticidas por parte de la población como el lavado inadecuado de los tanques contenedores y los derrames accidentales de los mismos ocasionan que estos puedan encontrarse en grandes concentraciones en el aire, agua y suelo. De esta manera los residuos de pesticidas se esparcen en el ambiente perjudicando a los seres vivos como microorganismos, hongos animales y plantas, presentes en todos los ambientes terrestres o acuáticos del planeta, representando un problema de salud pública (2,3). En consecuencia, pueden estar presentes en alimentos de frecuente y elevado consumo diario (4). El efecto en la salud por consumo de alimentos con residuos de plaguicidas, transferidos a través de la cadena alimentaria, se ha asociado con alteraciones en el sistema reproductivo, endocrino, respiratorio y nervioso. Los plaguicidas presentes en los alimentos, agua o aire tienen diferentes vías de penetración en los organismos como puede ser por: absorción a través de la piel, inhalación en el tracto respiratorio y por ingestión al sistema digestivo (5,6).

Por lo tanto, un pesticida puede ocasionar daños severos a la salud de los seres humanos cuando su concentración supera los niveles

permisibles. Esto se hace evidente en personas, con alto riesgo, como trabajadores de las industrias que fabrican pesticidas y también los que realizan su labor en la agricultura y la ganadería. También existe riesgo para la población que consume alimentos con altas concentraciones de pesticidas. Por estas razones es importante el control de estas sustancias en el medio ambiente y en los productos alimenticios (3).

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (7) los pesticidas que han sido comercializados en Ecuador pertenecen al grupo III y IV de la categoría toxicológica siendo los menos peligrosos en cuanto a intoxicaciones agudas. No obstante, en la actualidad son trece los principios activos de la categoría IA e IB que se distribuyen en diferentes mercados del país, de acuerdo al registro 2016 de AGROCALIDAD (8,9). Existen plaguicidas sumamente peligrosos en el Ecuador que pueden estar presentes en los alimentos que forman parte de la canasta básica familiar, un total de 428 pesticidas han sido registrados por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, de los cuales 108 son considerados plaguicidas altamente peligrosos (PAP), representando el 25,2 % del total de registros a nivel nacional y con un valor del 36,7 % a nivel internacional (9).

Los cultivos que contienen altas concentraciones de plaguicidas, son los que están directamente asociados con la dieta ecuatoriana, como el arroz, banano, maíz, papa y tomate. Sin embargo, el investigador Guillermo March, recalcó que un plaguicida de la categoría IV y que es usado constantemente, puede ser

más perjudicial para la salud y el ambiente, a diferencia de los pesticidas de la categoría IB que han sido usados una sola vez. El glifosato y el mancozeb son los ingredientes activos más utilizados por los agricultores, deduciendo que el 56 % de los PAP son Insecticidas, el resto de porcentaje lo ocupan los Herbicidas y Fungicidas (8).

Las prohibiciones de plaguicidas en Ecuador se realizan a través de los Acuerdos Ministeriales, con la Resolución Número 0112, en noviembre de 1992 se prohibieron 25 pesticidas por estar comprobados sus efectos nocivos para la salud, entre estos se puede mencionar el parathion y el pantaclorofenol. En 1999 se prohibió la aplicación del pesticida AldicarbTemik en las plantaciones de banano. Para el año 2013 ya se contabilizaban 43 pesticidas prohibidos tanto para uso agrícola como pecuario (9).

Por sus características los pesticidas organoclorados (POC) se dispersan en la atmósfera, se almacenan en el agua potable y se mantienen dentro de los tejidos de todo organismo vivo; a su vez que se acumulan en el pasto, y permanecen durante largos periodos de tiempo por su lenta descomposición (6). Por lo tanto, el ganado vacuno puede obtener estos pesticidas a través del agua contaminada que la consumen constantemente de diferentes sistemas de riego sin tratamiento adecuado y en el consumo de pasto el cual crece en suelos con alta concentración de POC. (1,6).

Otras causas de contaminación de los POC en el ganado vacuno son los alimentos preparados para uso animal (balanceado y ensilaje de maíz) que manipulan los vaqueros sin una utilización de protección personal; inspección irregular de insectos en los establos y un descontrol de parásitos, ácaros o pulgas que provocan daños al pelaje de las vacas lecheras (2).

Por lo antes planteado, los investigadores reconocen la importancia de realizar estudios para determinar la presencia y concentraciones de POC y se plantean como objetivo analizar muestras de leche cruda, provenientes de tres ganaderías ubicadas en dos pisos climáticos de la Provincia de El Oro en Ecuador, para detectar la presencia de pesticidas organoclorados residuales. Para el logro de este objetivo se escogió la cromatografía de gases acoplado a la espectrometría de masas por su demostrada utilidad en la determinación de plaguicidas (10-12), sin embargo, constantemente están siendo reportados nuevos procedimientos de extracción, inyección y análisis (13).

MATERIALES Y MÉTODOS

El contexto de la investigación son tres ganaderías ubicadas en dos pisos climáticos de la Provincia de El Oro al sur de Ecuador, en los cantones Balsas (parte alta), Santa Rosa y Machala (parte baja), que pertenecen a diferentes distritos de la zona 7, cuyas coordenadas y altitud se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Localización geográfica de las ganaderías.

Coordenadas Geográficas	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud
Ganadería 1	3°46'11"	79° 50'18"	670 msnm
Ganadería 2	3°27'08"	79°57'42"	12-18 msnm
Ganadería 3	3°23'67"	79°54'52"	6 msnm

Considerando las tres ganaderías se contabilizan 302 vacas en producción lechera, se tienen razas puras y mestizas. Las vacas de la ganadería del cantón Balsas son de raza pura, Holstein negro; las vacas del cantón santa Rosa son mestizas, Bos Taurus y las que se ubican en el cantón Machala son de raza mixta Holstein, Brown Swiss con Brahman. Este ganado se encuentra bajo un sistema alimentación basado en pasto y balanceado con rechazo de guineo, ensillaje y turalla de maíz. El agua para los animales es obtenida de varias formas: en el cantón Balsas se obtiene desde los canales de riego hasta los efluentes del río Balsas; en la parroquia Bellavista perteneciente al cantón Santa Rosa, el ganado obtiene agua proveniente de un pozo y de la laguna La Tembladera y en la parroquia El Retiro perteneciente al cantón Machala, el ganado obtiene el agua de un pozo la cual se cambia a diario. Es importante este dato ya que si los alimentos y el agua que consume el ganado vacuno está contaminado por sustancias organocloradas estas se van a almacenar en el tejido graso del animal y va a aparecer en la leche y en la carne.

Procedimiento

La primera toma de muestras se realizó en el mes de junio, en cada una de las ganaderías; las muestras de leche cruda fueron tomadas en la mañana en un horario de 5:30 - 6:00, am, 8:00 - 8:30

am y 6:30 - 7:00, esto con el fin de aprovechar el momento del ordeño. La segunda toma de muestra se efectuó en el mes de julio estableciéndose el mismo horario, se aplicó en todos los casos la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 707 (14).

Las muestras de leche cruda fueron trasvasadas a frascos de vidrio con su respectiva rotulación, conservadas a 4°C y manteniendo la temperatura en bolsas de gel hielo y colocadas en una cava Cooler de plástico durante el transporte de 10 horas.

Se realizaron los análisis respectivos en el Laboratorio de Investigación en Toxicología en Salud-Ambiental del Centro de Investigación y Laboratorios de Evaluación de Impactos en la Salud Colectiva de la Universidad Andina Simón Bolívar de la ciudad de Quito.

Identificación y separación de pesticidas

Para la etapa de extracción-particionamiento de las muestras de leche cruda, se implementó la versión QUEChERS: AOAC 2007.01. Se utilizó el kit de extracción QuEChERS con 15 ml de leche cruda (3 repeticiones de cada muestra), el cual consta de: 12 tubos de polipropileno de 50 ml, incluye dos tubos de control y blanco, 12 paquetes con 6,0 g de Sulfato de Magnesio y 15 ml de Acetonitrilo con un 1% de Ácido Acético como solvente de extracción (13).

La limpieza de los extractos se realizó en fase sólida dispersiva (d-SPE), para lo cual: se tomó una alícuota de 8 ml de la fase superior del producto de extracción del método AOAC 2007.01, se le adicionó un tubo con 900 mg de MgSO₄ para eliminar el exceso de agua residual, 150 mg de PSA (Amina Primaria/Secundaria) para eliminar ácidos orgánicos, ácidos grasos y azúcares y 150 mg de C18 (Octadecilsilano Agilent), con el fin de eliminar grasas, esteroides y otras interferencias no polares de las muestras (15).

La mezcla se agitó por 30 segundos en el Vortex y se centrifugó por 10 minutos a 4500 rpm. Se tomó el sobrenadante de los tubos de 15 ml y se añadió a unos balones de fondo redondo los cuales fueron utilizados por el sistema de Roto evaporación a una presión de 273 Barr y una temperatura de 65°C con el fin de evaporar los solventes orgánicos o acuosos. Se adicionaron 3 repeticiones de 500 ul de Acetato de Etilo + Hexano 1:1 (solventes usados para la cromatografía de gases) a cada balón y se trasvasó en pequeños viales de 1,5 ml que sirvieron como inyectores para el GC-MG y así determinar el o los pesticidas organoclorados en las distintas muestras de leche cruda.

Técnica de análisis. Se realizó por cromatografía de gases acoplado al espectrofotómetro de masa.

El volumen de inyección fue de 3 ul en modo de inyección Splitless, gas portador helio, en una columna HP-5 MS AGILENT (30m x 250um x 0,25um). La programación de temperatura de horno fue la siguiente: 70°C (1 min), 190°C (4min), hasta 300°C (17,5 min); la temperatura del inyector fue de 250°C. El detector espectrofotómetro de masa trabajó en modo de ionización bajo una

temperatura de fuentes de iones de 230°C y de 150°C de cuadrupolo. La separación de los picos fue analizada en una columna SPBB-5,30 m x 0.53 mm x 1.5um de 150°C a 300°C (10 min) en 4°C/min. Fueron utilizados como gas portador (Helio 99,999%) y como gas auxiliar N₂ (99,999%) (15).

Equipos

Sistema de Cromatografía de Gases. Cromatógrafo de Gases Agilent 6890N, acoplado a espectrómetro de masas 5973N, autosampler 7683 series, MSD Productivity ChemStation, Revision D.02.00.SP1, NIST, Mass Spectral Library, Revision 2005, NBS, Wiley, NIST 98, NIST05; Columnas: HP – 5MS. Agilent; Plancha de Agitación: Barnstead SHKA2000; Vortex: Heidolph REAXtop; Campana de extracción de gases: ESCO SPD-4A2; Centrífuga: Thermo scientific IEC CL10; Sistema de Roto evaporación con accesorios marca Buchi modelo V-700; balanza analítica, refrigerador.

Materiales, reactivos y sustancias

Frascos de vidrio ámbar 1000 ml, balones fondo redondo de 50 y 100 ml, boca esmerilada, viales de almacenamiento de 4ml, viales de inyección 2ml, gradilla de madera para tubos de centrifuga, probeta de 25 ml, Tubos FalconFT de 50 y 15 ml, Micropipetas automáticas de 10 - 100 ul y 100 - 1000 ul, puntas para micropipetas automáticas, Hielera Cooler de plástico, bolsas de hielo gel, baldes de plásticos embudos pequeños de plásticos, cucharones de aluminio, cinta Parafilm, etiquetas, marcador, Kit Quechers Extraction Mix, Kit Quechers Clean Up (Alto Contenido de Grasa), gases: Helio, Nitrógeno – calidad comercial estándar alta pureza (99.9990%).

Acetato de Etilo grado analítico o pesticida, Acetonitrilo grado analítico o pesticida, acetona, agua destilada, agua tipo I, metanol grado analítico o pesticida, N- Hexano grado analítico o pesticida, estándar analítico de pesticidas organoclorados, SS CLP Mezcla de Pesticida Organoclorado 2000 ug/ml en tolueno: hexano (50:50), SUPELCO 4S7426-U, sulfato de sodio anhidro granular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características físico química de las muestras en la primera y segunda toma se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de las muestras de leche cruda.

Características Toma de muestra 1	pH	Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)	Grasa (%)
Ganadería 1	6,79	16,3	1,028	3,77
Ganadería 2	6,93	15,7	1,026	3,94
Ganadería 3	6,80	20,4	1,029	4,30
Características Toma de muestra 2	pH	Temperatura	Densidad	Grasa
Ganadería 1	6,77	17,3	1,028	3,77
Ganadería 2	6,89	17	1,026	3,93
Ganadería 3	6,81	20,9	1,029	4,29

En la Tabla 2 se expresan los valores de las características fisicoquímicas de las muestras de leche, estas se mantienen casi constantes en la primera y segunda toma de las muestras: el pH oscila entre 6,77 y 6,93; la densidad se considera como 1,03 y el % de grasa en la ganadería 3 es ligeramente mayor, oscilando en todas las muestras entre 3,77% y 4,30%. Estos valores coinciden con los requisitos estandarizados para la leche cruda reportados por Instituto Nacional de Estandarización Ecuatoriano, en su norma, NTE

INEN 9:2012 (16). El cual refiere que la densidad debe estar entre 1,028 y 1,032; el contenido de grasas mínimo de 3, y el pH desde 6,70 hasta 6,94.

Otro resultado importante es la identificación de pesticidas utilizados en las tres ganaderías del estudio, ya que por el uso como herbicidas o insecticidas estos pueden pasar a los organismos del ganado vacuno y contaminar la leche, los pesticidas se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Pesticidas utilizados en las ganaderías.

		Pesticidas		
Ganadería 1	Aminapac	Estribo SL	Matancha	
Ganadería 2		Cosmo - IN d	Glifopac	
Ganadería 3	Glifoned	Tordon 101	Amitraz fulminado	

El único organoclorado es el herbicida Aminapac cuyo principio activo es el Ácido 2,4-D (diclorofenoxiacético), los otros 6 pesticidas restantes que pertenecen a la familia de los Herbicidas como: Estribo SL, Matancha, Cosmo - IN d, Glifopac, Glifoned, Tordon 101 que se utilizan para eliminar la mala hierba del pasto y el Amitraz fulminado usado como insecticida para erradicar los ácaros y garrapatas que se adhieren al pelaje del ganado vacuno.

Para la identificación de pesticidas organoclorados, en primer lugar, se obtuvo la curva de calibración para la cromatografía de gases acoplada la espectrometría de gases. En la Tabla 4 se muestra el tiempo de retención y los iones principales utilizados para la detección de los analitos de interés a través del programa Data Analysis del equipo.

Tabla 4. Datos para la curva de calibración.

Número	Tiempo de Retención	Iones	Analitos
1	9.8	181-183-219-111	α -Lindano
2	10.3	181-183-219-111	γ -Lindano
3	10.8	100-272-237-337	Heptacloro
4	11.4	263-66-91-293	Aldrín
5	11.75	181-219-109-145	β -Lindano
6	11.75	181-219-109-145	δ -Lindano
7	12.8	353-81-237-357	Heptacloro Epóxido
8	13.5	195-241-170-339	Endosulfán I
9	13.9	373-377-237-272	Trans Clordano
10	13.9	373-377-237-272	Clordano
11	14.1	246-318-176-105	pp DDE
12	14.5	79-263-108-345	Dieldrín
13	15.1	263-81-209-281	Endrín
14	16	235-165-199-237	44' DDD
15	16.6	195-237-159-269	Endosulfán II
16	16.8	235-165-237-199	pp' DDT
17	17.6	67-345-250-279	Endrín Aldehído
18	18.2	272-229-387-422	Endosulfán Sulfato
19	19	227-228-152-274	Metoxicloro
20	19.5	317-67-250-345	Endrín Ketona

Una vez realizada la curva de calibración se obtuvieron los resultados al aplicar la técnica QUECHERS para la separación e identificación de organoclorados. Al colocar las muestras en el

Cromatógrafo de Gases Agilent 6890 N, acoplado a espectrómetro de masas 5973 N, los resultados para la ganadería 1, 2 y 3 se reportan en las Tablas 5, 6 y 7 respectivamente.

Tabla 5. Determinación de organoclorados en leche cruda de la ganadería 1.

Estándares Internos	Tiempo de Retención	Q-Ion	Respuesta	Unidades de concentración	Dev (Min)/Q-Value
Alfa BHC	9.989	181	492	Below Cal (*)	#1
Gama BHC	10.603	181	185	Below Cal	#1
Heptacloro	11.036	100	4256	34.57 ppb (†)	#35
Aldrín	0.000	263	0	N.D. (‡)	
Beta BHC	11.870	181	2800	Below Cal	#1
Delta BHC	12.430	181	4666	74.22 ppb	#1
Heptacloro epóxido	0.000	353	0	N.D.	
Endosulfan I	13.729	195	344	Below Cal	#14
Trans clordano	0.000	373	0	N.D.	
Cis clordano	0.000	373	0	N.D.	
pp DDE	14.195	246	71	Below Cal	#25
Dieldrín	14.747	79	3928	15.49 ppb	#27
Endrín	15.509	263	115	Below Cal	#1
44' DDD	0.000	235	0	N.D.	
Endosulfan II	16.744	195	11	Below Cal	#19
pp' DDT	16.852	235	1141	21.93 ppb	#1
Endrín aldehído	17.788	345	2253	Below Cal	#15
Endosulfan sulfato	18.649	272	133	5.67 ppb	#33
Metoxicloro	18.620	227	363	8.53 ppb	#1
Endrín Ketona	19.528	67	7259	224.36 ppb	#26

* Debajo del valor de calibración, †partes por billón, ‡ No detectado .

En la Tabla 5 los resultados muestran que no fueron detectados los analitos: Aldrín, Heptacloro epóxido, Trans y Cis Clordano y 44' DDD; ocho analitos estuvieron por debajo de sus unidades de concentración: Alfa, Gama, Beta BHC, Endosulfán I, pp DDE, Endrín, Endosulfán II, Endrín Aldehído. Los analitos calificados fuera del rango

fueron; Heptacloro, Delta BHC, Dieldrín, pp' DDT, Endosulfán Sulfato, Metoxicloro y Endrín Ketona y que no fueron mayores al 80% del valor de Q para ser considerados como positivos. En consecuencia, no se detectaron pesticidas organoclorados en las muestras de leche cruda provenientes de la ganadería 1.

Tabla 6. Determinación de organoclorados en leche cruda de la ganadería 2.

Estándares Internos	Tiempo de Retención	Q-Ion	Respuesta	Unidades de concentración	Dev (Min)/Q-Value
Alfa BHC	10.003	181	4126	13.27 ppb	# 1
Gama BHC	10.606	181	354	Below Cal	# 1
Heptacloro	11.038	100	2317	17.90 ppb	# 39
Aldrín	11.631	263	299	Below Cal	# 1
Beta BHC	11.875	181	4159	Below Cal	# 1
Delta BHC	12.431	181	4819	76.71 ppb	# 1
Heptacloro epóxido	0.000	353	0	N.D.	
Endosulfan I	13.774	195	2535	45.30 ppb	# 29
Trans clordano	0.000	373	0	N.D.	
Cis clordano	0.000	373	0	N.D.	
pp DDE	14.190	246	179	Below Cal	# 79
Dieldrín	14.745	79	4990	21.57 ppb	# 16
Endrín	15.508	263	230	0.71 ppb	# 1
44' DDD	16.475	235	211	Below Cal	# 1
Endosulfan II	16.708	195	48	Below Cal	# 19
pp' DDT	17.194	235	518	17.66 ppb	# 1
Endrín aldehído	17.752	345	624	Below Cal	# 15
Endosulfan sulfato	18.557	272	823	42.53 ppb	# 31
Metoxicloro	18.631	227	34235	114.29 ppb	#1
Endrín Ketona	19.575	67	81822	253.74 ppb	# 28

* Debajo del valor de calibración, †partes por billón, ‡ No detectado.

En la Tabla 6 no fueron detectados los analitos: Heptacloro epóxido, Trans y Cis Clordano; Los analitos que estuvieron por debajo de sus unidades de concentración fueron siete: Gama BHC, Aldrín, Beta BHC, pp DDE, 44' DDD, Endosulfán II, Endrín

Aldehído y diez de los analitos calificaron fuera del rangopor su valor de Q, para ser considerados positivos: Alfa BHC, Heptacloro, Delta BHC, Endosulfán I, Dieldrín, Endrín, pp' DDT, Endosulfán Sulfato, Metoxicloro, Endrín Ketona.

Tabla 7. Determinación de organoclorados en leche cruda de la ganadería 3.

Estándares Internos	Tiempo de Retención	Q-Ion	Respuesta	Unidades de concentración	Dev (Min)/Q-Value
Alfa BHC	9.990	181	770	Below Cal	# 1
Gama BHC	10.609	181	406	Below Cal	# 1
Heptacloro	11.039	100	4634	37.81 ppb	# 35
Aldrín	11.600	263	141	Below Cal	# 1
Beta BHC	11.871	181	354	Below Cal	# 1
Delta BHC	12.432	181	6109	97.75 ppb	# 1
Heptacloro epóxido	12.910	353	1592	1.92 ppb	# 1
Endosulfan I	13.727	195	404	0.62 ppb	# 40
Trans clordano	13.583	373	1034	Below Cal	# 63
Cis clordano	0.000	373	0	N.D.	
pp DDE	14.199	246	700	Below Cal	# 29
Dieldrín	14.750	79	3202	11.34 ppb	# 44
Endrín	15.521	263	354	2.79 ppb	# 1
44' DDD	16.271	235	219	Below Cal	# 45
Endosulfan II	16.764	195	58	Below Cal	# 19
pp' DDT	17.040	235	232	15.70 ppb	# 28
Endrín aldehído	17.954	345	8544	52.45 ppb	# 15
Endosulfan sulfato	18.689	272	2396	126.61 ppb	# 10
Metoxicloro	18.861	227	3917	19.63 ppb	# 1
Endrín Ketona	19.567	67	9738	303.25 ppb	# 26

* Debajo del valor de calibración, †partes por billón, ‡ No detectado.

En la Tabla 7 se observa que un analito no fue detectado el Cis Clordano; ocho analitos estuvieron por debajo de sus unidades de concentración: Alfa BHC, Gama BHC, Aldrín, Beta BHC, Trans Clordano, pp DDE, 44' DDD, Endosulfán II y once analitos calificaron fuera del rango: Heptacloro, Delta BHC, Heptacloro Epóxido, Endosulfán I, Dieldrín, Endrín, pp' DDT, Endrín Aldehído, Endosulfán Sulfato, Metoxicloro, Endrín Ketona ya que sus valores no fueron mayores al 80% del valor de Q, para ser considerados como positivos.

Discusión

Se consideraba positiva la detección, en las muestras de leche cruda, de cualquiera de los 20 pesticidas organoclorados utilizados como estándares internos, si el porcentaje era mayor a 80 de acuerdo al Q-value o valor de Q del cromatógrafo de gas acoplado al espectrómetro de masas; en ninguno de las muestras se superó este valor. No se detectaron pesticidas organoclorados en ninguna de las muestras.

Estos resultados coinciden con los reportados por Jerez (17), quien encontró que

en todas las muestras de su estudio fue negativa la presencia de pesticidas organoclorados, en el suelo agrícola y productos agropecuarios de la Comuna de Chonchi, Provincia de Chiloé en Chile. La autora señala que alguna de las causas fueron las condiciones socio culturales y económicas, en esta población, lo que ocasionó una mínima o nula aplicación de químicos ya que por el elevado costo de los pesticidas se hacen inaccesibles para la mayoría de los agropecuarios de la zona.

En la Provincia de El Oro en Ecuador, no existen estudios actuales que identifiquen la presencia de pesticidas organoclorados en alimentos como la leche cruda, tampoco en el agua, forraje o suelo (8). Sin embargo, existen estudios similares en otros productos al respecto cabe citar el estudio de Cueva (18), para la determinación de residuos del Herbicida 2,4-Diclorofenoxi-ácido acético en naranjilla (*Solanum quitoense*) por Cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD), en la Provincia de Pichincha cantón Quito, los resultados revelaron que todas las muestras de naranjilla analizadas presentaron un nivel de contaminación residual de 2,4D en un rango que va desde los 37.7 mg/Kg hasta los 282 mg/Kg, datos que superaron visiblemente el Límite Máximo Residual recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)(19) que es de 0.1 mg/Kg. Esta autora utilizó el método de extracción metélica, hidrólisis y posterior esterificación del herbicida a diferencia del método empleado en esta investigación que fue la Extracción en Fase Sólida Dispersiva:

Quechers para insecticidas, además del detector del cromatógrafo de gases que fue la espectrometría de masa en lugar de la captura de electrones, esta puede ser una de las razones por las cuales no se detectó este herbicida en la presente investigación.

Otro estudio realizado en la provincia de Pichincha para la determinación de residuos de pesticidas organoclorados en frutillas (*Fragaria spp.*), con un análisis por cromatografía de gases acoplada a detector de captura de electrones (20), se encontraron residuos del pesticida Heptacloro epóxido en concentraciones de 38,12 y 13,74 ppb, que sobrepasaron los límites máximos establecidos por la Unión Europea y la legislación japonesa que son de 10 ppb. Este estudio también coloca en evidencia el incumplimiento de la normativa legal ecuatoriana que prohíbe el uso de este pesticida organoclorado por ser nocivo para el ser humano y el ambiente.

CONCLUSIONES

No se detectó la presencia de pesticidas organoclorados en las muestras de leche cruda recolectada en tres ganaderías y analizada a través de la cromatografía y espectrofotometría de masas.

Entre los pesticidas que se emplean en las ganaderías de este estudio, el Aminapac es considerado un herbicida organoclorado, su principio activo 2,4 D (diclorofenoxiacético), es causante del linfoma, alterando al sistema nervioso central y provocando daños al hígado y riñón. No se detectó en las muestras de leche cruda analizadas.

El pasto y el agua obtenida en varios sistemas de riego son las vías mediante las cuales el ganado vacuno puede estar expuesto a los pesticidas organoclorados, al no estar estos dos medios contaminados las muestras de leche cruda están libres de estos pesticidas.

Se considera que no existe riesgo asociado con la presencia de plaguicidas organoclorados en leche cruda proveniente de la provincia de El Oro, en Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sajid M, Basheer C, Mansha M. Membrane Protected Micro-Solid-Phase Extraction of Organochlorine Pesticides in Milk Samples Using Zinc Oxide Incorporated Carbon Foam as Sorbent. *J. Chromatogr. A*; 2016; 1475:110–115. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.11.008>.
2. Gómez Xicoténca T, Miranda Cruz E, Olvera Pérez A, Rodríguez Blanco L. Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en leche cruda por CG-MS. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias. México 2015, pp 60–69. <https://n9.cl/ucrhr>
3. Rodríguez A, Suárez Tamayo S, Palacio Estrada, D. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Rev. Cuba. Hig. y Epidemiol.* 2014, 52, 372–387. <https://n9.cl/toha2>
4. Tadeo L. Analysis of pesticides in food and environmental samples. Madrid, España. INIA; 2008: 177 - 200. <https://n9.cl/57f2x>
5. Lucero P. Agrotóxicos y vida cotidiana: Impacto del agronegocio en la salud de los habitantes rurales en la última década. VII Jornada de Sociología de la UNLP, 3 al 5 de diciembre de 2014, Ensenada, Argentina. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.4749/ev.4749.pdf.
6. Jáquez Matas S, González Valdez L, Irigoyen Campuzano Rl, Ortega Martínez V. Comportamiento de plaguicidas persistentes en el medio ambiente. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional. Durango November 20, 2013, pp 1–17. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/16959>
7. Organización de las Naciones Unidas ONU FAO. FAO en Ecuador. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. FAO Américas.
8. Naranjo Márquez A. La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador.; Maldonado A, Chérrez C, Bravo, E. B., Ed.; ISBN: 978-9942-28-632-1: Quito, 2017.
9. AGROCALIDAD Ministerio de Agricultura y Ganadería. Agencia de control fito y zoo sanitario, Coordinación General de Registro de Insumos Agropecuarios Dirección de Registro de Insumos Agrícolas <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/Plaguicidas-prohibidos-en-Ecuador-1.pdf>
10. Chen X, Panuwet P, Hunter R, Riederer A, Bernoudy G, Barr D, Ryan P. Method for the quantification of current use and persistent pesticides in cow milk, human milk and baby formula using gas chromatography tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 2014, 970, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2014.08.018>.
11. Espinosa Ruiz J. Análisis de pesticidas en muestras de alimentos: tratamiento de la muestra y determinación por LC y GC acoplada a MS. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante - España, agosto de 2018. bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Jlespinosa. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Jlespinosa>
12. Fong W, Moye H, Seiber J y Toth J. Pesticides residues in foods: techniques and regulations. 1999; Munich: John Wiley & Sons. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19991102612>
13. Romero Hernández J, Amaya Chávez A, Miranda Rivera M, García Fabila M. Métodos cromatográficos para la determinación de Endosulfán En Alimentos. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 2018, Vol. 34, 81–94. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp01.06>.
14. Reglamento de Control y Regulación de Cadena de Producción de leche. Acuerdo Ministerial 36 - Registro Oficial 231 de 27-abr-2018. Estado: Vigente <https://n9.cl/jo1q4>.

- 15.** Zheng G, Han C, Liu Y, Wang J, Zhu M, Wang C, Shen Y. Multiresidue Analysis of 30 Organochlorine Pesticides in Milk and Milk Powder by Gel Permeation Chromatography-Solid Phase Extraction-Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Am. Dairy Sci. Assoc.* 2014, 97(10): 6016–6026. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8192>.
- 16.** Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012. Quinta revisión Leche y productos lácteos. Directrices para la toma de muestras (ISO 707:2008, IDT) https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_707extracto.pdf
- 17.** Observatorio para la Innovación Silvoagropecuaria y la Cadena Agroalimentaria. Determinación de pesticidas organoclorados en suelo agrícola y productos agropecuarios de la comuna de Chonchi, Provincia de Chiloé. <https://opia.fia.cl/601/w3-article-7776.html>
- 18.** Cueva G. Determinación de residuos del herbicida 2,4-diclorofenoxi-ácido acético en naranjilla (*Solanum quitoense*) por cromatografía de gases; *Infoanalítica*; 2013.
- 19.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en <http://www.fao.org>.
- 20.** Goetschel Gómez M, Coba J. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en frutillas (*fragaria spp.*), recolectadas en la provincia de Pichincha por cromatografía de gases (CG-ECD); 2017 <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10780>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Financiamiento. Los autores declaran si recibieron financiamiento.

Agradecimiento. Los autores reflejan el esfuerzo y el aporte que las personas aportaron al desarrollo del presente artículo científico



Exportaciones de cacao y elaborados en el marco comercial multipartes Ecuador y la Unión Europea

Cocoa and processed exports in the multiparty trade framework of Ecuador and the European Union

Exportações de cacau e processados no quadro comercial multiparte do equador e da União Europeia

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.177>

Bella Cecilia Crespo Moncada¹
bella.crespo.moncada@gmail.com

Félix David Freire Sierra²
ffreires@ulvr.edu.ec

Marisol Jacqueline Mercedes Idrovo Avecillas²
midrovoa@ulvr.edu.ec

Martha Beatriz Hernández Armendáriz²
mhernandez@ulvr.edu.ec

Alex Aurelio Ibarra Velásquez²
aibarrave@ulvr.edu.ec

¹Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador

²Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador

Artículo recibido el 12 de agosto 2022 / Arbitrado el 2 de septiembre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

Ecuador en el 2019 la cadena agroalimentaria de cacao y sus elaborados generó divisas por exportación en USD 763.880.386, se realizó una proyección con la metodología de regresión lineal simple y la cifra para el 2020 estimada es de USD 760.503.000, es decir disminuirá ligeramente. Para el 2019 se exportó al mercado de la Unión Europea USD 215.487.000 se proyecta que para el 2020 se exportará USD 209.842.000 causando una baja significativa de USD 5.645.000 debido a diferentes causas entre ellas el COVID-19 y otra posible causa la baja de los precios durante finales del 2019 y comienzo del 2020. En la comparación de las medias de los dos periodos antes del Acuerdo Comercial Multipartes y después del ACM se pudo evidenciar que existe un decrecimiento del 0,39% que estadísticamente no es significativo, pero no hay un aumento que se esperaría a raíz de la firma del acuerdo. Para finalizar en el 2019 la Unión Europea importó cacao y sus elaborados del Mundo USD 27.375.151.000 y Ecuador le vendió USD 215.730.000 es decir Ecuador es tiene una participación del 0,788%. Esto se explica debido a las ex colonias que proveen a la Unión Europea por estar más cercano a su mercado.

Palabras clave: Exportación de Cacao; Acuerdo Comercial Multipartes; Unión Europea

ABSTRACT

Ecuador in 2019 the cocoa agri-food chain and its products generated foreign exchange by export in USD 763.880.386, a projection was made with the simple linear regression methodology and the figure for 2020 estimated is USD 760,503,000, that is will decrease slightly. For 2019, USD 215.487.000 was exported to the European Union market. It is projected that by 2020, USD 209.842.000 will be exported, causing a significant drop of USD 5,645,000 due to different causes, including COVID-19 and another possible cause. The drop in prices during the end of 2019 and the beginning of 2020. In the comparison of the averages of the two periods before the Multiparty Trade Agreement and after the MCA, it was evident that there is a decrease of 0.39%, which is not statistically significant but there is no increase that would be expected following the signing of the agreement. To end in 2019, the European Union imported cocoa and its processed products from the world for USD 27.375.151.000 and Ecuador sold it USD 215.730.000, that is, Ecuador has a share of 0.788%. This is explained by the former colonies that supply the European Union with being closer to its market.

Key words: Cocoa Export, Multiparty Trade Agreement, European Union

RESUMO

Equador em 2019 a cadeia agroalimentar do cacau e seus produtos geraram divisas por exportação em USD 763.880.386, uma projeção foi feita com a metodologia de regressão linear simples e o valor para 2020 estimado é de USD 760.503.000, ou seja, diminuirá ligeiramente. Para 2019, foram exportados USD 215.487.000 para o mercado da União Europeia. Prevê-se que até 2020 sejam exportados USD 209.842.000, causando uma queda significativa de USD 5.645.000 devido a diferentes causas, incluindo COVID-19 e outra causa possível. A queda dos preços durante o final de 2019 e início de 2020. Na comparação das médias dos dois períodos anteriores ao Acordo Comercial Multipartidário e após o MCA, ficou evidente que há uma queda de 0,39%, o que não é estatisticamente significativo, mas não há aumento que seria esperado após a assinatura do acordo. Para encerrar 2019, a União Europeia importou cacau e seus produtos processados do mundo por US\$ 27.375.151.000 e o Equador vendeu US\$ 215.730.000, ou seja, o Equador tem uma participação de 0,788%. Isso se explica pelas ex-colônias que abastecem a União Europeia por estarem mais próximas de seu mercado.

Palavras-chave: Exportação de Cacao, Acordo Comercial Multipartidário, União Europeia

INTRODUCCIÓN

El pasado 1 de enero de 2017 ingresó en vigencia el Acuerdo Comercial Múltipartes entre Ecuador y la Unión Europea que sustituyó al sistema previo SPG+ de preferencias arancelarias (1).

El Acuerdo Comercial constituye un hito histórico en las relaciones bilaterales entre la UE y Ecuador. Concede significativas concesiones arancelarias inmediatas para Ecuador en agricultura y liberaliza al 100% sus productos industriales y pesqueros, mientras que la Unión Europea obtiene beneficios arancelarios en un período de tiempo más prolongado (hasta 17 años), reconociendo de esta manera el principio de asimetría en los niveles de desarrollo entre ambas partes (1,2). Los mercados de servicios, financieros y compras públicas se abrirán gradualmente para no impactar negativamente a las economías de cada parte y se garantizan los movimientos de capital y las inversiones (2,3). El cultivo de cacao en Ecuador tiene 570.217 hectáreas y en producción 464.592 hectáreas que producen en promedio 204.432 toneladas, con un promedio de rendimiento nacional de 0,44 tn/ha según cifras del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (4) al 2018 más de 100.000 familias dependen directamente de la cadena agroalimentaria de cacao y otras 100.000 familias están inmersa en toda la cadena de comercialización y transformación de cacao. Ecuador exportó en el 2019 USD 763.880.386 y a la Unión Europea exportó USD 215.487.000 es decir 28,21% (4, 5). En este contexto el objetivo de esta investigación es analizar las exportaciones de cacao y sus elaborados

en el marco comercial multipartes Ecuador y la Unión Europea. La iniciativa es analizar las exportaciones hacia la UE de cacao y sus elaborados en el periodo 2014-2016 comparado con el periodo 2017-2019 en donde se firmó el tratado comercial con la UE. Además de realizar una proyección para los próximos tres años de las exportaciones de cacao y sus elaborados.

En 2021, las exportaciones a la Unión Europea en total alcanzaron un valor de \$3.768,2 millones de dólares con una participación de 14,1% en las exportaciones totales de Ecuador, es decir de cada dólar exportado por Ecuador 14 centavos son destinados a la Unión Europea. Según la información del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca-MPCEIP, desde enero de 2017 que se firmó el acuerdo comercial entre Ecuador y la Unión Europea, se ha incrementado 450 nuevas empresas exportadoras, más de 25.000 plazas de trabajo creadas y se han incorporado más de 190 productos nuevos de exportación (6).

Según las declaraciones de Felipe Ribadeneira, presidente de la Federación Ecuatoriana de Exportadores-FEDEXPOR, la balanza comercial continúa siendo favorable para-Ecuador en 2020, teniendo un superávit comercial con la Unión Europea de EUR 1.401 millones.

En referente a las exportaciones de cacao y sus elaborados en el 2021 en datos consolidados se ha exportado a la UE con \$265,9 millones de dólares que representa el 7% de las exportaciones totales. De allí la importancia y relevancia de este producto milenario y el más antiguo de exportación del Ecuador (7).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación descriptiva y bibliográfica, se aplicó un enfoque cuantitativo, se efectuó análisis de regresión lineal para proyectar las exportaciones de cacao y sus elaborados; además se respaldó en información técnica y estadística del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) por medio del Sistema Información Pública Agropecuaria (SIPA) (8), Trade Map (9), Banco Central del Ecuador (BC), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (4). Se realizó una comparación de la participación de las exportaciones hacia la UE en el período 2014-2016 y después de la firma

del Tratado de Acuerdo Comercial Múltipartes para verificar si han aumentado o decrecido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la Tabla 1, las exportaciones de cacao y sus elaborados tienen una curva lineal positiva y mediante la herramienta de análisis de regresión lineal simple se puede realizar una proyección de hasta tres años con los datos desde el 2014 hasta el 2019

A continuación, se presenta las exportaciones de cacao y sus elaborados desde 2014 hasta el 2019.

Tabla 1. Exportaciones de cacao y sus elaborados desde el 2014 a 2019.

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cacao en grano	587.427.720	705.346.640	621.965.193	589.747.530	665.177.314	657.255.616	816.392.266
Licor de cacao	35.088.260	37.241.960	45.165.088	36.826.101	34.772.849	46.638.254	72.392.918
Manteca de cacao	46.007.620	33.058.320	41.454.947	24.796.547	33.003.845	28.193.744	23.218.653
Chocolate	26.112.030	20.089.250	23.812.805	23.244.113	29.340.629	18.785.216	11.530.380
Cacao en polvo	13.075.530	13.897.730	13.439.611	12.195.940	13.596.892	11.790.735	9.643.375
Pasta de cacao	1.218.010	1.600.880	3.448.597	1.034.507	671.448	355.164	1.045.653
Grasa y aceite de cacao	552.190	702.280	395.223	651.005	469.595	306.942	445.834
Cascara de cacao	569.950	0	0	0	0	554.715	354.600
TOTAL (USD)	710.053.324	811.937.060	749.681.464	688.495.743	777.032.572	763.880.386	935.023.679

Fuente: Servicio de Información Pública Agropecuaria (SIPA), 2020 (8).

En la Tabla 2 se observa que las exportaciones de cacao y sus elaborados en el 2020 tienen una pequeña disminución de USD 3.378.000 con respecto al 2019, y según la proyección en el 2021 se recupera y se exportará USD 763.452.000 y para el 2022

USD 766.402.000. La media de exportación en los años que ya se ha implantado el Acuerdo Comercial Múltipartes con la Unión Europea es decir en el período 2017 a 2019 es de USD 743.135.000.

Tabla 3. Proyección de cacao y sus elaborados para los próximos tres años.

Año	Exportaciones de cacao y sus elaborados (Miles USD)
2014	710.053
2015	811.937
2016	749.681
2017	688.495
2018	777.032
2019	763.880
2020*	760.503
2021*	763.452
2022*	766.402

*Proyección Fuente: Servicio Información Pública Agropecuaria (SIPA), 2020 (8).

El mercado de la Unión Europea

La Unión Europea es una comunidad política de derecho constituida en régimen sui géneris de organización internacional nacida para propiciar y acoger la integración y gobernanza en común de los Estados y los pueblos de Europa. Tiene una superficie de 4.476 millones de km² su fundación fue el 1 de noviembre de 1993, Maastricht, Países Bajos, su capital Bruselas, la población es de 517.111.329 habitantes, la tasa de crecimiento poblacional es 0,19%, el índice de Gini (2016) está en el

puesto 47 y es de 30,8 la tasa de desempleo 6,3% (octubre de 2019), el PIB (Billones USD , 2017) es de 17,11, el PIB Per Cápita en USD, 2017 es de 40.900 por persona al año, el crecimiento del PIB (2017) 2,3% y una tasa de inflación del 1,5% (5,10).

Como se puede observar en la Tabla 3 para el 2020 las exportaciones de cacao y sus elaborados hacia UE alcanzarán a USD 209.842.000, en el 2021 se recuperan a USD 210.146.000 y para el 2022 USD 210.450.000.

Tabla 4. Exportaciones de cacao y sus elaborados hacia UE e Importaciones de UE desde al resto del mundo.

Código del producto	Descripción del producto	Ecuador exporta hacia Unión Europea (UE 28) (Miles USD)			Unión Europea (UE 28) importa desde el mundo (Miles de USD)		
		2017	2018	2019	2017	2018	2019
'1801	Cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado	186.509	176.550	196.438	5.538.801	5.641.198	5.757.458
'1804	Manteca, grasa y aceite de cacao	20.884	20.228	14.931	3.336.299	3.434.369	3.583.335
'1803	Pasta de cacao, incl. desgrasada	1.034	926	2.355	1.980.391	1.855.739	1.898.362

Código del producto	Descripción del producto	Ecuador exporta hacia Unión Europea (UE 28) (Miles USD)			Unión Europea (UE 28) importa desde el mundo (Miles de USD)		
		2017	2018	2019	2017	2018	2019
'1806	Chocolate y demás preparaciones alimenticias que contengan cacao	1.345	1.090	1.501	14.648.211	15.416.356	15.309.134
'1802	Cáscara, películas y demás desechos de cacao	170	506	357	20.352	17.283	17.791
'1805	Cacao en polvo sin adición de azúcar ni otro edulcorante	425	201	148	870.998	860.472	809.071
TOTAL		210.367	199.501	215.730	26.395.052	27.225.417	27.375.151

Fuente: TRADE MAP, 2020 (9).

En la Tabla 5 se realiza una comparación de tres años antes de la firma del Acuerdo Comercial Múltipartes y el porcentaje de participación exportado hacia la Unión Europea y de igual manera se realiza una comparación después de la firma del Acuerdo Comercial Múltipartes con su porcentaje de participación exportado a la Unión Europea.

En la Tabla 5 se puede observar que existe una media de participación de las exportaciones

de cacao y sus elaborados en el período analizado antes (2014-2016) del Acuerdo Comercial Múltipartes de 28,01% y la media de participación del período analizado después (2017-2019) de 27,62% es decir existe un decrecimiento de 0,39% que estadísticamente no es significativo. Además, podemos destacar que el mejor año de participación porcentual de cacao y sus elaborados hacia la UE es el año 2015 y el menor fue el 2014 con 26,34%.

Tabla 5. Participación porcentual de las exportaciones de cacao y sus elaborados hacia la UE.

Año	Exportaciones de cacao y sus elaborados (Miles USD)	Exportaciones de cacao y sus elaborados hacia UE (Miles USD)	Participación % de las exportaciones a la UE	Media de Participación (%) antes y después del Acuerdo Comercial Múltipartes
2014	710.053	190.398	26,81	
2015	811.937	238.139	29,33	
2016	749.681	209.156	27,9	28,01
2017	688.495	194.842	28,3	
2018	777.032	204.643	26,34	
2019	763.880	215.487	28,21	27,62

Fuente: Servicio Información Pública Agropecuaria (SIPA), 2020 (8).

Discusión

Según cifras del 2021 consolidadas del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (6) las exportaciones de cacao y sus elaborados alcanzaron USD 265,9 millones de dólares, lo que sobrepasó la estimación que era de USD 210,14 millones de dólares en un 26,53%. Entonces la metodología de regresión lineal no pudo predecir, la rápida recuperación de los países europeos compradores de cacao de Ecuador.

En total de acuerdo MPCEIP, en que afirma que el Acuerdo con la UE ha incrementado nuevas empresas y fomentado plazas de trabajo y la incorporación de nuevos productos de exportación hacia este destino.

De acuerdo con lo manifestado por FEDEXPORT (7) existen nuevos productos entre ellos están incluidos en la partida arancelaria 1806 "chocolate y demás preparaciones alimenticias que contengan cacao" para el 2018 se exportó USD 1.090 millones de dólares y en el 2019 USD 1.501 millones de dólares. Y para el 2020 en plena pandemia alcanzo USD 914 millones de dólares. Se recupera a niveles antes de la pandemia en el 2021 con USD 1.341 millones dólares.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo de analizar las exportaciones de cacao y sus elaborados en el marco Comercial Múltipartes entre Ecuador y la Unión Europea se puede concluir que al realizar la comparación de las medias de exportación de los dos períodos, antes del Acuerdo Comercial Múltipartes (2014-2016) y después del ACM (2017-2019) se pudo evidenciar que existe un

decrecimiento del -0,39% que estadísticamente no es significativo, pero no hay un aumento que se esperaría a raíz de la firma del acuerdo comercial.

Para el 2019 la Unión Europea importó cacao y sus elaborados del Mundo USD 27.375.151.000 y Ecuador vendió USD 215.730.000 es decir Ecuador tiene una participación del 0,788%. Esto se explica debido a las ex colonias que proveen a la Unión Europea y por estar más cercano a su mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rendón F, Guevara A. Plan de comercialización para la exportación de cacao orgánico hacia la Unión Europea, bajo modelo de asociatividad [Internet]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo; 2013. Disponible en: <https://n9.cl/zosj2>
2. Cepeda S. Análisis de las exportaciones de cacao del ECUADOR tomando en consideración el acuerdo multipartes con la Unión Europea, en el periodo 2003-2018 [Internet]. PUCESE - Escuela de Comercio Exterior; 2020. Disponible en: <https://n9.cl/6001j>
3. Instituto de promoción de Exportaciones e Inversiones. Ficha Técnica de Unión Europea – 2019 [Internet]. PRO ECUADOR. 2019. Disponible en: <https://n9.cl/3cful>
4. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC. 2019.
5. León F, Calderón J, Mayorga E. Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador / Strategies for cultivation, marketing and export of aroma fine cocoa in Ecuador. UNEMI. 2016;9(18):45–55.
6. Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. Acuerdo Comercial de Ecuador con Unión Europea arroja resultados positivos – Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca [Internet]. 2022 [citado el 30 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/ko67e>

7. FEDEXPOR. Comercio bilateral entre la Unión Europea y Ecuador creció un 16% en 2021 [Internet]. 2022 [citado el 30 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/0o6u5u>

8. Servicio de Información Pública Agropecuaria. Cacao (*Theobroma cacao* L) — ficha [Internet]. SIPA. 2020. Disponible en: <https://n9.cl/nbyks>

9. TRADEMAP. Comercio bilateral entre Ecuador y China [Internet]. Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. 2020. Disponible en: <https://n9.cl/rwbzl>

10. Baldeón Aragón S. Impacto económico y social del sello de comercio justo en las exportaciones de cacao orgánico de las cooperativas peruanas hacia la Unión Europea. *San Martín Emprend* [Internet]. 2013;4(1):3–14. Disponible en: <https://n9.cl/67gdc>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Potencial para la producción de café orgánico en fincas de la provincia de Oxapampa, Pasco

Potential for the production of organic coffee in farms in the province of Oxapampa, Pasco

Potencial para a produção de café orgânico em fazendas na província de Oxapampa, Pasco

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.178>

Jaime Rafael Saravia Ramos¹
jsaraviar@undac.edu.pe

Benito Filemón Buendía Quispe¹
bbuendiaq@undac.edu.pe

Guillermo Gomer Cotrina Cabello¹
gcotrinac@undac.edu.pe

Pedro David Córdova Trujillo²
pcordova@unheval.edu.pe

¹Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco. Pasco, Perú

²Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú

Artículo recibido el 3 de agosto 2022 / Arbitrado el 11 de octubre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

El estudio tiene como propósito determinar el potencial la influencia de limitantes en la producción, certificación de café orgánico de las fincas de los distritos de Chontabamba, Oxapampa y Huancabamba, provincia de Oxapampa, Pasco-Perú, durante la temporada del año 2019 a 2020, Metodología de investigación fue aplicada, nivel de transversal, la muestra estuvo constituida por 82 fincas cafetaleras de Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba, Provincia de Oxapampa. El muestreo fue tipo probabilístico por conglomerados. Las técnicas utilizadas son: Observación, entrevistas, revisión documental, las herramientas utilizadas fueron; ficha de observación, guía de entrevista. La investigación se desarrolló buscando conocer las potencialidades, para responder a las razones bajo crecimiento de la caficultura orgánica en el del ámbito de estudio. El Resultado obtenido fue encontrar el 9.8% de los caficultores se ubican en el grupo I y ellos tiene un potencial alto para certificar y producir café orgánico en el corto plazo; el 73.2% de los caficultores se ubican en el grupo II, tiene un potencial medio de 17.1% de los caficultores ubicados, el grupo III, tiene un potencial bajo, conclusiones las principales limitaciones de manejo tecnológico sociales, económicos para la certificación, producción de café orgánico en el ámbito de estudio según su relevancia son: la débil asociatividad de los productores, la carencia de financiamiento, bajo nivel de manejo tecnológico, deficiente asociatividad que influye directamente en la cadena de valor del café no consolidada, la débil gestión empresarial, limitado financiamiento del proceso de certificación.

Palabras clave: Potencial productivo; Certificación orgánica; Café orgánico; Proceso de certificación

ABSTRACT

The study aims to determine the potential influence of limiting factors in the production, certification of organic coffee farms in the districts of Chontabamba, Oxapampa and Huancabamba, province of Oxapampa, Pasco-Peru, during the season from 2019 to 2020, research methodology was applied, cross-sectional level, the sample consisted of 82 coffee farms in Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba, Province of Oxapampa. The sampling was probabilistic by conglomerates. The techniques used were: Observation, interviews, documentary review, the tools used were; observation sheet, interview guide. The research was developed seeking to know the potentialities, to respond to the reasons for the low growth of organic coffee growing in the area of study. The result obtained was to find that 9.8% of the coffee growers are located in group I and they have a high potential to certify and produce organic coffee in the short term; 73.2% of the coffee growers are located in group II, they have a medium potential of 17.1% of the coffee growers located in group III have a low potential. The main social, economic and technological management limitations for the certification and production of organic coffee in the study area according to their relevance are: the weak associativity of the producers, the lack of financing, low level of technological management, deficient associativity that directly influences the unconsolidated coffee value chain, weak business management, limited financing of the certification process, and the lack of a good quality of the coffee.

Key words: Production potential; Organic certification; Organic coffee; Certification process

RESUMO

O estudo visa determinar a influência potencial de restrições na produção, certificação de fazendas de café orgânico nos distritos de Chontabamba, Oxapampa e Huancabamba, província de Oxapampa, Pasco-Peru, durante a temporada de 2019 a 2020, metodologia de pesquisa foi aplicada, em nível transversal, a amostra consistiu de 82 fazendas de café em Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba, província de Oxapampa. A amostragem foi probabilística por conglomerados. As técnicas utilizadas foram: Observação, entrevistas, revisão documental, as ferramentas utilizadas foram: folha de observação, guia de entrevistas. A pesquisa foi realizada com o objetivo de descobrir o potencial para responder às razões do baixo crescimento do cultivo de café orgânico na área de estudo. O resultado obtido foi descobrir que 9,8% dos cafeicultores estão localizados no grupo I e têm um alto potencial para certificar e produzir café orgânico a curto prazo; 73,2% dos cafeicultores estão localizados no grupo II, com um potencial médio de 17,1% dos cafeicultores localizados no grupo II. 1% dos cafeicultores localizados no grupo III têm um baixo potencial. As principais limitações sociais, econômicas e tecnológicas de gestão para a certificação e produção de café orgânico na área de estudo de acordo com sua relevância são: a fraca associatividade dos produtores, a falta de financiamento, baixo nível de gestão tecnológica, associatividade deficiente que influencia diretamente a cadeia de valor do café não consolidado, gestão empresarial fraca, financiamento limitado do processo de certificação.

Palavras-chave: Potencial produtivo; Certificação de órgãos; Café orgânico; Processo de certificação

INTRODUCCIÓN

Perú país principal exportador del café orgánico; la mayor parte de los caficultores peruanos compartirán territorios de mismas características agroecológicas en producción de café orgánico y similares condiciones socioeconómicas y algunos contando con el apoyo económico del estado, la provincia de Oxapampa, que cuenta con una buena calidad de café, por sus pisos ecológicos y suelos adecuados, el inicio de la caficultura orgánica se remonta en los años 2001 en adelante; a la fecha no existe un avance significativo en sostenibilidad en la adopción de esta tecnología (1).

En la actualidad aproximadamente el 10% de la superficie de café son orgánico, cuenta con tendencia que percibe en los distritos de Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba, tiene un aproximado de producción una superficie de 1500 hectáreas de cultivo de café no existe indicios de crecimiento de la caficultura orgánica.

Según el reporte encontrados en el ámbito nacional en su investigación identifica los elementos que incide en la adopción de la producción orgánica; los productores con mayor experiencia en el cultivo del café, los varones, los que participan en asociaciones o cooperativas, La mayor superficie sembrada de café, son los que acceden a financiamiento de: capacitación y asistencia técnica; tienen mayores probabilidades de producir café con certificación orgánica (2).

Las principales limitantes para la certificación de café orgánica en Perú son: los

costos de certificación orgánica, la existencia del periodo de transición, la baja disponibilidad de abono orgánico, el incremento en los costos de la mano de obra, la ausencia técnicos especialistas y el incremento de las plagas en el cultivo. En la actualidad se identificó la problemática contextual que persiste en el trabajo de investigación para contribuir con informaciones relacionada al análisis del potencial, las limitantes en el desarrollo de programas de certificación y producción de café orgánico (3).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación fue aplicado de nivel descriptivo de corte transversal, se realizó una prueba piloto de la encuesta con la finalidad de tomar datos para ajustar el instrumento de recolección de datos; en el mes de enero y febrero. el trabajo se realizó en tres fases: fase de precampo, fase de campo y fase de gabinete: Fase de precampo, fase de gabinete. Lo que permitió realizar trabajos de exploración para determinar la población y tamaño de la muestra. El Diseño de investigación fue el diseño No experimental específico de tipo descriptivo- transversal el propósito del diseño fue Describir, analizar e interpretar dos variables independientes.

La población estuvo constituida por todas las unidades productivas de las localidades y distritos de Chontabamba, Oxapampa y Huancabamba de la provincia de Oxapampa, región Pasco-Perú, identificado por 833 fincas cafetaleras del total 70% de hectáreas de fincas cafetaleras. La muestra fue seleccionada de tipo probabilística

subgrupo de población, en que la elección de los elementos se priorizó la probabilidad, de la participación voluntaria de los productores de café que disponían de tiempo, presencia en el momento de la entrevista y cercanía a los ejes viales terrestres. El cálculo del tamaño mínimo de la muestra en estudio está representado por

82 fincas cafetaleros que han sido determinados a partir de la población, se empleó una precisión de 5%, de límite de confianza de 95%; con la seguridad de ser certeros los datos en un 95% al ser encuestadas. La muestra estuvo distribuida como se demarca en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las muestras por distritos.

Distritos	población	Nh/N	Muestra	
Oxapampa	410	0.4922	40	
Chontabamba		272	0,3265	27
Huancabamba		151	0.1813	15
Total		1000	82	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase de campo

Estimación del potencial para la producción y certificación de café orgánico. Análisis del

cumplimiento de condiciones por el método. La presente dimensión cuenta con nueve aspectos, para el caso de cómputo se adiciona a los que no usan productos de síntesis química, con el rango cero (0).

Tabla 2. Condición y uso de productos de síntesis química.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
0	12.5	11.1	0.0	7.9
1	18.8	8.3	0.0	9.0
2	12.5	2.8	0.0	5.1
3	12.5	30.6	7.1	16.7
4 a 9	43.8	47.2	92.9	61.3

En la Tabla 2 se puede ver que solamente el 12.5% de los caficultores del distrito de Chontabamba y el 11.1% del distrito de Oxapampa, y en promedio el 7.9% de la población no emplean productos de síntesis química (fertilizantes, insecticidas, nematicidas, fúngicas y herbicidas) en ninguna fase cultivo de café o

en cultivos diferentes al café fueron calificados con (0) puntos. La misma tabla se puede mostrar que solo el 28.8% de los caficultores de Chontabamba y el 8.3% de Oxapampa emplean productos de síntesis química en una fase del cultivo de café o en cultivos diferentes al café; y el 12.5% de los caficultores de Chontabamba

y el 2.8% de Oxapampa emplean productos de síntesis química en dos labores del café o en cultivo diferentes al café. El 12.5% de los caficultores de Chontabamba, 30.6% de Oxapampa y 7.1% de Huancabamba emplean productos de síntesis química en tres fases del cultivo de café o en otros cultivos. El 43.8% de los caficultores de Chontabamba, 47.2% de Oxapampa y 92.9% de Huancabamba emplean productos de síntesis química en el rango de cuatro a nueve fases administrativas del cultivo de café o cultivos diferentes al café.

Condición de producción la finca

En la Tabla 3 se destaca que en el distrito de Chontabamba el 87.5% de los caficultores alcanzan producciones mayores a 625 kilogramos de café pergamino seco. ha-1. año-1 (kcps. ha-1. año-1); en Oxapampa el 91.7% de

los caficultores alcanzan producciones mayores a 625 kcps ha-1. año-1; y en Huancabamba el 85.7% de los caficultores alcanzan producciones > a 625 kcps. ha-1. año-1; en promedio 88.3% de la población en estudio cumplió el máximo puntaje y fueron calificados con 1 punto.

Por otra parte, En Chontabamba, Oxapampa y Huancabamba, sólo el 12.5%, 8.3% y el 14.3% respectivamente, alcanzan producciones menores a 625 kcps. ha-1 año-1, es decir la producción media anual del 11.7% de los predios están por debajo del nivel mínimo establecido. Es importante resaltar que influyeron en los resultados la presencia de predios cafetaleros tradicionales de bajos rendimientos (Variedad. Típica con rendimientos menores a 10 qq.ha-1) y pequeñas parcelas.

Tabla 3. Volumen de producción, según número de aspectos en %.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
> 625 kbps/ha/año.	87.5	91.7	85.7	88.3
< 625 kbps/ha/año.	12.5	8.3	14.3	11.7

En la Tabla 3 se destaca que el 3.1% de los caficultores ubicados sólo en Chontabamba y en promedio el 1% de la población en estudio cumplen con esta condición al realizar las once prácticas de conservación adecuadas y obteniendo la máxima calificación de once cumplen con el 15.6% de los caficultores de Chontabamba y el 3.9% de Oxapampa realizan

como máximo diez prácticas de conservación. El 9.4% de los caficultores de Chontabamba y el 8.3% de Oxapampa realizan máximo de nueve prácticas de conservación. El 12.5% de los caficultores de Chontabamba y el 13.9% de Oxapampa realizan hasta ocho prácticas de conservación.

Tabla 4. Conservación de recursos naturales, según número de aspectos en %.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
11	3.1	0.0	0.0	1.0
10	15.6	13.9	0.0	9.8
9	9.4	8.3	0.0	5.9
8	12.5	13.9	0.0	8.8
7	34.4	30.6	7.1	24.0
6	21.9	13.9	0.0	11.9
5	3.1	16.7	57.1	25.6
4 a 1	0.0	2.8	35.7	12.8

Cabe resaltar que entre los productores que practican de once a ocho actividades de conservación no figuran los productores del distrito de Huancabamba, dado a que éstos aparecen entre los que practican menos de siete actividades de conservación.

El incumplimiento de esta condición es: la falta de siembra de coberturas vivas, no manejo de aguas mieles, no manejo de las aguas servidas, no empleo barreras vivas, no practica de las siembras en contorno, no manejo de pulpas de café, no manejo de plásticos, y el restante no conserva bosques y aguas (4).

Condición 5. Disponibilidad de mano de obra familiar

En la Tabla 5 se puede apreciar que el 59.4% de los caficultores del distrito de Chontabamba, el 44.4% de Oxapampa y el 85.7% de Huancabamba y en promedio el 63.2% de la población estudiada disponen de mano de obra familiar y en su mayoría se invierte en las labores de la finca, éstos obtuvieron la puntuación máxima de tres puntos asignadas a esta condición.

Tabla 5. Disponibilidad de mano de obra familiar, según número de aspectos en %.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
3	59.4	44.4	85.7	63.2
2	18.8	25.0	7.1	17.0
1	21.9	30.6	7.1	19.9

El 40.6% de los caficultores de Chontabamba, el 55.6% de Oxapampa y el 14.3% de Huancabamba deben contratar mano de obra para cubrir hasta dos actividades o labores de la finca (Tabla 5).

La falta de mano de obra familiar se explica por la alta demanda de ésta en el sector construcción de los gobiernos locales y

regionales, que pagan mejores salarios por la mano de obra no calificada.

Conocimientos generales sobre caficultura orgánica

En la Tabla 6 se puede apreciar que el 50%, el 47.2% y el 42.9% de los caficultores de los distritos de Chontabamba, Oxapampa y

Huancabamba, respectivamente y en promedio el 46.7%, manifestaron poseer excelentes conocimientos sobre la caficultura orgánica al cumplir con los 5 aspectos evaluados y haber obtenido cinco puntos como calificación (5).

El 50%, el 52.78% y el 57.14% de los caficultores de Chontabamba, Oxapampa y Huancabamba, respectivamente y en promedio el 53.3%, sólo conoce de 1 hasta 4 de los aspectos evaluados.

Tabla 6. Conocimiento sobre caficultura orgánica, según número de aspectos en %.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
5	50.0	47.2	42.9	46.7
4	28.1	5.6	21.4	18.4
3	9.4	16.7	21.4	15.8
2	9.4	13.9	7.1	10.1
1	3.1	16.7	7.1	9.0

Como se indica en la Tabla 7 en donde se aprecia que el 78.1% de los caficultores del distrito de Chontabamba, el 88.9% de Oxapampa y el 85.7% de Huancabamba están asociados o mostraron una actitud positiva frente a la

conformación de grupos o asociaciones; por tanto, esta población global (en promedio el 84.2%) obtuvo un punto como máxima calificación de la condición.

Tabla 7. Disposición para asociarse.

Aspectos	Chontabamba	Oxapampa	Huancabamba	Promedio
Positivo	78.13	88.89	85.71	84.2
Negativo	21.88	11.11	14.29	15.8

Discusión

En cuanto a los resultados se puede indicar que han sido los esperados y se tiene la certeza de que es completamente válida, toda vez que ha sido bastante rigurosa para la estimación de los niveles de potencialidad, por tanto, se confirma su veracidad. Sin embargo, por ser un estudio descriptivo, no se puede generalizar los resultados para otros contextos (6).

Con relación al primer objetivo, se encontró que el 7.9% de la población estudiada cumple con

la primera condición, al no emplear productos de síntesis química en ninguna fase del cultivo; el 88.3% de los productores cafetaleros cumplen con la segunda condición al producir volúmenes mayores a 625 kcps. ha⁻¹.año⁻¹; el 44.4% de la población estudiada. Según cumplen con la tercera condición, al tener condiciones y labores adecuadas de beneficio del café; el 1.0% de los caficultores cumplen con la cuarta condición al conservar adecuadamente los recursos naturales; el 63.2% de los productores

cumplen con la quinta condición al disponer de mano de obra familiar; el 46.7% cumplen con la sexta condición al poseer conocimientos sobre caficultura orgánica; y el 84.2% cumplen con la séptima condición al tener buena disposición para asociarse (7).

En la caficultura tradicional del ámbito de estudio el empleo de productos de síntesis química es mínimo, sin embargo, en estos resultados ha influido la entrega de insumos químicos y plántones de vivero del proyecto Mejoramiento y recuperación del servicio de las capacidades productivas de los productores Cafetaleros afectados por fenómenos bióticos adversos roya amarilla del cafeto, provincia de Oxapampa, región Pasco 2013-2016, y el empleo de productos de síntesis química en otros cultivos en la finca cafetalera, Además, estos resultados nos señalan que hay un porcentaje de cumplimiento bajo o debilidades en las condiciones 1, 3 y 4 del manejo tecnológico para la producción y certificación del café orgánico. Estos resultados coinciden con lo hallado por (8), en su investigación denominado Potencial para la producción y certificación de café orgánico en fincas del departamento de Caldas, Colombia, quienes encontraron que el 15.2% de los caficultores cumplen con la primera condición, el 71% la segunda condición, el 27.3% cumplen la tercera, la cuarta sólo el 2.3%, el 76.0% de la población dispone de la mano de obra familiar, el 45.7% cumple la condición sexta y el 96.6% tiene buena disposición para asociarse. Lo que indicaría también que hay debilidades comunes en el manejo tecnológico en fincas de pequeños productores cafetaleros

beneficiarios de los programas agrícolas de apoyo de los gobiernos locales y regionales y en aquellos que adoptan alternativas de producción con cultivos diferentes al café. Las fincas cafetaleras tienen un **potencial alto** para producir y certificar café orgánico, al no emplear productos de síntesis química y tener niveles de producción mayores a $625 \text{ kcps} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$; estos fueron clasificados como grupo I y calificados con puntajes ponderados mayores a 75 puntos, y los productores pertenecen sólo a los distritos de Chontabamba y Oxapampa. En el grupo II con puntajes entre 50 a 75 puntos, se clasificó el 79.3% de los caficultores, estos tienen un **potencial medio**; al emplear productos de síntesis química y su producción es mayor $625 \text{ kcps} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. Por último, en el grupo III con puntaje menores a 50 puntos se clasificó el 11.0% de los predios, éstos tienen un **potencial bajo**, al usar productos de síntesis química y su producción es menor a $625 \text{ kcps} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

Predominancia del potencial medio en manejo tecnológico de las fincas se debe a que los estándares orgánicos exigen la sostenibilidad del ecosistema cafetalero garantizando la inocuidad y calidad del producto mediante aplicación de prácticas de mejoramiento y/o conservación de la biodiversidad, el suelo y el agua. Estos resultados tienen tendencias similares, aunque con ligeras variaciones por ser de contextos diferentes, al comparar con quienes hallaron que el 7.6% de los caficultores se ubican en el grupo I, el 7.6% en el grupo II, el 59.1% en el grupo III y el 25.7% en el grupo IV; un 7.6% de

caficultores tiene un **potencial alto**, el 66.7% un **potencial medio** y el 25.7% tiene un **potencial bajo** para producir café orgánico.

Con este potencial se pueden iniciar programas de certificación en el corto y mediano plazo, dado a que el grupo I tiene un potencial alto para producir y certificar café orgánico, al no utilizar productos de síntesis química y puede optar por fijar su periodo de transición en 1 año; El grupo II tiene un potencial medio para producir y certificar café orgánico, por utilizar productos de síntesis química y puede fijar su periodo de transición entre 3 a 5 años; según lo indican las normas de UE, NOP, JAS (9).

Con relación al segundo objetivo del estudio; del análisis de potencialidades tecnológicas se encontró que limitantes tecnológicas se encuentran en el uso de productos de síntesis química en café, en la conservación de recursos naturales y las condiciones y labores de beneficio del café. Del análisis de cumplimiento de las condiciones y aspectos, y tomando como referencia a la población del grupo II, El 92.1% de productores emplean productos de síntesis química; estos resultados coinciden con lo hallado y el 84.8% no cumple esta condición. De la misma manera, en el distrito de Villa Rica, (10) en su tesis Propuesta de un proceso de calidad en la producción de café en Oxapampa-Villa Rica basado en la gestión. Por procesos para aumentar la productividad, reportó en el capítulo, cumplimiento de requisitos de certificaciones, entre varias opciones de manejo integrado de plagas, que el 72% de la MYPES cafetaleras utiliza pesticidas para el manejo de

plagas y un 54% utiliza pesticidas o fertilizantes químicos en sus cultivos.

En cuanto a conservación de los recursos naturales; el 99% de la población en estudio no cumple con esta condición; encontraron que el 97.7% tampoco cumple con esta condición. Este bajo nivel de cumplimiento se puede corroborar también con los reportes del estudio de (11), en cuanto a control de impacto al medioambiente, encontró que el 54% desconoce las consecuencias de sus procesos productivos es decir no manejan adecuadamente el cultivo, no hace conservación de suelo ni tratan los residuos. En cuanto a labores de beneficio del café, el 55.6% la población estudiada no cumple con todos los aspectos de esta condición; los resultados tienen similitud con el estudio (12). Las limitantes por incumplimiento y desconocimiento de los procesos productivos idóneas por parte de los caficultores fueron el 76% en la fermentación, el 62% en lavado del café, el 73% en secado, el 53% en almacenamiento y el 60% en transporte y carga. Así mismo, en las entrevistas en profundidad; los datos indicados de 38 el 30.6% de los entrevistados indican que las limitantes para no incursionar en la caficultura orgánica es el débil desarrollo organizacional de los productores; el 23.8% indican que las limitantes para no incursionar o continuar en la caficultura orgánica es la falta de financiamiento para la etapa de transición; el 15.4% indican que las limitantes son los altos costos de certificación; el 12.9% de los productores indican que las limitantes son la resistencia al cambio del productor; el 9.10% de los productores señalan que las limitantes

son el desconocimiento de mercados de café orgánico y el 8.2% de los productores indican que las limitantes son la baja tecnología en la producción del café. Esta limitante también es ratificada por la información obtenida en el análisis documental de esta tesis (13).

Como el estudio de quienes reportan que las principales limitantes encontradas en la Asociación de Productores Agropecuarios Pusapno Oxapampa APAPO de Chontabamba son: la cadena de valor del café poco consolidada, dispersión de intereses de los asociados, uso de tecnología y procesos productivos tradicionales, carencia de tradición asociativa e identidad productiva, falta de liderazgo, bajos niveles de confianza entre asociados y gestión organizacional deficiente. De la misma manera en la región encontraron que las limitantes que impide la certificación orgánica en productores organizados es la falta de financiamiento para la inversión en el periodo de transición y otros gastos del proceso de conversión en finca y el proceso lento de la resistencia al productor (14). Coincidentemente también en su investigación encontró que las limitantes son el costo de la certificación orgánica y la existencia de un periodo de transición. Por otro lado, en su investigación, también encontró que las principales limitantes son los altos costos de la certificación, la falta de financiamiento para producción, entre otras. Según los resultados presentados, y estableciendo el orden de prioridad, las limitantes vendrían a ser; primero la asociatividad (incluye análisis de cadena de valor, competitividad), segundo; el financiamiento, y tercero; el manejo tecnológico (15).

Al respecto, aquí se puede enfatizar que las

limitantes de mayor relevancia hallados son del tipo social (débil asociatividad y la resistencia al cambio del productor), esto da a entender que los productores no conocen las ventajas de la asociatividad y que las organizaciones de productores no cuentan con capital social ni liderazgos adecuados. Esto también explicaría la situación de precariedad en la que se encuentra la cadena productiva del café en el ámbito de estudio muy a pesar a que cuenta con el apoyo de infraestructura de procesamiento del café por partes de las Municipalidades Distritales de Chontabamba y Huancabamba. En este sentido, las limitantes del tipo financiero y del manejo tecnológico, pierden relevancia frente a esta gran problemática del tipo asociativo, toda vez que muchas experiencias de productores organizados reportan estos tipos de limitantes que han sido superados por las gestiones organizacionales eficientes (16)

CONCLUSIONES

Las fincas cafetaleras del ámbito de estudio cuentan con un potencial medio en manejo tecnológico para la producción y certificación del café orgánico, además con esto quedaría demostrado que el factor tecnológico no es una limitante determinante que impide el crecimiento de la caficultura orgánica en el ámbito de estudio. Las limitantes de mayor importancia o influencia para la producción y certificación del café orgánico en fincas del ámbito de estudio, en orden de importancia asociatividad de los productores, la falta de financiamiento y el eficiente manejo tecnológico del café.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams L, Campos J, Yangua G. Principales factores que limitan el desarrollo organizacional de una asociación cafetalera. Estudio de caso: Asociación de Productores Agropecuarios de Pusapno Oxapampa [Tesis de Grado]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12443>
 2. Agencia Agraria Oxapampa AAO. Diagnóstico de la Cadena Productiva de Café. Oxapampa-Perú: 2da. Edición. Manuel de la Oficina de Competitividad de la Agencia Agraria Oxapampa; 2016
 3. Altieri M. Agroecología; Bases científicas para una agricultura sustentable. nordan-comunidad.1999;25(2):26-40
 4. Álvarez A, Saravia R, Wo Chong T. La importancia de la asociatividad en los negocios inclusivos: propuesta para el desarrollo de las relaciones entre café compadre y los productores cafetaleros de Satipo (Tesis de título profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú.2017. disponible en <https://n9.cl/zb57l>
 5. Arias F. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología de investigación. Caracas: Epieteme, A.C 6ta Edición.2012. Disponible en [_HttpINVESTIGACION%3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf](http://investigacion.org/3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf)
 6. Benavente K. Propuesta de un proceso de calidad en la producción de café en Oxapampa-Villa Rica basado en la gestión por procesos para aumentar la productividad [Tesis de Grado]. Universidad de Ciencias Aplicadas.2018. DOI: 10.19083/tesis/624415.
 7. Bio Latina. Programa Nacional Orgánico del NOP-USDA. 2014. Disponible en <https://n9.cl/50f1c>
 8. Cisneros F, Yactayo L. Fairtrade y Certificación Orgánica como estrategia para mejorar la oferta exportable de la Asociación de Productores de Cafés Especiales Mountain Coffee con destino al mercado de Alemania. [Tesis de Grado]. Universidad San Martín. 2017. Repositorio de <https://n9.cl/utpqs>
 9. Colindres E. Caracterización del sistema productivo café orgánico y en transición de doce Comunidades del Municipio de Jalapa, Jalapa (Trabajo de graduación). Universidad San Carlos de Guatemala.2008. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2351.pdf
 10. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo PROMPERÚ. Guía práctica para implementar un sistema de trazabilidad en la Cadena de Café Orgánico.2018;23(2):10-24.
 11. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo PROMPERU. Certificación orgánica. Principios básicos para la implementación y acceso a mercados internacionales sostenibles. Lima.2018; 26(3):56-75
 12. Cooperativa Agraria Cafetalera Cepro Yanasha CEPROYANESHA. Café Orgánico de Villa Rica.2020. Obtenido de <https://ceproyanasha.com>
 13. Corral Y. Validez y Confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.2010;1:2010-2020.
 14. Díaz A, Krawinkel J. Guía de las normas básicas para la agricultura orgánica. BIOLATINA SAC.2010. 1(2):127-139
 15. Díaz, D. Tipo de empaque y contenido de humedad en la conservación de la calidad de cafés especiales [Tesis de Grado]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 2018.Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3562/diaz-simeon-diana-carolina.pdf>. séquense
 16. Escamilla E. Influencia de los factores ambientales, genéticos, agronómicos y sociales en la calidad del café orgánico en México. [Tesis de Doctorado, Colegio de Posgraduados en Agroecosistemas Tropicales]. 2007. Obtenido de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASH013b/d996022e.dir/doc.pdf>
- Conflicto de Interés.** Nota: El presente artículo científico se basa únicamente para fines de publicación al Público en general donde se menciona que las publicaciones son resultados de los trabajos de investigación de los autores quienes manifestamos y autorizamos la publicación del artículo científico.
9. Colindres E. Caracterización del sistema



Tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de curtido de pieles

Treatment of wastewater from the leather tanning process

Tratamento de efluentes do processo de curtimento de couro

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.179>

Hugo Daniel García Juárez

hgarcia@ucv.edu.pe

Universidad Cesar Vallejo. Chepén, Perú

Jannie Caroll Mendoza Zuta

jannie.mendoza@unj.edu.pe

Universidad Nacional de Jaén. Jaén, Perú

Ricardo Antonio Armas Juárez

rarmasj@unp.edu.pe

Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú

Luis Edgardo Cruz Salinas

lcruzs@ucv.edu.pe

Universidad Cesar Vallejo. Chepén, Perú

Artículo recibido el 25 de julio 2022 / Arbitrado el 2 de septiembre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

El artículo presenta el diseño de una Planta de Tratamiento físico - químico de Aguas Residuales (PTAR) provenientes de los procesos de la curtiembre "Alianza Virgen de la Asunción SCRL", en Perú. Fue una investigación propositiva, el diseño de campo se fundamentó en un diagnóstico de necesidades; el análisis y recolección de información permitió identificar contaminantes muy tóxicos, como el sulfuro y el cromo, en los efluentes que descarga la empresa en el alcantarillado público. Estos compuestos pueden ocasionar graves daños para la vida de animales, vegetales y seres humanos que estén en contacto con esta agua. Del análisis de los efluentes se determinaron los siguientes valores: <0.5, cromo hexavalente < 0.001, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) 25.2, Demanda Química de oxígeno (DQO) 94.2, sólidos sedimentales 1.5, sólidos totales en suspensión 10, sulfuro < 0.00045 y pH 7.8. Se concluyó que la PTAR permite reducir la DQO en 93%, la DBO en un 92%, los sólidos suspendidos en un 95%, sulfuros en un 99% y el cromo un 96%. Los efluentes resultantes del tratamiento pueden ser reutilizados por la empresa, vertidos al alcantarillado o a una fuente de agua, ya que no son causa de contaminación ni de malos olores. La PTAR se diseñó para realizar procedimientos de tamizado, coagulación, floculación, sedimentación, precipitación y filtración de metales pesados; como respuesta a las necesidades detectadas en la empresa.

Palabras clave: Ambiente; contaminación hídrica; Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; procesos de curtiembre; Salud Pública

ABSTRACT

The article presents the design of a physical-chemical Wastewater Treatment Plant (WWTP) from the processes of the "Alianza Virgen de la Asunción SCRL" tannery, in Peru. The field design is based on a diagnosis of needs; the analysis and collection of information made it possible to identify highly toxic contaminants, such as sulfur and chrome, in the effluents discharged by the company into the public sewer system. These compounds can cause serious damage to the life of animals, plants and human beings that are in contact with this water. From the analysis of the effluents it was determined: <0.5, hexavalent chromium <0.001, Biochemical Oxygen Demand (BOD) 25.2, Chemical Oxygen Demand (COD) 94.2, sedimentary solids 1.5, total suspended solids 10, sulfur <0.00045 and pH 7.8. It is concluded that the WWTP reduces COD by 93%, BOD by 92%, suspended solids by 95%, sulfides by 99% and chromium by 96%. The effluents resulting from the treatment can be reused by the company, discharged into the sewage system or into a water source, since they are not a cause of pollution or bad odors. The WWTP is designed to carry out screening, coagulation, flocculation, sedimentation, precipitation and filtration procedures for heavy metals; in response to the needs detected in the company.

Key words: Environment; Water pollution; Residual water treatment plant; tanning processes; Public health

RESUMO

O artigo apresenta o projeto de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) físico-químico dos processos do curtime "Alianza Virgen de la Asunción SCRL", no Peru. O desenho de campo é baseado em um diagnóstico de necessidades; A análise e coleta de informações permitiu identificar contaminantes altamente tóxicos, como enxofre e cromo, nos efluentes lançados pela empresa na rede pública de esgoto. Esses compostos podem causar sérios danos à vida de animais, plantas e seres humanos que estão em contato com essa água. Da análise dos efluentes foram determinados: <0,5, cromo hexavalente <0,001, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 25,2, Demanda Química de Oxigênio (DQO) 94,2, sólidos sedimentares 1,5, sólidos suspensos totais 10, enxofre <0,00045 e pH 7,8. Conclui-se que a ETE reduz a DQO em 93%, a DBO em 92%, os sólidos em suspensão em 95%, os sulfetos em 99% e o cromo em 96%. Os efluentes resultantes do tratamento podem ser reaproveitados pela empresa, lançados na rede de esgoto ou em manancial, desde que não causem poluição ou maus odores. A ETE é projetada para realizar procedimentos de triagem, coagulação, floculação, sedimentação, precipitação e filtração de metais pesados; em resposta às necessidades detectadas na empresa.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Poluição da água; Estação de tratamento de águas residuais; processos de bronzeamento; Saúde pública

INTRODUCCIÓN

Las ciudades tienen necesidades de servicios y entre ellos, el agua potable es de vital importancia para la salud de la población. Los entes gubernamentales no solo deben asegurar la cantidad de agua sino también su calidad, que sea apta para el consumo humano. Por esta razón se originan gastos para el saneamiento de las aguas en las fuentes naturales y así convertirlas en agua potable para el uso doméstico y agro industrial. Al respecto en Perú, la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) y la Ley de Recursos Hídricos, regulan el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión (1). Esta normativa ambiental permite el control del uso del agua para las poblaciones y declara en su artículo 128 que se establecerán sanciones, para todo aquel que contamine el agua transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes o realice vertimientos sin autorización.

La ciudad peruana de Trujillo, es la tercera más poblada del país y a nivel industrial se caracteriza por ser un centro en la producción de cuero y sus derivados (2). El procesamiento del cuero es realizado por las curtiembres, el curtido es el proceso químico mediante el cual las pieles de animales son convertidas en cuero, que posteriormente se utiliza en la fabricación de diversas prendas y accesorios constituyendo materia prima para otras industrias como automotrices, de tipo artesanal, calzado y textiles, entre otras. Para ello, es necesario el empleo de varias sustancias para curtir estas pieles, entre las más utilizadas en la industria

curtiembre son el cromo y agentes curtientes vegetales como los taninos (3).

En el curtido del cuero se emplea el hidroxisulfato de cromo (III) ($\text{Cr}(\text{OH})(\text{SO}_4)$), este elemento se convierte en un residuo del proceso. El cromo es un metal peligroso que se transporta en el agua y que puede ser absorbido por plantas y animales mediante el consumo del recurso hídrico y de los alimentos contaminados por este elemento. Al ingresar, el cromo a los organismos, ya sea por ingestión, contacto o inhalación, genera efectos muy nocivos de orden genético, mutagénico y carcinógeno (4). De esta manera, los altos niveles de cromo en las aguas residuales, generadas en curtiembres que implementan procedimientos de curtido al cromo, representan una amenaza para los organismos vivos. Otro contaminante es el sulfuro de hidrógeno, el cual puede afectar tanto a los animales como a los humanos, se distribuye a través de la sangre a los pulmones, cerebro, corazón, hígado y riñones (5), pudiendo causar graves casos de intoxicación e incluso la muerte (6).

Actualmente en Perú, solo el 50% del cuero producido a nivel nacional proviene de las empresas formales, el otro 50% de la industria de curtiembres es informal, emitiendo mayores productos contaminantes a los ríos y mares, poniendo en peligro a los animales, plantas y personas que dependen de ellos para su consumo. Al ser informales no cumplen con las regulaciones ambientales para el vertido de sustancias contaminantes a los afluentes de agua. Por consiguiente, la producción de pieles está asociada a grandes impactos ambientales

que contribuyen a deteriorar la calidad de vida de las poblaciones aledañas y la salud de los ecosistemas en donde las curtiembres se encuentran funcionando (7).

Dentro de los principales problemas ambientales asociados a este tipo de industria se tiene el elevado consumo de agua, entre 30 y 35 litros por cada kilogramo de piel procesada (8); y el uso de químicos como sulfuro de hidrógeno, amoníaco y sales de cromo trivalente en los procesos de pelambre y curtido respectivamente, los cuales al ser vertidos en los cuerpos de agua disminuyen considerablemente su calidad (5,6). Además de estas sustancias químicas también se desechan altos valores de sólidos en suspensión, afectando la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) por la utilización de los mencionados químicos y por las características propias de las pieles ya que tienen elevado contenido de materia orgánica (9).

En Perú el 90% de las curtiembres están ubicadas en la provincia de Trujillo, estas proporcionan la materia prima para el sector calzado, abasteciendo en promedio al 80% del mercado. El problema es que más del 70% de las curtiembres en Trujillo no están diseñadas para realizar sus procesos de forma industrial, no poseen un sistema de tratamiento de agua por lo cual todos sus desechos van a contaminar los cuerpos de agua aledaños a la curtiembre. Una de las razones es el elevado costo para el diseño y la implementación de plantas de tratamiento de agua en las curtiembres. Si bien, existen empresas extranjeras que ofrecen el servicio

de instalación de plantas de tratamiento, estos tienen precios muy elevados los cuales no son sustentables para los propietarios de curtiembres (7).

En este orden de ideas, es oportuno citar una investigación realizada, en la provincia de Trujillo, en la región La Libertad; el cual destaca que los impactos generados en las industrias de curtiembre son generalmente negativos por la descarga de efluentes líquidos, residuos sólidos y emisiones gaseosas. Y el impacto positivo encontrado fue la mejora en la economía; porque se generan más puestos de trabajos. Se determinó que los límites máximos permisibles encontrados en la zona de estudio superan los rangos establecidos por la legislación ambiental. El impacto ambiental más importante es la contaminación a los efluentes líquidos, seguido de la contaminación por residuos sólidos y el excesivo consumo de agua, emisiones gaseosas, ruido y el uso de insumos químicos. Como posibles alternativas de solución se plantearon sistemas de tratamiento de aguas residuales, programas de reutilización y programa de monitoreo de efluentes (10).

La curtiembre en la cual se desarrolla este estudio se denomina Alianza Virgen de la Asunción SCRL" la cual se ubica en el Parque Industrial de la ciudad de Trujillo en la Mz "C4" Lote 5. Los desechos líquidos y sólidos producidos son dirigidos al alcantarillado. Es de hacer notar que la ubicación de la curtiembre es al Sur-Este aproximadamente a 37 Km del río Chicama; por consiguiente, las aguas vertidas sin tratamiento se descargan en este río produciendo su contaminación, perjudicando

así al medio ambiente y poniendo en riesgo la salud de los seres vivos como animales, plantas y personas de esa comunidad.

En la Provincia de Trujillo se están realizando labores de supervisión y control de las industrias que procesan el cuero, por parte del Ministerio del Ambiente en coordinación con los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados. Es por ello, que actividades como el curtido de pieles están siendo controladas y fiscalizadas por la autoridad ambiental de modo que las empresas dedicadas a esta actividad cumplan con los parámetros de descarga que dicta la normativa ambiental vigente (11).

Para mitigar el impacto ambiental que se produce por las actividades de las curtiembres y de ésta en particular, se propone el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales que permita disminuir los contaminantes y reciclar el agua utilizada. Para llevar a cabo la propuesta es necesario diagnosticar las características físicas y químicas de los residuos líquidos y sólidos provenientes de los diferentes procesos del curtido, y con base en estos resultados formular las respectivas alternativas de solución. Esto contribuirá de manera directa con: el cuidado del medio ambiente y el cumplimiento de la normativa legal que prohíbe verter desechos industriales en los cuerpos de agua. Del mismo modo, la curtiembre además de mejorar la calidad de sus procesos, generar recursos económicos y bienestar para sus trabajadores, también tendrá una mejor aceptación por parte de la comunidad ya que se eliminarán los malos olores que se originan por el curtido de las pieles.

La investigación contó con la factibilidad organizacional, financiera, operativa, técnica y legal para el diseño e instalación de la planta de tratamiento del agua utilizada por la curtiembre. El Gerente propietario de la empresa asignó el presupuesto para el diseño e instalación de las unidades que permitirán el tratamiento de los desechos líquidos y sólidos de acuerdo a los requerimientos técnicos. El estudio plantea la interrogante: ¿Cuáles son las características técnicas de una planta de tratamiento para mejorar la calidad del agua proveniente de los procesos de remojo, pelambre y curtido de pieles en la curtiembre “Alianza Virgen de la Asunción – SCRL” ubicada en la ciudad de Trujillo en el Departamento de La Libertad en Perú? Asimismo, el objetivo de investigación es mejorar la calidad de las aguas residuales provenientes de cada etapa del proceso de remojo, pelambre y curtido en la empresa curtiembrera “Alianza Virgen de la Asunción – SCRL” ubicada en la ciudad de Trujillo en el Departamento de La Libertad en Perú, utilizando una planta de tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al considerar el objetivo, el estudio se clasifica como proyectivo o propositivo, ya que se formula una solución con base en un diagnóstico de necesidades, en este caso, la remoción de contaminantes de las aguas provenientes de la curtiembre instalando una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El contexto en el cual se desarrolla la investigación son las instalaciones de la empresa curtiembrera “Alianza Virgen de la Asunción

– SCRL” ubicada en la ciudad de Trujillo en el Departamento de La Libertad, en Perú.

El diseño para la recolección de los datos de la investigación proyectiva, es de campo, en la Figura 1 se esquematiza los elementos

del diseño: Rx = Diagnóstico de la realidad, T = fundamentos teóricos, técnicos y legales que sustentan la propuesta; P = Propuesta; Rc = La situación real con los cambios, después de aplicada la propuesta.

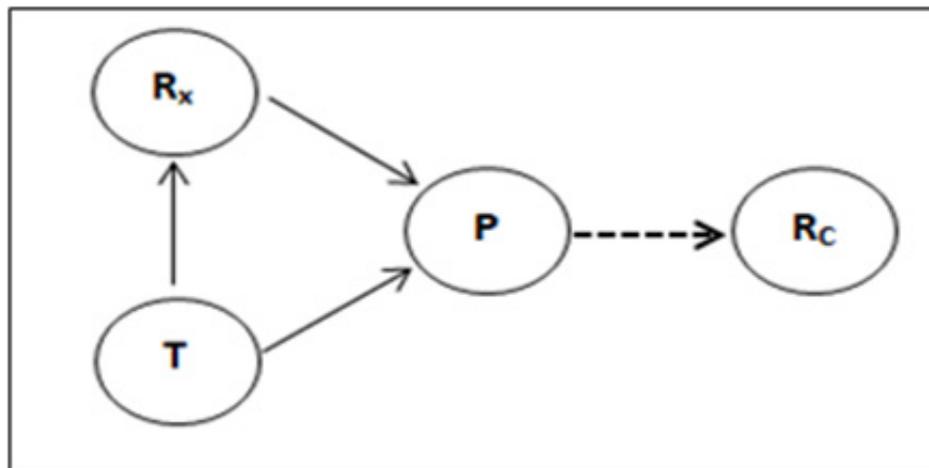


Figura 1. Diseño de investigación.

Con respecto a la definición de la variable el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, refiere que las Aguas Residuales, determina que son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (7). La instalación de una Planta para el Tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la curtiembre, permite ejecutar una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes de diversa naturaleza que están presentes en el agua servida.

El método para el análisis de las aguas provenientes de los procesos de la curtiembre se realizó según las Normas del Ministerio de

Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) siguiendo el Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente Área de Protección de los Recursos Hídricos (12).

A continuación, se resume el procedimiento para ejecutar la investigación: en una primera etapa se elaboró un flujograma de los procesos en la empresa, esto permitió la identificación y función de herramientas, maquinarias, equipos, reactivos, sustancias químicas y materia prima en las distintas áreas de producción. La segunda etapa consistió en realizar el análisis de los residuos contaminantes en cada etapa, para decidir el tipo de tratamiento más adecuado, este análisis estuvo a cargo de TYPASA, un laboratorio acreditado por el Organismo de Acreditación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del agua generada por el proceso de curtiembre, de acuerdo a los datos del Laboratorio TYPASA, se muestran en la Tabla 1.

INACAL – DA con Registro No. LE-099. También se estudió la capacidad de la planta en cuanto a los volúmenes de agua utilizados diariamente. Una última etapa es el análisis de las aguas tratadas por la planta para monitorear la calidad del agua que se vierte en el alcantarillado.

Tabla 1. Características del agua servida de la empresa curtiembre “Alianza Virgen de la Asunción SCRL.

Parámetro	Resultado	Unidad	Cumplimiento de la Norma DS 021-2009
pH	7.8	pH	6 -9
Físicos			
Solidos sedimentales (SSED)	1.5	mgSSE/l	8.5
Solidos suspendidos totales (SST)	10	mgSST/l	500
Iones Sulfuros	<0.00045	mgS ₂ -/l	
Cromo hexavalente	<0.001	mgCr ₆ /l	0.5
Orgánicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	25.2	mgO ₂ /l	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	94.2	gO ₂ /l	1000
Grasas y aceites	<0.5	mg/l	100

El pH es de 7.8, hacia la alcalinidad. Los parámetros físicos están constituidos por 1.5 mg de solidos sedimentales, 10 mg de solidos suspendidos totales, los iones sulfuros y cromo hexavalente. Los parámetros orgánicos son las Demandas Bioquímica y Química de oxígeno y los sólidos de grasas y aceites.

A partir de la caracterización de las aguas vertidas se tomaron decisiones acerca de los tratamientos necesarios que deben ser ejecutados por la PTAR en la empresa curtiembre “Alianza Virgen de la Asunción SCRL”.

Propuesta

Diseño

La propuesta de instalar la Planta de tratamiento en la empresa curtiembre “Alianza Virgen de la Asunción - SCRL”, tiene como propósito evitar la descarga del agua utilizada para el curtido de pieles a la red de alcantarillado. El agua contaminada será derivada a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para ser tratada, empleando diversas tecnologías como: lagunas facultativas, lagunas aireadas, lodos

activados o filtros percoladores, entre otros. Posteriormente, estas aguas tratadas pueden ser empleadas para el riego de cultivos, áreas verdes, piscicultura o vertidas a cuerpos de agua natural o alcantarillado (13,14). La empresa posee un área de 5000 m² de extensión, donde el procesamiento del cuero ocupa 500 m² y la planta de tratamiento tendrá una dimensión de 300 m².

El tratamiento del agua servida reducirá considerablemente los niveles de DBO y DQO, cromo y sulfuro generando un aumento del oxígeno en el agua de tal manera que sus características cumplan con las disposiciones legales para considerarse adecuada para el afluente donde se verterá. Asimismo, se producirá una disminución de los componentes tóxicos como el cromo y sulfuro. En cuanto a los sólidos suspendidos y sedimentales también se reduce su concentración, esto debido a la implementación de aire en la columna de flotación (7,10).

La función de la PTAR es garantizar la reutilización del agua para agricultura o como agua potable, al recibir el proceso adecuado.

Asimismo, asegurar que el agua tratada pueda ser regresada a ríos, mares y lagos sin ningún contaminante que pueda dañar el ecosistema que la rodea protegiendo la salud de la flora y fauna y los seres humanos que dependan de ella. Existe una responsabilidad social por parte de las industrias y es el cuidado del medio ambiente, la PTAR es una excelente opción para cuidar el medio ambiente y ponerle fin al desperdicio del agua. Antes de construir una planta, debe realizarse un diagnóstico para que su diseño cumpla con todas las exigencias legales y pueda dar respuesta a las necesidades de la industria o empresa (13).

Partiendo de los resultados del análisis de las aguas residuales de la empresa curtiembre "Alianza virgen de la Asunción – SCRL", resulta indispensable la PTAR para un correcto y más efectivo funcionamiento que permita el cumplimiento con los protocolos de bioseguridad y disminución de los niveles de contaminación de aire, suelo y agua. Como referencia se establecen los parámetros recomendados de forma general (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros Generales de efluentes de curtiembre.

Espacio físico disponible	300 m ²
Caudal real	1,95 m ³ / h
pH	9
DQO	2,085 mgO ₂ / l
DBO	1,763 mgO ₂ / l

Fuente (14).

El diseño de la planta de tratamiento considera los equipos y maquinaria para el procesamiento del cuero en las etapas: preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento

terciario. Asimismo, se deben respetar los límites permisibles cuando sale el agua de efluentes - DS 003-2010 (15), estos valores se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR).

Parámetro	Unidad	LMP de Efluentes
Aceites y grasas	Mg/l	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	ml/l	150
Temperatura	°C	<35

A continuación, se resumen las características en cada una de las etapas del proceso de curtiembre:

Pre-tratamiento

Consta de la eliminación de sólidos gruesos que existen en los vertimientos, que surgen del proceso de curtido; luego se eliminan los sulfuros en la etapa de sulfurado. Con el tamizado o cribado, se busca eliminar las partículas existentes en los residuos líquidos, para ello se implementan tamices o filtros de arena, para evitar obstrucciones en las siguientes etapas. Desde el punto de vista ambiental, usar filtros de malla en lugar de filtros de arena, evita la generación adicional de residuos sólidos, porque la arena debe cambiarse periódicamente. Desde el punto de vista operativo, es más fácil darle mantenimiento al filtro de malla siempre que se utilice una sola malla porque si se utilizan muchas capas se formaría una capa fibrosa que taponea el filtro (16).

Desengrasado. Este proceso consiste en la separación, de las grasas no emulsionadas de los componentes ligeros arrastrados por el

agua residual, para evitar que las partículas puedan causar daños posteriores, como obstrucción de tuberías, motobombas y demás, en los instrumentos utilizados en el sistema de tratamiento de aguas residuales. Debido a la alta necesidad de la empresa de eliminar estas partículas, se cuenta con una trampa de grasas, que consiste en una canal de 4,2 m de largo y 2,8 m de ancho, de tres secciones que retiene las partículas transportadas por el agua residual (17).

Eliminación de sulfuros. En la primera etapa del proceso de transformación de pieles en cuero, estas se someten a lavarlas para remover la sal que se usa para su conservación luego se adiciona humectante para ayudar a que recuperen su grado de hinchamiento natural, paso seguido se exponen a grandes cantidades de sales de sulfuro de sodio (Na_2S) y cal para remover los pelos y ayudar a ablandar la epidermis, facilitando así el descarnado de las mismas (8).

En la etapa de pelambre por la gran cantidad de agua usada y también de sales de sulfuro de sodio (Na_2S) que representan un componente altamente contaminante, es necesario el

implementar un sistema que ayude a reducir la carga de sales de sulfuro de sodio (Na_2S) que se vierte al alcantarillado, puesto que esta puede afectar la estructura de las tuberías y generar una gran contaminación en el cuerpo de agua donde será vertido (17).

Para el tratamiento de las aguas que provienen de esta etapa, se implementa el método de acidificación, el cual permite

además de eliminar la cantidad de sulfuro de sodio vertido, recuperarlo para reusarlo posteriormente. El método consta de dos etapas, proceso de reducción y proceso de recuperación, en las cuales se elimina el sulfuro de sodio que se encuentra en las aguas residuales de la etapa de pelambre (18) ver Figura 2.

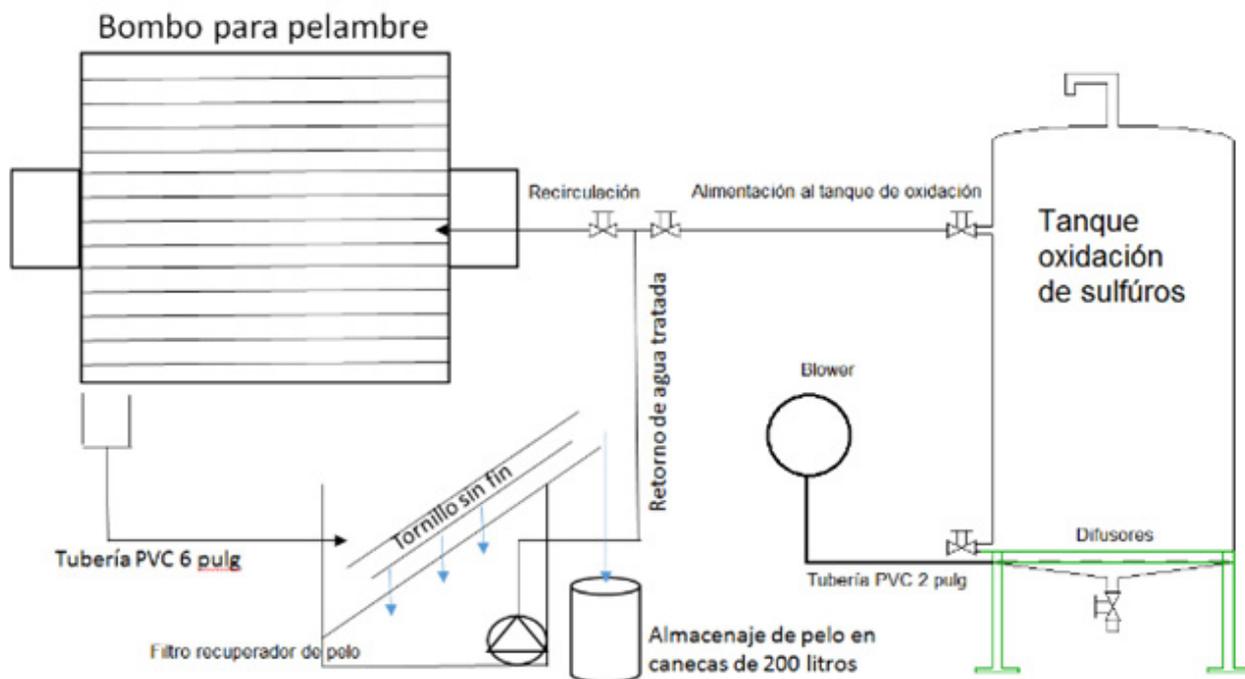


Figura 2. Esquema del sistema de oxidación de sulfuros.

Eliminación del cromo. En la etapa de curtido y recurtido las pieles que provienen de las etapas anteriores son expuestas a grandes cantidades de cromo con el objetivo de convertir la piel en cuero, otorgándole cualidades como resistencia a la humedad y al calor, evitando la descomposición de estas. La eliminación de cromo se puede reducir aplicando hidróxido de sodio como agente precipitante, en las aguas residuales obtenidas de los procesos de curtido y recurtido (5,9).

Homogenización. Se pretende homogenizar las corrientes con altos contenidos de material orgánico, sólidos suspendidos y sólidos sedimentales para poder realizar los tratamientos posteriores a una sola corriente, reduciendo la cantidad de equipos y tanques que se utilizarían. Las corrientes para homogenizar son las provenientes de las etapas de lavados, humectado, pelambre después de haber realizado el tratamiento para la eliminación

de sulfuro de sodio, piquelado, desengrase, desengrase con purga, engrasado y teñido (17).

Tratamiento primario. Para eliminar los sólidos totales: sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y sólidos sedimentables totales; DBO y DQO, se implementaría un sistema de flotación, que permitirá retirar las partículas menos densas que el agua, se obtendrá agua clarificada y limpia para su disposición a las alcantarillas públicas. Para determinar la velocidad de flotación, se procederá a colocar una mezcla de corriente homogenizada en una probeta, se realizará una observación cada 10 minutos durante un período de dos horas (13,17).

Tratamiento secundario - Coagulación y floculación. Para obtener un mejor resultado de coagulante y floculante el agua debe encontrarse con un pH entre 7 y 7,5 es por ello que previamente se realiza una neutralización; usando hidróxido de sodio con una concentración de 199.985 mg/l y un

volumen de la muestra de 500 ml, agregándole 14 ml de hidróxido de sodio a cada prueba. La primera consta de la acidificación de las aguas residuales en esta etapa, con ácido clorhídrico (HCl) con una concentración de 37,000 mg/l, logrando la volatilización o desorción del ácido sulfhídrico (H₂S). Esta etapa es importante ya que permite la eliminación del sulfuro del agua residual. En el proceso de recuperación, el H₂S(g) generado se hace reaccionar con hidróxido de sodio (NaOH), formándose así una solución concentrada de sales de sulfuro de sodio (Na₂S) (10,14,18)

Debido a las cargas de contaminantes que se generan durante el proceso de transformación de las pieles y las características químicas y biológicas del agua residual, es pertinente tomar valores referenciales, así como factores de seguridad con el fin de obtener un sistema óptimo de los principales parámetros de diseño, estos valores se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores referenciales para el sistema de tratamiento.

Pretratamiento	Tamizado	
	Desengrasado	2,6715 m ³ / h
	Eliminación de sulfuros	0,05566 m ³ / h
	Eliminación de cromo	0,2080 m ³ / h
	Homogenización	6,5441 m ³ / h
Tratamiento primario	Flotación	1,0907 m ³ / h
Tratamiento secundario	Coagulación – floculación	1,1568 m ³ / h

Fuente (14).

Con base en los requerimientos el tamiz estará construido con una serie de mallas de 14 y 40. El tanque de eliminación de cromo debe tener una longitud de 3.11 m, altura y ancho de 1m y 2m respectivamente. Las dimensiones del tanque para eliminación de sulfuro deben ser 0.84m de longitud y 1m de altura y ancho. El tanque para la homogenización y trampa de grasas debe poseer un Caudal de diseño Q_p de 6.5441 m³ / h, su bomba debe tener una potencia de 0.31 hp (19).

Una alternativa para reducir la contaminación, en el proceso de pelambre es no realizar la destrucción del pelo, por ello no se debe emplear abundante sulfuro de sodio como agente reductor para destruirlo, sólo para ablandarlo. Se añade cal para removerlo y agentes depilantes menos contaminantes como enzimas proteasas de origen vegetal, trabajando con un pH entre 7.5 y 9. El pelo se retira por filtración, esto disminuye la carga de contaminación del efluente. De esta manera se puede reducir el 30% aproximadamente de la DQO, un 69% de los sólidos suspendidos y un 90% de los sulfuros (17,20).

Otra opción para disminuir la contaminación es la recirculación de cromo, el cual se precipita como un hidróxido insoluble empleando un hidróxido de sodio a un pH de 8.5, luego se produce la separación del sólido por filtración, decantación, centrifugación y luego se lo re-dissuelve con ácido para incorporarlo nuevamente al proceso (13); de esta forma el cromo se reduce en el efluente en un 98% y los sólidos suspendidos en un 80% (21); en el proceso de curtido se puede incrementar la absorción

del cromo controlando la temperatura y el pH (8,13). Para reducir el consumo de agua se puede optar por la incorporación de sistemas de control como medidores de flujo y válvulas; la opción de la reutilización del agua también debe ser considerada para procesos no tan críticos como el remojo y los lavados (8).

Discusión

Los resultados de la investigación coinciden con lo que reporta Barrera (22) en la colonia “El Maestro” en Guatemala, después que se instaló la planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de una curtiembre, disminuyó en un 98% los contaminantes en las aguas residuales y esto redujo significativamente las enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada en esta comunidad. Los resultados de Portilla (23), también están de acuerdo, este autor concluye que un sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales de la Curtiduría Serrano en Quito, conformado por un sistema de aireación difusa junto a un proceso de coagulación – floculación para las aguas de pH básico y ácido por separado, reducen los contaminantes en más de un 70%.

CONCLUSIONES

El muestreo de las aguas residuales de la empresa curtiembreira “Alianza Virgen de la Asunción SCRL” se observó que las descargas de las aguas que se vierten sin ningún tratamiento, contienen sólidos totales, sulfuro y cromo; contaminando los afluentes de la zona industrial de la ciudad de Trujillo cuyas descargas terminan en el río Chicama. Las

descargas de efluentes contaminados afectan la calidad del agua y la salud de animales, vegetales y personas. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales apropiada para las necesidades de la empresa curtiembre "Alianza Virgen de la Asunción SCRL" posee una viabilidad económica y técnica que permite reducir el DQO en un 95%, el DBO en un 99% y una remoción de sólidos casi total.

De acuerdo a las necesidades de la empresa, el diseño de la PTAR quedó conformada por los siguientes procesos: cribado mediante los tamices 14 y 40 en acero inoxidable situados al interior de una tubería de 3 pulgadas, seguido de una trampa de grasas con dimensiones de 4,2 metros de largo por 2,8 metros de ancho, la cual comunica a una serie de tanques en donde se realizará la eliminación de componentes como el cromo y el sulfuro, posteriormente el fluido es dirigido a un tanque de homogenización donde se estabilizará el agua, para finalmente ser depositada en el tanque de flotación por aire directo, de donde se busca una remoción del 85 % de sólidos suspendidos y por último el tanque de coagulación y floculación, donde se tiene una dosificación de sulfato de aluminio (800 mg/l) y de poliacrilamida (60 mg/l) respectivamente, en el cual se eliminará la materia de suspensión.

El agua procesada por la planta de tratamiento permite su reutilización o recirculación del agua dentro de la empresa en más de un 70%. Las características del efluente obtenido cumplen con los parámetros exigidos por el Ministerio del Ambiente del Perú, por lo tanto, se permite su vertido en el alcantarillado o cuerpos de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio del Ambiente. Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Marzo 29, 2009. República del Perú [Documento en línea] <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos nacionales. Resultados definitivos de los censos nacionales en el Perú; 2017. <http://censo2017.inei.gov.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>
3. Germillac M. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial en curtiembres. Santiago de Chile: Procesos industriales Virtual Pro. 2007. (62). Iberoamérica;
4. Borda-Prada O. Evaluación y reducción de los niveles de cromo en muestras de aguas residuales provenientes de curtiembres. *L'esprit Ingénieur*; 2014;5(1); DSpace Repository, Universidad de Santo Tomás, Colombia. <http://bibliotecavirtualoduca.uc.cl:8081/handle/11634/5036>
5. Foureman G. Revisión toxicológica del sulfuro de hidrógeno. 2011.
6. Química internacional. Documento de Evaluación. Sulfuro de hidrógeno: aspectos de la salud humana 2003; (53).
7. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Fiscalización ambiental de aguas residuales. Ministerio del Ambiente de Perú. 2018 [Internet] https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
8. Ramassami T. Aspectos ambientales del procesamiento del cuero, México: McGraw Hill, 2009.
9. Angelinetti A, Cantera C. Remojo, depilado y sus aguas residuales. Problemas y soluciones 1987, Buenos Aires, Argentina Centro de Investigación de Tecnología del Cuero (CITEC).
10. Pinedo R. Impactos ambientales generados por la Curtiembre D-Leyse, en el distrito de El Porvenir, provincia Trujillo, región La Libertad", Tingo María, Perú"; 2012. <https://n9.cl/1upgx>
11. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) Ley N° 27446, 2016

- 12.** Ministerio de Salud de Perú. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos. Dirección de Ecología y protección del Ambiente. Área de Protección de Recursos Hídricos; Lima, 2007.
- 13.** Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales Sistema de Referenciación Ambiental (SIRAC) para el sector curtiembre en Colombia. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres en Colombia, 2004. <https://www.icesi.edu.co/blogs/gestionintegralindustrial/files/2011/10/SIRAC-Curtiembres.pdf>
- 14.** García O, Ramírez L. Evaluación de una propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales de curtiembre y marroquinería FB. Fundación Universidad de América. Colombia, Bogotá; 2019.
- 15.** Ministerio del ambiente Sistema Nacional de información Ambiental Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda; 2010. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas>
- 16.** Bezama A, Márquez F. Recuperación de reactivos de los efluentes de curtiembres. En: PAMPÍM Ramón., et al., Producción limpia en la industria curtiembre. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 2007.
- 17.** Muñoz M, Hidalgo D. Evaluación de tratamientos primarios de los efluentes de pelambre y curtido para su posible reutilización. En: PAMPÍM Ramón., et al., Producción limpia en la industria curtiembre. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 2007.
- 18.** Cortés Cubillos OD, Alarcón Vargas I. Evaluar la reducción de la carga de sulfuros en los efluentes del proceso de pelambre mediante su recuperación por el método de acidificación. Retrieved. 2016. From https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/293
- 19.** Lombeida L. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre. Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Químico. Facultad de Ciencias Químicas Quito: Universidad Central Del Ecuador. 2013. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9724/1/T-UCE-0008-Q001-2017.pdf>
- 20.** Martínez, B.S.Y.; Romero, C.J.A. Revisión Del Estado Actual De La Industria De Las Curtiembres En Sus Procesos Y Productos: Un análisis De Su Competitividad. Rev. Fac. Cien. Econ. 2017, 26, 113–124
- 21.** Alzate T.A. Proyecto Gestión Ambiental en la industria de Curtiembre en Colombia. Diagnóstico y estrategias. 2008 Disponible: <https://n9.cl/4pqtb>
- 22.** Barrera R. Estudio de pre factibilidad para el diseño, planificación y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la Colonia El Maestro, municipio de Chiquimula. Guatemala, 2011. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2290_IN.pdf
- 23.** Portilla A. Análisis Técnico Ambiental del proceso de la Curtiduría Serrano de la ciudad Ambato y diseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Ambiental Grado Académico de Tercer Nivel. Carrera de Ingeniería Ambiental. Quito: UCE; 2013. Repositorio digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1564?mode=full>
- Conflicto de Intereses.** El autor declara que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.
- Financiamiento.** El autor declara que no recibió financiamiento.
- Agradecimiento.** El autor agradece al personal técnico y gerencial de la empresa “Alianza Virgen de la Asunción - SCRL”, Así como también todo el apoyo prestado por la comunidad.



Efecto de la suplementación de selenio orgánico y vitamina E sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*)

Effects of organic selenium and vitamin E supplementation on productive parameters of guinea pigs (*Cavia porcellus*)

Efeitos da suplementação orgânica de selênio e vitamina E sobre parâmetros produtivos de cobaias (*Cavia porcellus*)

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.180>

Rosario del Pilar Telles Velásquez
rtellesv@unjbg.edu.pe

Luis Adolfo Ramos-Mamani
lramosm@unjbg.edu.pe

Hugo Flores Aybar
hfloresa@unjbg.edu.pe

Héctor Rodríguez Papiuco
hrodriguezp@unjbg.edu.pe

Miguel Angel Padilla Mamani
mpadillam@unjbg.edu.pe

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú

Artículo recibido el 3 de agosto 2022 / Arbitrado el 14 de octubre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

El estudio trata acerca de los efectos de las dietas suplementadas con vitamina E y selenio orgánico sobre la eficiencia productiva en cuyes (*Cavia porcellus*). El estudio se llevó a cabo en una granja para animales menores en la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, sede Tacna, durante ocho semanas con 189 cuyes machos destetados (raza Perú). Fueron distribuidos en 21 jaulas. Los tratamientos consistieron en una dieta basal, que fue el tratamiento control, y 6 tratamientos experimentales (T1 a T6), que incluyeron la dieta basal enriquecida con diferentes niveles de vitamina E y selenio orgánico. Veintisiete cuyes fueron asignados a cada uno de los siete grupos de tratamiento. Cada grupo recibió una dieta basada en pellets además de alfalfa verde para cumplir con los requisitos de bienestar animal. Una vez finalizado el periodo experimental, se evaluó la ganancia de peso, la tasa de velocidad de crecimiento y el índice de conversión alimenticia. Los resultados de la investigación indicaron que la co-suplementación de vitamina E y selenio orgánico tuvo efectos significativos en los parámetros productivos, con todas las variables en los grupos de tratamiento superiores a las del grupo de control.

Palabras clave: Cuy; Dieta; Vitamina; Selenio

ABSTRACT

The study deals with the effects of the diets supplemented with vitamin E and organic selenium on productive efficiency in guinea pigs (*Cavia porcellus*). The study was carried out in a small animal farm at the School of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, for eight weeks with 189 weaned male guinea pigs (Peru breed). They were distributed in 21 cages. The treatments consisted of a basal diet, which was the control treatment, and 6 experimental treatments (T1 to T6), which included the basal diet enriched with different levels of vitamin E and organic selenium. Twenty-seven guinea pigs were assigned to each of the seven treatment groups. Each group received a pellet-based diet plus green alfalfa to meet animal welfare requirements. At the end of the experimental period, weight gain, growth rate and feed conversion ratio were evaluated. The results of the research indicated that co-supplementation of vitamin E and organic selenium had significant effects on productive parameters, with all variables in the treatment groups superior to those in the control group.

Key words: Guinea pigs; Diet; Vitamin; Selenium

RESUMO

O estudo trata dos efeitos de dietas suplementadas com vitamina E selênio orgânico na eficiência produtiva de cobaias (*Cavia porcellus*). O estudo foi realizado em uma pequena fazenda de animais na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, durante oito semanas com 189 cobaias desmamadas (raça peruana). Elas foram distribuídas em 21 gaiolas. Os tratamentos consistiam de uma dieta basal, que era o tratamento de controle, e 6 tratamentos experimentais (T1 a T6), que incluíam a dieta basal enriquecida com diferentes níveis de vitamina E selênio orgânico. Vinte e sete cobaias foram designadas para cada um dos sete grupos de tratamento. Cada grupo recebeu uma dieta à base de pellets mais alfafa verde para atender às exigências de bem-estar animal. Após o final do período experimental, foram avaliados o ganho de peso, a taxa de crescimento e a taxa de conversão alimentar. Os resultados da investigação indicaram que a co-suplementação de vitamina E selênio orgânico teve efeitos significativos nos parâmetros de produção, com todas as variáveis nos grupos de tratamento sendo mais altas do que as do grupo de controle.

Palavras-chave: Cobaias; Dieta; Vitamina; Selênio; Selênio

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es una importante alternativa a las fuentes tradicionales de proteína para familias de bajos ingresos en la zona andina. Actualmente, se produce a nivel tecnificado y familiar debido a su facilidad de reproducción, palatabilidad y valor nutricional (1,2); en la crianza comercial, la adición de suplementos a las dietas es común, con el propósito de influir en la calidad y cantidad de las carcasas, incrementando su valor nutricional (3), los productores buscan alcanzar una producción rápida y de alta calidad, considerando el valor económico, cultural y social de la carne de cuy.

El selenio está reconocido como un elemento esencial para la producción animal desde hace medio siglo (4) debido a sus propiedades antioxidantes, teniendo un impacto positivo en factores de crecimiento relevantes, como la ganancia de peso y la velocidad de crecimiento, en diferentes animales de producción (5). La vitamina E es otro importante micronutriente con propiedades antioxidantes naturales tanto en humanos como animales, ayudando a mantener la homeostasis mediante la prevención del estrés oxidativo y el daño de los radicales libres, además mantiene la bioactividad en la membrana celular, preservando las cadenas de ácidos grasos poliinsaturados (6). La suplementación de selenio y vitamina E en algunas dietas animales produce un efecto sinérgico, mejorando tanto la producción como la calidad de la carne (7,8).

El objetivo de esta investigación es evaluar los efectos de las dietas suplementadas con

3 diferentes concentraciones de selenio y 2 concentraciones de vitamina E en los parámetros productivos (velocidad de crecimiento, ganancia de peso, conversión alimenticia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue desarrollado en el Módulo de Crianza de Cuyes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, teniendo como animales de experimentación a 189 cuyes machos destetados de la raza Perú, durante 8 semanas.

El diseño experimental fueron 6 tratamientos y un tratamiento control; siendo los tratamientos: Tc: dieta basal (DB); T1, T2 y T3: DB con 30 mg/kg Vitamina E + 0.30, 0.40 y 0.50 mg/Kg Selenio respectivamente; T4, T5 y T6: DB con 60 mg/Kg Vitamina E + 0.30, 0.40 and 0.50 mg/Kg Selenio respectivamente. Exceptuando la Vitamina E y el Selenio suplementados, todas las dietas contienen la misma cantidad de: energía metabolizable, proteína y otros nutrientes esenciales, y fueron entregadas en forma de pellets, con niveles de proteína del 18,0% y 2,90 Mcal/kg de energía digestible. Se utilizó la premezcla de cobaya Rovimix comercial (DSM Nutritional Products, NJ, EE. UU.) que contenía 140 000 UI de α -tocoferol y 0,3 g de selenito de sodio por 1 tonelada de alimento. En los tratamientos experimentales se suplementaron vitamina E producida industrialmente, que contenía 50 % de DL- α -tocoferol (9), y selenio orgánico en forma de Sel-Plex comercial (Alltech, KY, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

En el Tabla 1 se observa los resultados de los parámetros productivos de los cuyes sometidos a los diferentes tratamientos.

Tabla 1. Parámetros productivos de cuyes en experimento.

Tratamientos	Tc	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso Inicial (promedio, en g)	428.8	413.6	413.5	415	414.5	416.1	416.9
Peso Final (promedio, en g)	1232.9	1365.5	1301.1	1329.6	1300	1338.9	1372.2
Ganancia Peso (promedio, en g)	804.1	951.9	887.6	914.6	885.4	922.8	955.3
Velocidad Crecimiento (g/día)	14.4	16.9	15.8	16.3	15.8	16.4	17.06
Conversión alimenticia (CA)	2.95	2.59	2.73	2.67	2.74	2.65	2.58

Tc: Tratamiento control, T1-T6: Tratamientos suplementados.

Todos los parámetros productivos (Tabla 1) muestran patrones incrementados durante las 8 semanas del periodo experimental, siendo el

tratamiento control el de menor rendimiento, y los tratamientos 6 y 1 los que mejor resultados mostraron en la ganancia de peso (Figura 1).

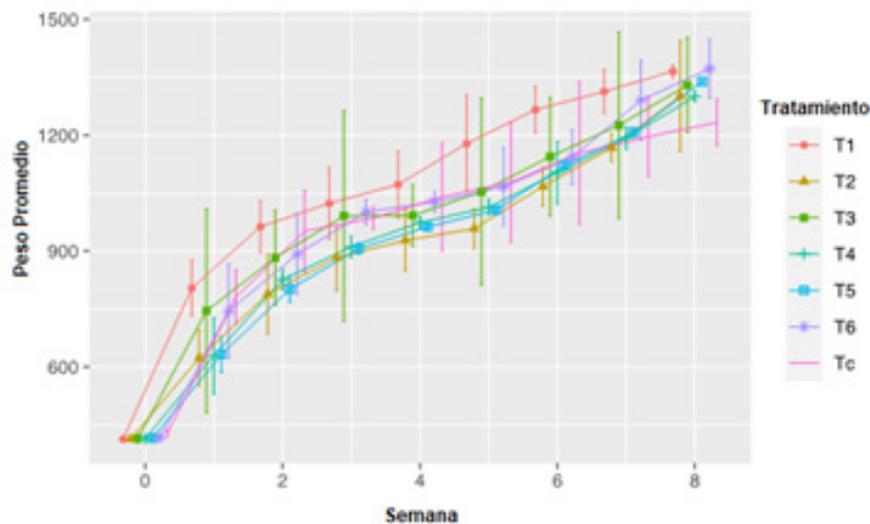


Figura 1. Ganancia de Peso Semanal.

La influencia de la nutrición suplementada en los tratamientos no fue del todo clara, los tratamientos T1-T2-T3 fueron los que tenían menor cantidad de Vitamina E y obtuvieron resultados similares a T4-T5-T6

que tenían la mayor cantidad de Vitamina E, siendo el tratamiento 6 el que destacó el mejor rendimiento general en los parámetros productivos.

Los análisis estadísticos de los parámetros productivos mostraron los mismos resultados para todas las proporciones medidas. Los ANOVA realizados para dos parámetros (peso final y velocidad de crecimiento) revelaron diferencias significativas entre tratamientos. En términos generales, las principales diferencias identificadas estuvieron relacionadas con los tratamientos T1, T5 y T6, que presentaron los mayores rendimientos.

Discusión

Dentro del estudio de Aliaga y Gómez (10) se encontraron resultados menores en los parámetros productivos al presente estudio, en cuanto a peso final, y similares en otros parámetros productivos, sin embargo, este estudio solo trabajó con 3 dietas suplementadas con selenio 0.10, 0.17 y 0.24 mg Se/kg respectivamente, cantidades menores de aditivo que este estudio, además de un solo nivel de vitamina E.

Además, en el estudio de Carmona (11) se obtuvo resultados menores referidos a la ganancia de peso, bajo la administración única de selenito de sodio ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) vía intramuscular, refiriendo únicamente su utilidad en la prevención de enfermedades mas no en la mejora productiva, esta diferencia puede deberse a la metodología de administración de selenio y a la ocurrencia de enfermedades en su estudio.

También, Chaudhary et al (12) reportaron menores rendimientos en parámetros productivos utilizando 0, 0.1, 0.2 y 0.3 ppm de selenio orgánico, esto debido a que utilizó

como dieta basal, principalmente forraje verde (maíz, soya, frijol, garbanzo, arroz) y fue en crianza doméstica. Posteriormente, Chaudhary et al (13) utilizó dietas suplementadas con 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 de selenito de sodio y tampoco encontró diferencias significativas entre tratamientos, utilizando la misma dieta basal en base a forrajes.

Asimismo, Jensen y Pallauf (14) encontraron diferencias no significativas en consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia utilizando dietas desde 0.02 hasta 0.25 mg de selenio/kg de alimento, con un aditivo constante de vitamina E.

Y para finalizar Mullo (15) utilizando el promotor natural Sel-Plex (selenio orgánico) y centrado en la producción de carne utilizando tratamientos con cantidades de 0.1, 0.2 y 0.3 ppm, concluyó que su utilización no mejoró sus parámetros productivos y reproductivos.

CONCLUSIONES

Con relación al alcance del objetivo los resultados indicaron que la suplementación con vitamina E y selenio orgánico (hasta 0,5 mg Se/kg alimento) en la dieta de cuyes en crecimiento mejora la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento en esta especie. La mejor tasa de conversión alimenticia se logró con 0,5 mg Se/kg alimento, lo que resultó en el uso eficiente de la dieta suministrada.

Esta investigación concluyó que, si bien se puede confirmar una relación directa entre los parámetros productivos y la suplementación con selenio y vitamina E, se necesitan estudios

adicionales para evaluar la calidad nutricional en el músculo del cuy (*Cavia porcellus*) y producir datos más precisos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kouakou NGDV, Grongnet JF, Assidjo NE, Thys E, Marnet P-G, Catheline D, Legrand P, Kouba M. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*. 2013; 93(4):821-826 doi: doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.036
2. Lammers PJ, Carlson SL, Zdorkowski GA, Honeyman MS. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*. Cambridge University Press; 2009;24(2):155–62.. doi: doi.org/10.1017/S1742170509002543
3. Witkowska A, Price J, Hughes C, Smith D, White K, Alibhai A. and Rutland, C.S. The Effects of Diet on Anatomy, Physiology and Health in the Guinea Pig. *Journal of Animal Health and Behavioural Science*, 2017;1(1):1-6. <https://nottingham-repository.worktribe.com/output/831036> [Consultado 15 Set 2022]
4. Schwarz, K., Foltz, C.M. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *Nutrition Reviews*. 1957;79(16):4353–4355. doi: 10.1021/ja01569a087
5. Jianhua H, Ohtsuka A, Hayashi K. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. Cambridge University Press; 2000;84(5):727–32. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114500002087>
6. Traber MG, Atkinson J. Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radical Biology & Medicine*. 2007; 43(1): 4-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.024>
7. Surai PF. Selenium in poultry nutrition 2. Reproduction, egg and meat quality and practical applications. *World's Poultry Science Journal*. Cambridge University Press on behalf of World's Poultry Science Association; 2002;58(4):431–50. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS20020032>
8. Ziaei N, Moradi-Kor N, Pour EE. The effects of different levels of vitamin-E and organic selenium on performance and immune response of laying hens. *African Journal of Biotechnology*. 2013; 12(24): 3884-3890. doi: 10.5897/AJB13.12278
9. Ogbonna, J.C. Microbiological production of tocopherols: current state and prospects. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2009;84:217–225 <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2104-7>
10. Aliaga A, Gomez C. Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sometidos a diferentes niveles de selenio dietario. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* 33. 2020;31(3): e18179. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18179>
11. Carmona V. Efecto del Selenio en cuyes (*Cavia porcellus*) de la provincia de San Marcos – 2018. Tesis de Médico Veterinario. Cajamarca - Peru. 2019. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3391>
12. Chaudhary, M., Garg, A.K., Mittal, G.K. et al. Effect of Organic Selenium Supplementation on Growth, Se Uptake, and Nutrient Utilization in Guinea Pigs. *Biol Trace Elem Res* 133, 217–226 (2010). <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8420-z>
13. Mahima, Garg AK, Mudgal V. Influence of sodium selenite on growth, nutrient utilization and selenium uptake in *Cavia porcellus*. *Pakistan Journal of Biological Sciences : PJBS*. 2012 May;15(9):448-453. DOI: 10.3923/pjbs.2012.448.453. PMID: 24163954.
14. Jensen C., Pallauf J. Estimation of the selenium requirement of growing guinea pigs (*Cavia porcellus*). *J Anim Phys Anim Nutr* 2008; 92(4): 481-491. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00738.x>
15. Mullo L. Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-Plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Riobamba - Ecuador. 2009



Clasificación óptima de los frutos de café por su madurez mediante algoritmo de control

Optimum classification of coffee fruits according to their maturity by means of a control algorithm

ARTÍCULO ORIGINAL

Classificação ótima de frutos de café de acordo com sua maturidade por meio de um algoritmo de controle



Pedro Miguel Portillo Mendoza
educa_pp@hotmail.com

Jefferson Peter Ponce Alvino
ingemecaponce@gmail.com

Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.181>

Artículo recibido el 8 de agosto 2022 / Arbitrado el 18 de octubre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito conocer en qué medida un sistema de automático controlado por algoritmo, permite la clasificación óptima de los frutos de café según el grado de madurez identificándolos por su color. Para lo cual se desarrolló una red neuronal multicapa empleando MATLAB el cual se implementó en un microcontrolador STM32F103C8, empleando como datos de entrada las características de modo de color RGB de 300 muestras de frutos de café en distintos estados de maduración, entregadas por un sensor de color TCS3200, que permitió contar con una base de datos de distintos niveles de madurez empleados para entrenar la red neuronal tipo multicapa con 3 entradas; 3 capas ocultas con 6 neuronas en la primera capa y 3 en las otras dos, así como una neurona en la capa de salida. Los datos fueron organizados de acuerdo al estado de madurez de los frutos, en "Madurez óptima" o "Madurez No Óptima". Se probó el sistema con 60 frutos de café, consiguiendo como resultado una eficiencia del 96,67% y un porcentaje de error de 3,33%; confirmando así, que el sistema de clasificación mediante el control del algoritmo y red neuronal multicapa diseñado, identifica y clasifica en base a la madurez de los frutos de café manera óptima.

Palabras clave: Clasificación de café; Algoritmo; Colores RGB; Red neuronal; Algoritmo de control

ABSTRACT

The purpose of this research is to know to what extent an algorithm-controlled automatic system allows the optimal classification of coffee fruits according to the degree of maturity, identifying them by their color. For which a multilayer neural network was developed using MATLAB which was implemented in a STM32F103C8 microcontroller, using as input data the RGB color mode characteristics of 300 samples of coffee fruits in different stages of maturation, delivered by a sensor of color TCS3200, which allowed having a database of different maturity levels used to train the multilayer type neural network with 3 inputs; 3 hidden layers with 6 neurons in the first layer and 3 in the other two, as well as one neuron in the output layer. The data was organized according to the state of maturity of the fruits, in "Optimal Maturity" or "Non-Optimal Maturity". The system was tested with 60 coffee fruits, obtaining as a result an efficiency of 96.67% and an error rate of 3.33%; thus confirming that the classification system through the control of the algorithm and multilayer neural network designed, identifies and classifies based on the maturity of the coffee fruits optimally.

Key words: Coffee classification; Algorithm; RGB colors; Neural network; Control algorithm

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é saber até que ponto um sistema automático controlado por algoritmo permite a classificação ótima de frutos de café de acordo com o grau de maturidade, identificando-os pela cor. Para o qual foi desenvolvida uma rede neural multicamada utilizando o MATLAB que foi implementado em um microcontrolador STM32F103C8, utilizando como dados de entrada as características do modo de cor RGB de 300 amostras de frutos de café em diferentes estágios de maturação, entregues por um sensor de cor TCS3200, que permitiu ter um banco de dados de diferentes níveis de maturidade utilizado para treinar a rede neural do tipo multicamada com 3 entradas; 3 camadas ocultas com 6 neurônios na primeira camada e 3 nas outras duas, além de um neurônio na camada de saída. Os dados foram organizados de acordo com o estado de maturação dos frutos, em "Maturidade Ótima" ou "Maturidade Não Ótima". O sistema foi testado com 60 frutos de café, obtendo como resultado uma eficiência de 96,67% e uma taxa de erro de 3,33%; confirmando assim que o sistema de classificação através do controle do algoritmo e da rede neural multicamada projetada, identifica e classifica com base na maturidade dos frutos de café de forma otimizada.

Palavras-chave: Classificação do café; Algoritmo; Cores RGB; Rede neural; Algoritmo de controle

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la selección de los frutos de café considerados aptos para la producción sigue realizándose de forma artesanal o manual en un gran sector de la industria, especialmente en la pequeña industria. Muchos investigadores han propuesto soluciones de automatización para este proceso mediante redes neuronales artificiales, obteniendo niveles de precisión elevados en la clasificación de granos de café empleando algoritmos bayesianos y cámaras de alta definición (1–4). Otros sistemas también están basados en lógica difusa (5) y visión artificial (6-8). Sin embargo, requieren necesariamente de una exigente adquisición de imágenes y elevada iluminación para conseguir mayor eficiencia. Con respecto a los dispositivos de control empleados para la clasificación, proponen el uso de Raspberry (9) evitando el uso de una computadora pero con menores recursos para la programación. En contraparte, (4) emplea una laptop con más recursos para realizar procesos de procesamiento de imágenes más avanzados. Por otro lado, (10) emplea Interfaz de Programación de Aplicaciones API con recepción y envío de datos mediante Linux, pero depende de una conexión de internet estable.

La Plataforma empleada para el desarrollo del algoritmo más usual por los investigadores es Matlab (11,1), lo cual requiere de licencia para su uso. Otros, emplean OpenCV que es de acceso libre (9,12,13), quienes aplicaron además C++, Python y Visual Studio. Sin embargo, estos sistemas son más complejos a pesar de tener menor carga computacional

(6); por lo cual, otros autores proponen conversiones de color mediante RGB, HIS y CIE*L*a*b* (14), para análisis físico-químicas de los frutos, aplicando el método de agrupamiento de K-medias a través de sus características colorimétricas (15). Siendo que esto implica mayor carga computacional e incrementa el tiempo de procesamiento.

Como se aprecia, las investigaciones previas proponen la identificación de frutos de café mediante algoritmos de visión artificial (11) mediante el análisis de imágenes (12) y el empleo de métodos de segmentación, reconocimiento de contornos, conversiones de color, redes neuronales, algoritmos bayesianos (16) y lógica difusa, todos ellos implementados en hardware que implican el uso de cámaras de alta definición y procesadores con sistemas operativos, con el consiguiente problema de tener un sistema limitado en su velocidad de respuesta de la cámara, código de procesamiento y sistema operativo.

En consecuencia, esta investigación busca determinar un algoritmo de control óptimo y evaluar sus resultados para la eficiencia del sistema de identificación de los frutos de café reconociéndolos por su color. Por lo cual, se propone el diseño de un algoritmo en base al reconocimiento de colores que pueda de implementarse en un hardware de bajo costo empleando un microcontrolador y fotodiodos en lugar de cámaras de alta definición buscando conseguir un sistema óptimo respecto al tiempo, precisión y costo. Para ello, se tendrá como entrada los datos las características de color de los frutos de

café adquiridos mediante un sensor de color con modo RGB, a fin de lograr una mayor velocidad de respuesta en la selección de frutos de café en comparación con los sistemas que emplean cámaras. La implementación de esta propuesta beneficiará a la industria del café, principalmente donde se requiera procesar y garantizar la calidad de los frutos para que sea precisa, rápida y eficiente, cuando se trate de considerables cantidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se evaluaron varias posibles soluciones mediante un algoritmo que permitió la clasificación óptima de los frutos de café, teniendo en cuenta criterios como la velocidad de procesamiento, la carga computacional del sistema, precisión, velocidad de respuesta, consumo de energía y costo del sistema. Es así, que se optó por un sistema de adquisición de datos en base a RGB que se adquiere de las imágenes de las muestras representativas de fruto de café para proceder

al entrenamiento y posterior simulación de la red neuronal multicapa, la misma que se implementará al microcontrolador STM32F103C8 por tener una arquitectura ARM de 32 bits y sobretodo una FPU, para finalmente evaluar la eficiencia de este sistema, como se explica en la Figura 1, donde se precisa el proceso metodológico mediante el cual toma la adquisición de las características de color de los frutos de café a través de un sensor de color RGB consistente en fotodiodos con filtro de color y un microcontrolador, llevándose a cabo un sensado por secciones empleando estos datos para la clasificación precisa de los frutos de café y contando para ello con una red neuronal multicapa que se implementó en un microcontrolador Arduino. Este microcontrolador enviará una señal al circuito del driver del servomotor para que lleve a cabo la clasificación de los frutos en base a su madurez apropiada. Por consiguiente, el método empleado para el desarrollo del sistema propuesto se aprecia en la Figura 2.

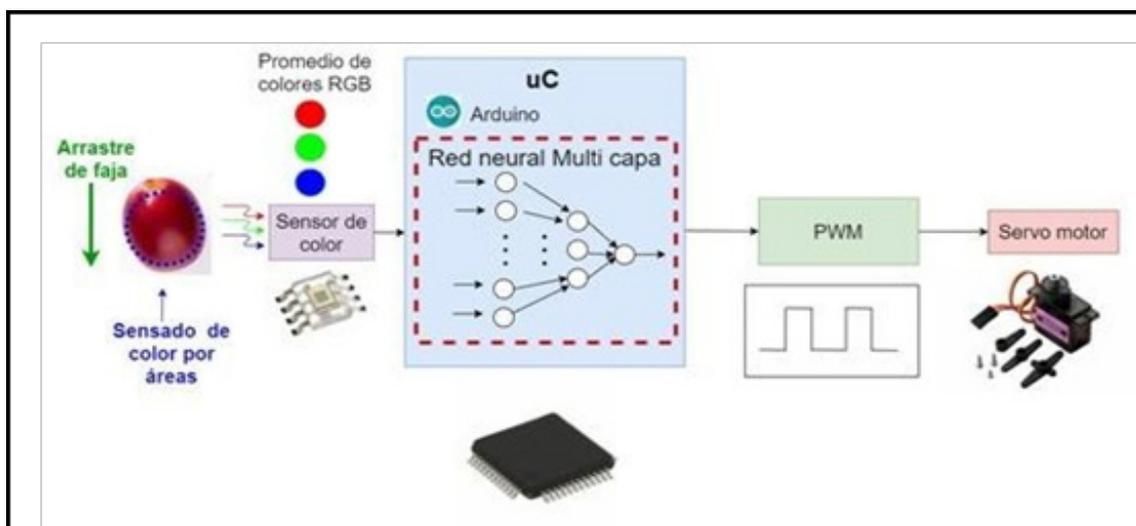


Figura 1. Diseño propuesto para la selección de los frutos de café según su madurez.

Toma de imágenes

Empleando una cámara digital se tomaron fotos de 120 frutos de café maduros, 120 inmaduros y 120 frutos sobremadurados; es decir 360 frutos en distintos estados de maduración. La captura de fotos se hizo en un fondo blanco considerando una iluminación adecuada y estable aplicándose un filtro con el fin de cambiar el color del fondo blanco al color negro, empleando la aplicación gráfica GIMP

para optimizar el sensado posterior. Asimismo, las imágenes fueron seccionadas en matrices tipo simétricas de 150 píxeles. Se utilizaron 300 imágenes para el entrenamiento, así como para la validación y prueba de la red neuronal y 60 para llevar a cabo las pruebas del sistema desarrollado con la red neuronal considerando en cada grupo muestras correspondientes a los frutos maduros, e inmaduros.



Figura 2. Método empleado para el desarrollo del sistema.

Adquisición de datos RGB

Esta etapa del proceso se realizó con el sensor de color RGB TCS3200 de 4 diodos led, el cual se conecta al microcontrolador STM32F103C8 teniendo en cuenta realizar 5

mediciones para cada dato tipo imagen de fruto de café, logrando así un promedio de color de una sección mayor de cada fruto, como se señala en la Figura 3.

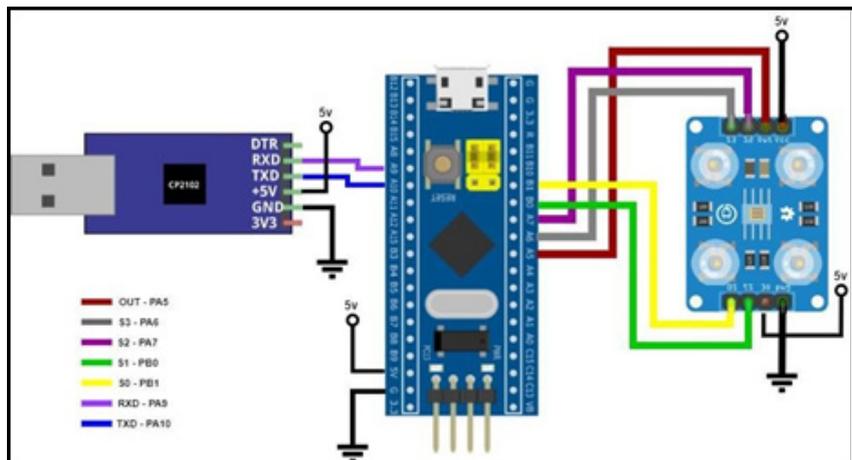


Figura 3. Circuito para la adquisición de datos.

Programación del microcontrolador

Haciendo uso de la librería "tcs3200.h" se procede a programar el microcontrolador empleando Arduino, como se aprecia en la

Figura 4, se crea la base de datos consistente en promedios de color RGB de los frutos de café evaluados.

```

160 void RGB_Read(){
161
162     indice = 0;
163     totalR = totalV = totalA = 0;
164     while (indice < numLect)
165     {
166         //escalando a RGB (0-255)
167
168         R = tcs.colorRead('r',100);
169         lecturasR[indice] = constrain(map(R,15,166 ,0,255),0,255);
170         G = tcs.colorRead('g',100);
171         lecturasV[indice] = constrain(map(G,15,166 ,0,255),0,255);
172         B = tcs.colorRead('b',100);
173         lecturasA[indice] = constrain(map(B,24,250,0,255),0,255);
174
175         // Añadimos la lectura al total:
176         totalR= totalR + lecturasR[indice];
177         totalV= totalV + lecturasV[indice];
178         totalA= totalA + lecturasA[indice];
179         indice = indice + 1;
180         delay(20);
181     }
182     // Calculamos los promedios:
183     Dato_R = totalR / numLect;
184     Dato_G= totalV / numLect;
185     Dato_B = totalA / numLect;
186 }
    
```

Figura 4. Adquisición de datos mediante código fuente.

Entrenamiento de red neuronal multicapa

La red neuronal multicapa es entrenada empleando MatLab, teniendo en cuenta la adquisición de datos organizados en una matriz de datos RGB 3x300; para lo cual, se utilizaron tres entradas (uno para cada color) y una salida para señalar si el fruto de café corresponde al que tiene “madurez óptima” o “madurez no óptima”. Con esto, los valores iniciales se modificaron para conseguir un diseño de red más óptima, considerando el proceso de “prueba y error”, así se obtuvo una red neuronal tipo multicapa consistente en una capa en la entrada, tres capas ocultas y una capa en la salida así como seis neuronas correspondientes a la primera capa oculta de tipo función tangente hiperbólica sigmoidea como función de activación; también, tres neuronas para la segunda y la tercera capa oculta conjunción sigmoidea como función de activación y finalmente, una neurona para la

capa de salida con característica de función de activación lineal.

De esta manera se obtiene el código desarrollado en la Plataforma MatLab para el diseño de la red neuronal donde se aplica el método bayesiano para el entrenamiento con la plataforma Matlab (17) para el entrenamiento de la red neuronal como se aprecia en la Figura 5. Habiendo obtenido los “pesos” y “bias” éstas fueron declaradas como variables constantes en la programación implementada en el microcontrolador seleccionado consiguiéndose así los códigos fuentes de la red neuronal. En seguida se procede con la programación de la red neuronal empleando la función creada para la adquisición de datos RGB, siendo previamente normalizados para procesarlo en la capa de entrada, de acuerdo a la Figura 6. Cabe señalar que se utilizaron las funciones de activación sigmoidea y tangente hiperbólica sigmoidea.

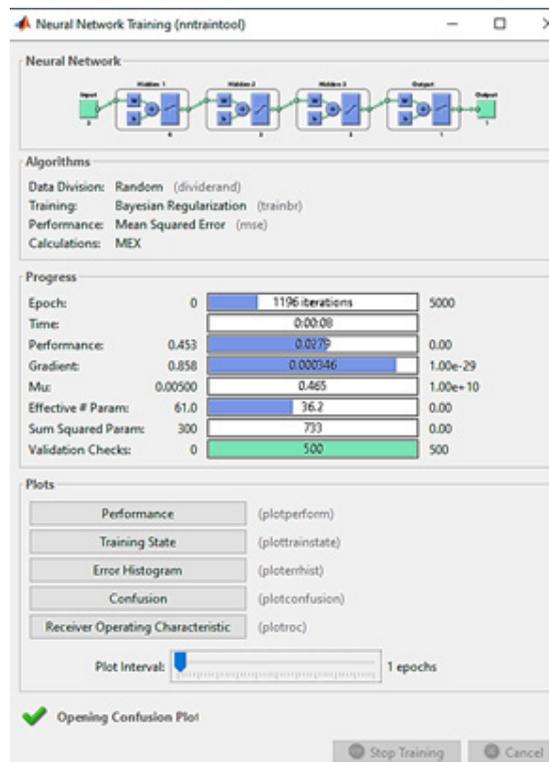


Figura 5. Entrenamiento de la red neuronal con MATLAB.

```

92     RGB_Read(); // realiza la lectura y promediado de datos
93
94     **** normaliza los valores RGB ****
95     norm_R = double(Dato_R)*(1.0/255.0);
96     norm_G = double(Dato_G)*(1.0/255.0);
97     norm_B = double(Dato_B)*(1.0/255.0);
98     *****
99
100    /*
101    ***** Red neuronal *****
102    */
103    // capa 1
104    N11 = norm_R * Pesos_1[0][0] + norm_G * Pesos_1[0][1] + norm_B * Pesos_1[0][2] + bias_1[0];
105    N12 = norm_R * Pesos_1[1][0] + norm_G * Pesos_1[1][1] + norm_B * Pesos_1[1][2] + bias_1[1];
106    N13 = norm_R * Pesos_1[2][0] + norm_G * Pesos_1[2][1] + norm_B * Pesos_1[2][2] + bias_1[2];
107    N14 = norm_R * Pesos_1[3][0] + norm_G * Pesos_1[3][1] + norm_B * Pesos_1[3][2] + bias_1[3];
108    N15 = norm_R * Pesos_1[4][0] + norm_G * Pesos_1[4][1] + norm_B * Pesos_1[4][2] + bias_1[4];
109    N16 = norm_R * Pesos_1[5][0] + norm_G * Pesos_1[5][1] + norm_B * Pesos_1[5][2] + bias_1[5];
110    N11 = logsig(N11);
111    N12 = logsig(N12);
112    N13 = logsig(N13);
113    N14 = logsig(N14);
114    N15 = logsig(N15);
115    N16 = logsig(N16);
116    // capa 2
117    N21=N11*Pesos_2[0][0]+N12*Pesos_2[0][1]+N13*Pesos_2[0][2]+N14*Pesos_2[0][3]+N15*Pesos_2[0][4]+N16*P
    esos_2[0][5]+bias_2[0];
118    N22=N11*Pesos_2[1][0]+N12*Pesos_2[1][1]+N13*Pesos_2[1][2]+N14*Pesos_2[1][3]+N15*Pesos_2[1][4]+N16*P
    esos_2[1][5]+bias_2[1];
119    N23=N11*Pesos_2[2][0]+N12*Pesos_2[2][1]+N13*Pesos_2[2][2]+N14*Pesos_2[2][3]+N15*Pesos_2[2][4]+N16*P
    esos_2[2][5]+bias_2[2];
120    N21 = tansig(N21);
121    N22 = tansig(N22);
122    N23 = tansig(N23);
123    // capa 3
124    N31 = N21 * Pesos_3[0][0] + N22 * Pesos_3[0][1] + N23 * Pesos_3[0][2] + bias_3[0];
125    N32 = N21 * Pesos_3[1][0] + N22 * Pesos_3[1][1] + N23 * Pesos_3[1][2] + bias_3[1];
126    N33 = N21 * Pesos_3[2][0] + N22 * Pesos_3[2][1] + N23 * Pesos_3[2][2] + bias_3[2];
127    N31 = tansig(N31);
128    N32 = tansig(N32);
129    N33 = tansig(N33);
130    // capa 4
131    N41= N31 * Pesos_4[0] + N32 * Pesos_4[1] + N33 * Pesos_4[2] + bias_4;
    
```

Figura 6. Código fuente de la red neuronal implementado en el microcontrolador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema electrónico

El sensor de color TCS3200 y el microcontrolador STM32F103C8 se integraron eficientemente para permitir la calificación óptima de frutos de café, al realizar medidas de características de color aplicando el

promedio de 5 medidas de cada muestra con el fin de optimizar la precisión. La velocidad de respuesta del sistema con un tiempo de 269 ms considerando una iluminación adecuada y distancia aproximada de 1,5 cm del fruto a sensor, cuyo resultado se muestra en la Figura 7.

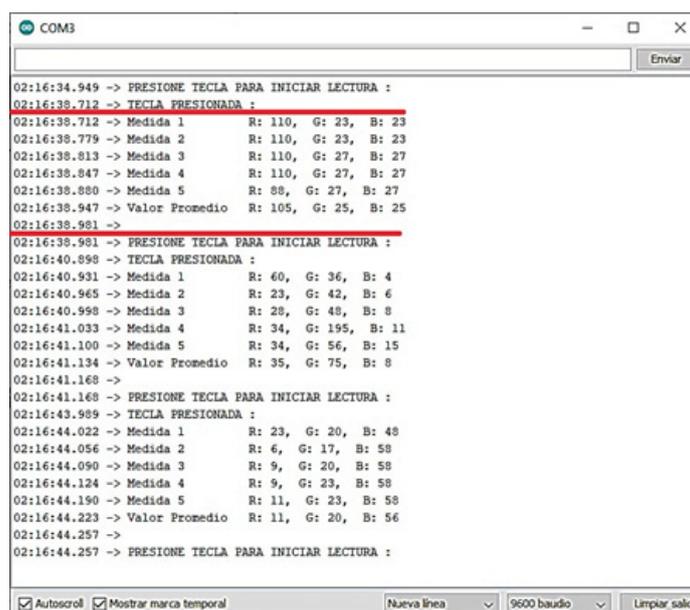


Figura 7. Resultados RGB obtenidos con el sensor RGB TCS3200 y microcontrolador STM32F103C8.

Plataforma para el entrenamiento de la red neuronal

MatLab, como plataforma flexible ha demostrado que permite diversas arquitecturas de redes neuronales con distintos entrenamientos mediante “prueba” y “error” para optimizar la red neuronal, permitiendo utilizar la herramienta “ntraintool” para la

visualización de los resultados obtenidos del entrenamiento, como se aprecia en la Figura 8. Asimismo, también permite visualizar el estado actual del entrenamiento, notándose la variación entre la “gradiente” y “mu” así como la conformación de validación, tal como se observa en Figura 9.

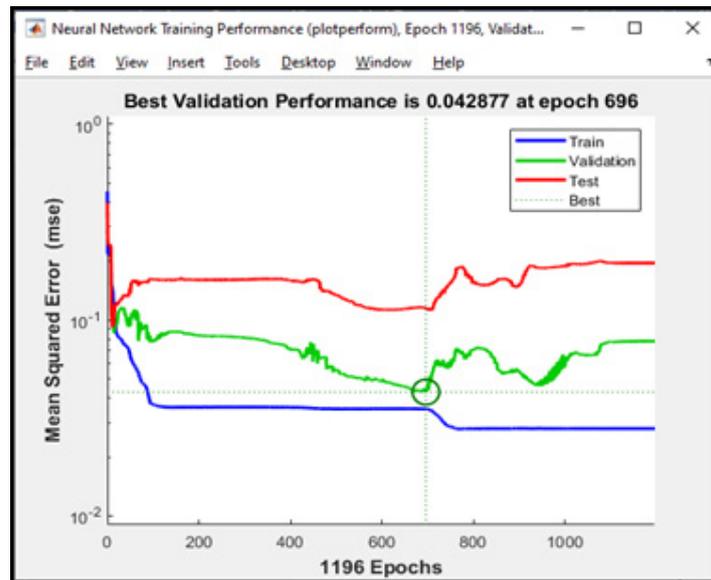


Figura 8. Rendimiento de la red neuronal.

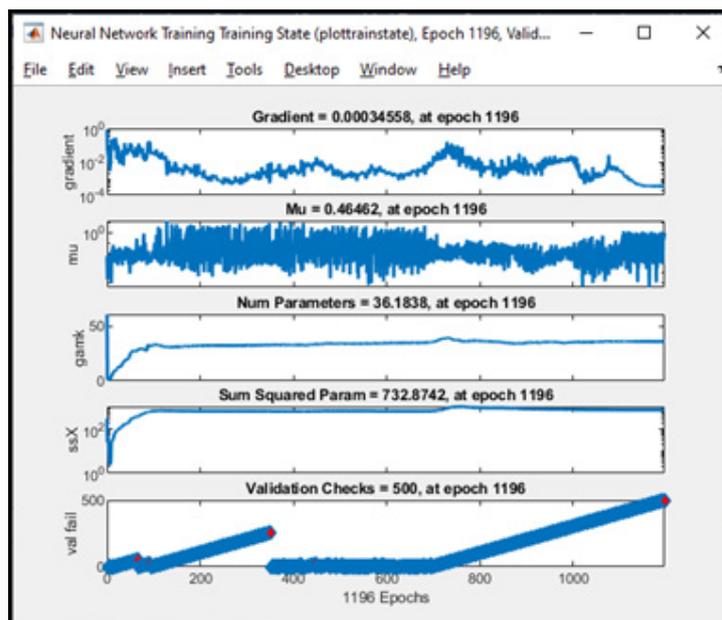


Figura 9. Resultados en MATLAB mostrando el estado y validación de la red neuronal.

Desempeño del algoritmo propuesto

El tiempo de clasificación de un fruto de café se logró en un tiempo de 454 ms, de

acuerdo a la Figura 10, donde se muestra una parte de los resultados a través de la ventana de monitor serial.

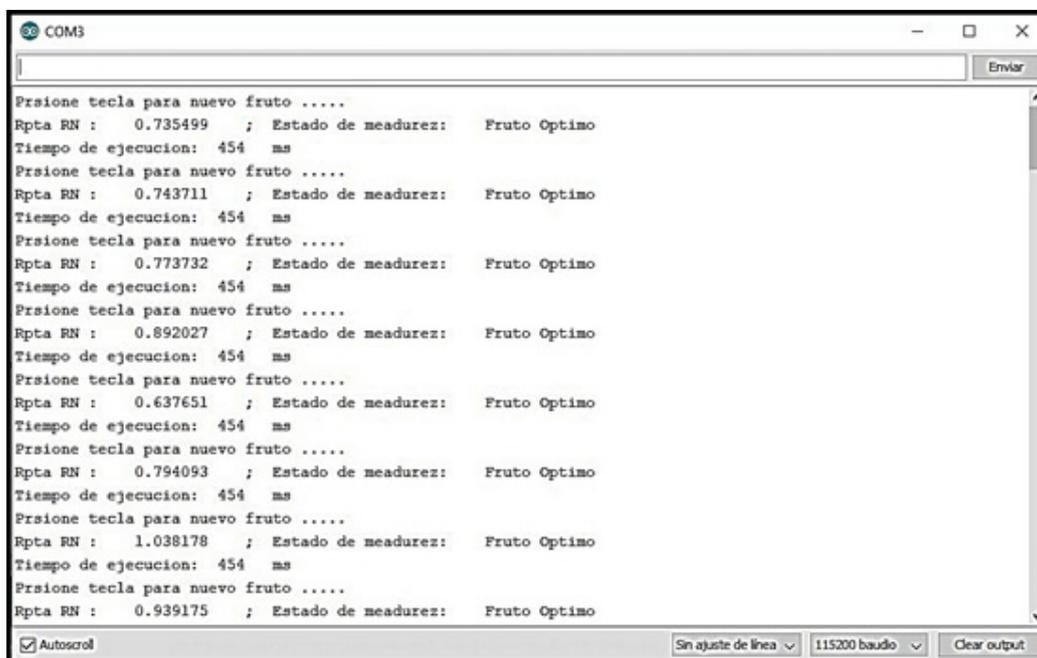


Figura 10. Resultados de la clasificación de los frutos de café obtenidos de la red neuronal desarrollada en el microcontrolador.

Para realizar la evaluación del sistema, se empleó una muestra conformada por 60 imágenes de frutos de café, para ser clasificados como fruto con “Madurez Óptima” (MO) y “Madurez No Óptima” (MNO), en el cual, de

una de un total de 60 pruebas para comprobar la eficiencia de la selección, se encontró que en 2 casos fueron erradas, como se observa en la matriz de confusión resultantes en la Tabla 1 y la Figura 11.

Tabla1. Resultados de la matriz de confusión.

	Clasificación	
	Madurez Óptima	Madurez No Óptima
Clasificación Real	Madurez Óptima	20
	Madurez No Óptima	2
Cantidad de frutos	20	40
Nivel de Exactitud (%)	100	95
Exactitud General (%)	96.66666667	

Nota: En la eficiencia de la selección, se encontró que en 2 casos fueron erradas.

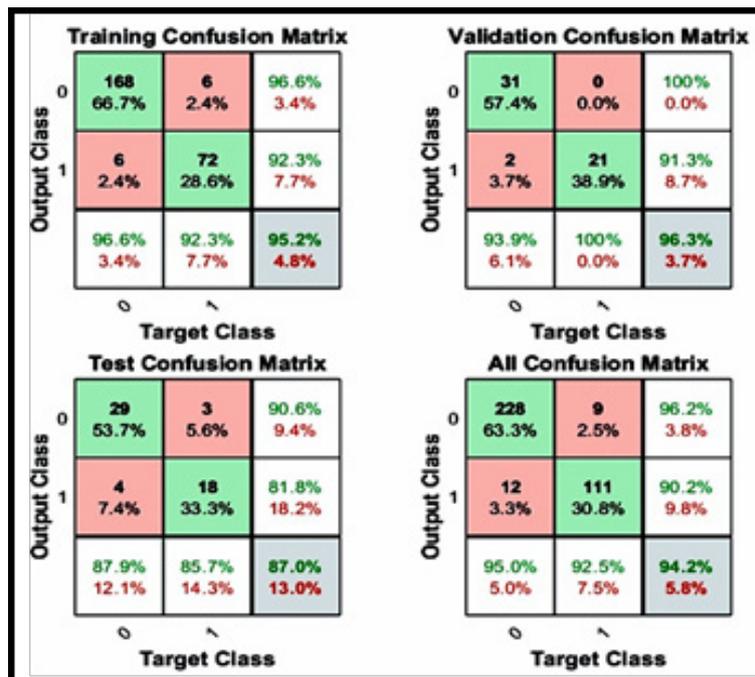


Figura 11. Matrices de confusión de la red neuronal.

Discusión

Esta investigación permitió demostrar la eficiencia de un algoritmo de control para la clasificación eficiente de los frutos de café, para lo cual se obtuvo una eficiencia de 96.67% evidenciándose en los resultados de la red neuronal implementada a un microcontrolador electrónico (STM32F103C8) operando con un sensor de color (TCS3200), y técnicas bayesianas (16), siendo el color como principal característica para la inspección de alimentos. Así, investigaciones similares, consiguieron eficiencias en un 98,7% (3), (4) e incluso superior partiendo del uso de cámaras de alta precisión, redes neuronales apoyados en Matlab para desarrollar sistemas avanzados de control (17) lo cual permite considerar que el nivel del algoritmo propuesto en esta investigación podría llegar al 100% si

optimizamos el uso de recursos como el empleo de una cámara de alta definición, puesto que habiendo logrado una exactitud de la clase de madurez óptima en un 100% y la exactitud de madurez no optima en un 95%, la matriz de confusión puede ser elevada sin problemas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos cabe precisar que el algoritmo diseñado para la red neuronal de tipo multicapa es capaz de identificar de manera los frutos de café basados en su estado de maduración, con una eficiencia del 96,67 %; con lo cual, se afirma que el sistema de clasificación mediante el algoritmo propuesto es óptimo. Con respecto al sistema electrónico formado por el sensor TCS 3200 y el microcontrolador STM32F103C8

resultó eficiente para la clasificación de tipos de café considerando su bajo costo y precisión. Respecto a la plataforma flexible capaz de llevar a cabo el modelado del algoritmo, Matlab resultó adecuado y eficiente para diseñar y entrenar una red neuronal con poco uso de fases de programación. Finalmente, la red neuronal implementada en el microcontrolador mostró una buena efectividad, con error del 3,33% relativamente bajo, resaltando más bien, la eficiencia conseguida del 96,67%. Precisamente, para optimizar la eficiencia se recomienda entrenar la red neuronal empleando una mayor cantidad de imágenes de frutos de café con diferentes estados de maduración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SAENZ K. D. Clasificación de los frutos de café según su estado de maduración y detección de la broca mediante técnicas de procesamiento de imágenes [Internet]. Vol. 14, *Prospectiva*. 2016. p. 15–22. Disponible en: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/640>
2. Hernández J., Prieto F, Clasificación de granos de café usando FPGA. *Rev. Ingeniería y Competitividad*. vol. 7, núm. 2, 2005, pp. 35-42. Universidad del Valle Cali, Colombia.
3. Pinto C, Furukawa J, Fukai H, Tamura S. Classification of Green coffee bean images based on defect types using convolutional neural network (CNN). *Proceedings - 2017 International Conference on Advanced Informatics: Concepts, Theory and Applications, ICAICTA 2017*.
4. Arboleda ER, Fajardo AC, Medina RP. An image processing technique for coffee black beans identification. 2018, *IEEE Int Conf Innov Res Dev ICIRD 2018*; (May): 1–5.
5. Rosas-Echevarría CW, Solís-Bonifacio H, Cerna-Cueva AF. Efficient and low-cost system for the selection of coffee beans: An application of artificial vision. Vol. 10, *Scientia Agropecuaria*. 2019. p. 347–51.
6. Serrano A. Redes Neuronales. 2022. 5 Real-Time Classification of Green Coffee Beans by Using a Convolutional Neural Network. 2019 3rd International Conference on Imaging, Signal Processing and Communication. 2019.
7. Huang, N.-F., Chou, D.-L., & Lee, C.-A. (2019). Real-Time Classification of Green Coffee Beans by Using a Convolutional Neural Network. 2019 3rd International Conference on Imaging, Signal Processing and Communication (ICISPC), 107-111. doi:10.1109/ICISPC.2019.8935644.
8. Tovar YT, Calvo AF, Bejarano A. Desarrollo de un sistema de clasificación de imágenes digitales para medir la humedad en granos de café. *Inf tecnológica*. 2022;33(3):117–28.
9. Pizzaia JPL, Salcides IR, Almeida GM De, Contarato R, Almeida R De. Arabica coffee samples classification using a Multilayer Perceptron neural network. 2018 13th IEEE International Conference on Industry Applications, INDUSCON 2018 - Proceedings. 2019. p. 80–4.
10. Monsalve-Vásquez M. Eficacia de sistemas expertos en la selección de granos de café (*Coffea arabica*). *Rev Amaz Digit*. 2022;1(1):e163.
11. De Oliveira EM, Leme DS, Barbosa BHG, Rodarte MP, Alvarenga Pereira RGF. A computer vision system for coffee beans classification based on computational intelligence techniques. *J Food Eng* [Internet]. 2016;171:22–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.009>
12. Castrillón Cuervo JM, Sanz Uribe JR, Ramos Giraldo PJ. Técnicas de Visión Artificial para la Identificación de Dos Defectos del Café Lavado. *Cenicafé*. 2018;69(1):83–90.
13. Fuentes MS, Zelaya NAL, Avila JLO. Coffee Fruit Recognition Using Artificial Vision and neural NETWORKS. 2020 5th International Conference on Control and Robotics Engineering, ICCRE 2020. 2020. p. 224–8.
14. Mendoza F, Dejmek P, Aguilera JM. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Postharvest Biol Technol*. 2006;41(3):285–95.

15. Costa AG, Sousa DAG De, Paes JL, Cunha JPB, Oliveira MVM De. Classification of robusta coffee fruits at different maturation stages using colorimetric characteristics, Vol. 4430, Engenharia Agrícola. 2020. p. 518–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n4p518-525/2020%0A> http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162020000400518&tIng=en

16. Saba. Filtros con Aprendizaje de Parámetros para Optimizar Modelos de Redes Neuronales en la Predicción de Series de Precipitaciones. 2010; Plata Cheje RW. MatLab y Redes Neuronales. Rev Inf Tecnol y Soc. 2008;1:7.

17. Lebarck Pizzaia, J. P., Rodrigues Salcides, I., Maia de Almeida, G., Contarato, R., & de Almeida, R. (2018). Arabica coffee samples classification using a Multilayer Perceptron neural network. 2018 13th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), 80-84. doi:10.1109/INDUSCON.2018.8627271

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Evaluación de la sostenibilidad de cuencas hidrográficas. Estudio de caso: Cuenca del Chili, Arequipa-Perú

Evaluation of the sustainability of hydrographic basins. Case study: Chili Basin, Arequipa-Peru

Avaliação da sustentabilidade das bacias hídricas. Estudo de caso: Chili Basin, Arequipa-Peru

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.182>

Diego Rodrigo López Ramos¹
diego.lopez@ucsm.edu.pe

Edwin Fredy Bocado Delgado²
ebocado@gmail.com

¹Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú

²Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú

Artículo recibido el 11 de agosto 2022 / Arbitrado el 18 de octubre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

El informe Brundtland introdujo el concepto de desarrollo sostenible como un objetivo a alcanzar por la sociedad para su supervivencia. A partir de ello diversos científicos ha desarrollado métodos e índices para poder medir la sostenibilidad. Aplicar estos índices en la gestión integral de recursos hídricos permite, no solo evaluar el estado actual del recurso, sino obtener información muy importante para que las autoridades competentes tomen decisiones para la sostenibilidad de este. Uno de los índices más usados por los investigadores es el Índice de Sostenibilidad de Cuencas (ISC), índice aplicado en diversas cuencas a nivel mundial. El objetivo de la presente investigación es determinar la sostenibilidad de la cuenca hidrográfica del río Chili ubicada en la ciudad de Arequipa-Perú. Se aplicó la metodología del Índice de Sostenibilidad de Cuencas para desarrollar un marco de evaluación de la sostenibilidad de la cuenca y, a través de un proceso sistemático, se aplicaron los indicadores correspondientes. Los resultados de la evaluación proporcionan a los responsables de la formulación de políticas y los administradores de recursos hídricos una visión integral de la cuenca, que puede utilizarse para respaldar las políticas de gestión integrada de cuencas fluviales. Asimismo, la metodología propuesta puede ser utilizada para determinar la sostenibilidad de cuencas con condiciones similares a la cuenca objeto de estudio.

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica; Sostenibilidad; Indicadores; Índice; Políticas

ABSTRACT

The Brundtland report introduced the concept of sustainable development as an objective to be achieved by society for its survival. From this, various scientists have developed methods and indices to measure sustainability. Applying these indices in the comprehensive management of water resources allows not only to evaluate the current state of the resource, but also to obtain very important information so that the competent authorities make decisions for its sustainability. One of the most used indexes by researchers is the Watershed Sustainability Index (WSI), an index applied in various basins worldwide. The objective of this research is to determine the sustainability of the Chili River hydrographic basin located in the city of Arequipa-Peru. The Watershed Sustainability Index methodology was applied to develop a basin sustainability assessment framework and, through a systematic process, the corresponding indicators were applied. The assessment results provide policymakers and water resource managers with a comprehensive view of the basin, which can be used to support integrated river basin management policies. Likewise, the proposed methodology can be used to determine the sustainability of basins with conditions similar to the basin under study.

Key words: Hydrographic basin; Sustainability; Indicators; Index; Policies

RESUMO

O relatório Brundtland introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável como um objetivo a ser alcançado pela sociedade para sua sobrevivência. A partir disso, vários cientistas desenvolveram métodos e índices para medir a sustentabilidade. A aplicação destes índices na gestão integral dos recursos hídricos permite não só avaliar o estado atual do recurso, mas também obter informação muito importante para que as autoridades competentes tomem decisões para a sua sustentabilidade. Um dos índices mais utilizados pelos pesquisadores é o Índice de Sustentabilidade de Bacias (ISC), índice aplicado em diversas bacias do mundo. O objetivo desta pesquisa é determinar a sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Chili localizada na cidade de Arequipa-Peru. A metodologia do Índice de Sustentabilidade da Bacia (ISC) foi aplicada para desenvolver uma estrutura de avaliação da sustentabilidade da bacia e, através de um processo sistemático, os indicadores correspondentes foram aplicados. Os resultados da avaliação fornecem aos formuladores de políticas e gestores de recursos hídricos uma visão abrangente da bacia, que pode ser usada para apoiar políticas integradas de gestão de bacias hidrográficas. Da mesma forma, a metodologia proposta pode ser utilizada para determinar a sustentabilidade de bacias com condições semelhantes às da bacia em estudo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Sustentabilidade; Indicadores; Índice; Políticas

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico se ve inmerso en una posición de vulnerabilidad por dos factores importantes, el rápido crecimiento de la población y el aumento de la contaminación ambiental; esto se ve representado por el incremento de demanda de agua a nivel doméstico, productivo y de alimentos (1). Siendo el otro factor de contaminación el que reduce la calidad del agua, afectando su disponibilidad principalmente para el consumo humano y el aprovechamiento de los seres vivos en general (2). Adicional a ello los desbalances hídricos causados por el cambio climático vienen ocasionando una reducción de la disponibilidad de agua en espacio y tiempo (3).

Como consecuencia se han ido creando conflictos por el uso del agua (4) por lo que los estados deben desarrollar políticas y estrategias de intervención para gestionar adecuadamente los recursos hídricos. Para ello se hace necesaria la identificación y la medición de indicadores que nos permitan tener información necesaria para tomar decisiones. Los indicadores están comprendidos en índices de sostenibilidad y estos permiten medir y establecer relaciones de causa y efecto (5), para así, al ser implementados mediante programas o políticas de gestión hídrico, se pueda conocer el impacto de ellos. Además, el índice de sostenibilidad debe regirse por su uso universal, integrador, y de fácil aplicación (6).

El Índice de Sostenibilidad de Cuencas (ISC) es un instrumento que se fundamenta

en los preceptos descritos líneas arriba pues permitan recoger indicadores cuantitativos y cualitativos para la medición de sostenibilidad de una cuenca hidrográfica (7). Es así que, la presente investigación, busca determinar la sostenibilidad de la cuenca del Rio Chili, mediante la aplicación de la metodología del Índice de Sostenibilidad de Cuencas. Esto con el fin de mejorar y optimizar la gestión integrada del recurso hídrico de la cuenca a través de la información obtenida, para permitir a las autoridades regionales y nacionales plantear estrategias administrativas, técnicas, y normativas para la gestión integral de la cuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en la presente investigación es la del Índice de Sostenibilidad de Cuencas (ISC), dicha metodología indica que la sostenibilidad de la cuenca como recurso depende de su hidrología (H), medio ambiente (E), vida (L) y de las políticas aplicadas en materia de recursos hídricos (P) (6). A través de estos cuatro indicadores se puede obtener el ISC aplicando la siguiente ecuación:

$$ISC = (H+E+L+P)/4$$

Donde H es el indicador de hidrología (0-1); E, el indicador de medio ambiente (0-1); L, el indicador de vida (0-1), y P es el indicador de política (0-1). De la propia ecuación se deduce que se le da el mismo peso a cada uno de los indicadores y que, al igual que el resto de los

indicadores, el ISC se determinará entre los valores 0 y 1. Cada uno de estos indicadores se analiza por separado, siguiendo un modelo presión-estado-respuesta (PER). Para ello,

Chaves y Alipaz proponen una serie de parámetros que permiten representar de forma adecuada los procesos individuales que forman parte de cada indicador (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores y parámetros del ISC.

Indicador	Presión	Estado	Respuesta
(H) hidrología	Variación en la disponibilidad de agua per cápita en el periodo	Disponibilidad per cápita de agua en la cuenca	Evolución en la eficiencia del uso del agua en el periodo analizado
	Variación en la DBO5 del periodo en relación con el promedio	DBO5 de la cuenca (promedio a largo plazo)	Evolución en el tratamiento/disposición de aguas servidas en el periodo analizado
(E) ambiente	EPI (rural y urbano) de la cuenca en el periodo	% de la cuenca con vegetación natural	Evolución en áreas protegidas en la cuenca (reservas, BMPs)
(L) vida	Variación en el (GDP) per cápita en la cuenca en el periodo analizado	IDH de la cuenca en el periodo anterior (ponderado)	Evolución del IDH de la cuenca en el periodo analizado
(P) política	Variación del IDH-Ed en el periodo analizado	Capacidad legal e institucional en GIRH en la cuenca	Evolución de los gastos en GIRH en la cuenca en el periodo analizado

Asimismo, los parámetros permiten cierta flexibilidad al poder adaptarse a las condiciones de la cuenca de estudio. En este sentido, los autores sugieren establecer un límite máximo de 2 500 km² de superficie de cuenca para su correcta aplicación. Una vez obtenido el valor final del ISC, se podría considerar una sostenibilidad baja si $ISC < 0.5$; intermedia, si el rango varía entre 0.5 y 0.8, y alta si $ISC > 0.8$.

La investigación fue desarrollada en la cuenca del río Chili, ubicada en el departamento de Arequipa, en Perú. La cuenca tiene como origen la unión del río Blanco y Sumbay a 3750 msnm, y tiene como punto final Palca (Yura) a

una altura de 1475 msnm, su extensión es de 90 km. En términos geográficos se encuentra en UTM WGS84: Norte 8 155 476 m y 8 203 902 m, Este 219 396 m y 253 201 m. La data que se obtuvo para medir los indicadores corresponde a un periodo de cinco (5) años comprendidos entre los años 2015 y 2020. Así mismo el área determinada para la investigación es de 848,75 km².

Los principales resultados a considerar de acuerdo con la metodología aplicada corresponden a identificar la disponibilidad hídrica y la calidad de agua en la cuenca, determinar el índice de presión ambiental

a través de las áreas de vegetación y áreas naturales protegidas de la región, determinar el nivel de calidad de vida de la población cercana a la cuenca y analizar la capacidad legal, económica e institucional de las instituciones que regulan la gestión de la cuenca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicador de hidrología cantidad

Las condiciones ambientales y el rápido crecimiento de la población en la provincia de Arequipa han generado presión sobre la cuenca del río Chili. La cuenca hidrográfica

del Chili cuenca con una disponibilidad hídrica inferior a los 1000 m³/habitante/año, lo cual considerando el estrés hídrico se puede considerar como escasez de agua. lo cual es considerado como escasez de agua. En la Tabla 2 se muestran los valores de los parámetros de presión, estado y respuesta calculados a partir de cantidad de recurso hídrico y su eficiencia en uso del periodo estudiado. Así mismo se ha considerado la poca inversión en infraestructura hidráulica durante el periodo histórico y el periodo de estudio.

Tabla 2. Valores obtenidos de los parámetros de presión, estado y respuesta del indicador hidrología-cantidad.

Cuenca	Disponibilidad per cápita de agua (m ³ /hab año) (2010-2019)	Disponibilidad per cápita de agua (m ³ /hab año) (2015-2019)	Δ (%)	Puntuación presión	Puntuación estado	Puntuación respuesta
Rio Chili	888.69	543.59	-38.83%	0	0	0.5

Indicador de hidrología calidad

En cuando al indicador de calidad se ha analizado la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y su variación en cuanto al periodo de estudio y el promedio histórico. Los resultados indicados en la Tabla 3 muestran como la concentración de DBO5 del periodo de estudio ha disminuido en

comparación al periodo histórico, sin embargo, aún se encuentra con un valor alto de acuerdo con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) vigente (10 mg/L). Esto se debe a la gran cantidad de vertimientos que se realizan al río y las pocas plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que se cuenta para depurar y tratar el agua de la cuenca.

Tabla 3. Valores obtenidos de los parámetros de presión, estado y respuesta del indicador hidrología-calidad.

Cuenca	Concentración DBO5 (mg/l) (2010-2019)	Concentración DBO5 (mg/l) (2015-2019)	Δ (%)	Puntuación presión	Puntuación estado	Puntuación respuesta
Rio Chili	17.68	16.68	6.95%	0.5	0	0.25

Indicador de ambiente

Para el indicador de ambiente se obtuvo el valor de EPI de la cuenca del río Chili, dicho resultado se muestra en la tabla 4. A través de los resultados obtenidos observamos cómo las áreas destinadas a uso agrícola han ido disminuyendo en 154% durante el periodo de estudio, siendo esto, en cuatro

años. El motivo de ello es el aumento de la densificación poblacional y el abandono de los terrenos agrícolas por la escasez hídrica y los bajos precios de los productos agrícolas en el mercado. En cuanto a la población, se ha producido un incremento del 7% durante el periodo de estudio.

Tabla 4. Valores obtenidos de los parámetros de presión del indicador ambiente.

Cuenca	Superficie agrícola (km ²)			Población (habitantes)			EPI	Puntuación presión
	2015	2019	Δ (%)	2015	2019	Δ (%)		
Rio Chili	202338.72	79542.00	-154,38%	589069	633816	7,06%	-73.66%	1

En lo que corresponde a la superficie de vegetación natural en la cuenca (Tabla 5), el parámetro de estado se podría considerar como aceptable, esto pues se cuenta con una cantidad importante de vegetación y que no ha sufrido una disminución importante en

el periodo de estudio (0.26%). Así mismo a pesar de contar con áreas naturales protegidas (ANP) éstas no han sufrido modificaciones ni incremento en el periodo de estudio, de igual manera las buenas prácticas de manejo (BPM) han sido insuficientes, por ello el bajo puntaje.

Tabla 5. Valores obtenidos de los parámetros de estado y respuesta del indicador ambiente.

Cuenca	Superficie total de vegetación (Ha)	Δ (%)	Puntuación estado	Δ ANP (%)	Δ BPMs (%)	Δ (%)	Puntuación respuesta
Rio Chili	1287000	0.265%	1	0%	-10.08%	-5.04%	0.25

Indicador de vida

En la Tabla 6 se pueden observar los parámetros de presión y estado correspondiente al indicador vida. Los ingresos per cápita distrital de los distritos directamente afectados por la cuenca han tenido un incremento en el

periodo de estudio. De igual manera el índice de desarrollo humano ha sufrido un incremento, sin embargo, debido a tener un valor aún insuficiente se le considera una puntuación baja.

Tabla 6. Valores obtenidos de los parámetros de presión y estado del indicador vida.

Cuenca	Ingresos per cápita distrital		Δ IP (%)	Puntuación presión	Índice de Desarrollo Humano IDH		Σ	Puntuación estado
	2015	2019			2015	2019		
Rio Chili	S/ 3,103,879	S/ 4,894,392	57.69%	1	0.394	0.671	0.532	0.25

Respecto al parámetro de respuesta (Tabla 7), todos los distritos con influencia en el área de estudio presentan un índice de desarrollo humano similar por lo que el índice ponderado

obtiene un valor alto, este resultado manifiesta la homogeneidad socioeconómica del área de estudio.

Tabla 7. Valores obtenidos de los parámetros de respuesta del indicador vida.

Cuenca	Índice de Desarrollo Humano Ponderado IDHp		Δ (%)	Puntuación respuesta
	2015	2019		
Rio Chili	0.394	0.671	70.24%	1

Indicador de política

A diferencia de los resultados anteriores referentes al índice de desarrollo humano (IDH), el índice de desarrollo humano asociado con la educación (IDH-educación) a lo largo del área de estudio, tiene una variación negativa, tal y como se observa en la Tabla 8.

En cuanto al valor de estado se evidenció un marco legal importante y que define detalladamente las atribuciones, funciones

y acciones legales que se desarrollan para el manejo del recurso agua. Así mismo se cuenta con marco institucional definido en cuanto a las competencias y funciones de las diferentes instituciones que gestionan los recursos hídricos. Asimismo, se ha determinado una participación intermedia de la población en los temas referidos a monitoreos participativos, mesas de trabajo y determinación de estrategias para el cuidado del recurso hídrico.

Tabla 8. Valores obtenidos de los parámetros de presión, estado del indicador política.

Cuenca	IDH-educación		Δ (%)	Puntuación presión	Marco legal	Marco institucional	Manejo de participación	Puntuación estado
	2015	2019						
Rio Chili	0.3703	0.3652	-1.395%	0.5	0.75	0.75	0.6	0.75

En contraposición, la inversión en gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del Chili ha disminuido a lo largo del periodo estudiado (Tabla 9). Se observa que el

presupuesto destinado para el manejo integral de los recursos hídricos ha disminuido en un 68% en comparación del periodo de estudio.

Tabla 9. Valores obtenidos de los parámetros de respuesta del indicador política.

Cuenca	Población (habitantes)		Inversión		Δ (%)	Puntuación respuesta
	2015	2019	2015	2019		
Rio Chili	589069	633816	S/ 37,971,000	S/ 11,966,000	-68%	0

Finalmente, en la Tabla 10 se muestra el resumen de los parámetros obtenidos para cada uno de los indicadores de la cuenca estudiada. El ISC determinado para la cuenca del río Chili

es de 0.46, lo que a efectos de la clasificación propuesta por Chaves y Alipaz supone un grado de sostenibilidad bajo.

Tabla 10. ISC en la cuenca del río Chili.

Cuenca	Presión	Estado	Respuesta	Hidrología cantidad	Presión	Estado	Respuesta	Hidrología calidad	Presión	Estado	Respuesta
Río Chili	0	0	0.5	0.16	0.5	0	0.25	0.25	1	1	0.25

Discusión

El principal aporte del trabajo presentado es la adaptación de la metodología del ISC a las condiciones propias de la cuenca, teniendo condiciones semiáridas, alta presión antrópica y una diversificación en las autoridades encargadas de la gestión de la cuenca. Ante ello se han logrado cuantificar los indicadores cualitativos para lograr reflejar las acciones y esfuerzos realizados en la gestión de las áreas naturales presentes en la cuenca, la inversión realizada para la gestión de la cuenca y la participación local de los actores sociales.

Consultando con las referencias encontradas no existe antecedente de aplicación de la metodología aplicada en la presente investigación en Arequipa y en todo el sur del país. En ese sentido la metodología propuesta podrá ser usada para su aplicación en cuencas hidrográficas con similares condiciones ambientales, sociales, económicas y legales semejantes al caso objeto de estudio.

CONCLUSIONES

La cuenca del Chili viene sufriendo estrés hídrico por la alta presión sobre el recurso hídrico que provocan diversos problemas de índole económico, social, político y ambiental. Con el objetivo de poder evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos de la cuenca, se ha aplicado la metodología del Índice de Sostenibilidad de Cuencas (ISC), una herramienta de diagnóstico que provee información necesaria para promover la gestión integral de los recursos hídricos y ambientales de la cuenca. De la aplicación del instrumento

se ha obtenido un índice ISC para la cuenca de 0.46, lo que, de acuerdo con la metodología, califica como un nivel de sostenibilidad bajo. Es así que las mayores fortalezas se encontraron en los indicadores de ambiente y vida, mientras que la debilidad observada en la cuenca se relaciona con el indicador de hidrología en cuanto a cantidad debido a la situación de escasez hídrica determinada y a calidad debido a que los valores superan los estándares de calidad ambiental (ECA) vigentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Delgado L. Aplicación de los indicadores del índice de sostenibilidad de cuencas (WSI) en las subcuencas del río Mantaro. [Tesis de grado]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2018. Recuperado a partir de: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13110>
2. Rapport DJ, Friend AM. Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A Stress-Response Approach. [Internet]. Ottawa; Government of Canada; 1979. [Consultado 27 Set 2022]. Disponible en: <https://publications.gc.ca/site/eng/9.896799/publication.html>
3. United Nations Development Programme. Informe sobre desarrollo humano 2019 [Internet]. UN; 2020 [Consultado 17 Set 2022]. New York; United Nations. Disponible en: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210044981>
4. Preciado-Jiménez, Margarita, Aparicio, Javier, Güitrón-de-los-Reyes, Alberto, & Hidalgo-Toledo, Jorge Arturo. Watershed sustainability index for the Lerma-Chapala Basin. *Tecnología y ciencias del agua*, 2013; 4(4):93-113. Recuperado en 22 de setiembre de 2022, de <https://n9.cl/ypfti>
5. Lekula M, Lubczynski MW, Shemang EM. Hydrogeological conceptual model of large and complex sedimentary aquifer systems – Central Kalahari Basin. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2018 Aug;106:47–62. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.05.006>

6. Chaves HML, Alipaz S. An Integrated Indicator Based on Basin Hydrology, Environment, Life, and Policy: The Watershed Sustainability Index. *Water Resources Management*. 2007 May 24;21(5):883–95. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9107-2>

7. Catano N, Marchand M, Staley S, Wang Y. Development and Validation of the Watershed Sustainability Index (WSI) for the Watershed of the Reventazón River. [Internet]. Panamá: Autoridad

del Canal de Panamá; 2009. [Consultado 9 Set 2022]. Disponible en: <http://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-121609-171302/unrestricted/UNESCO-COMCURE.pdf>

Conflicto de Intereses. El autor declara que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales

Chemical profile and antioxidant capacity of aromatic herbs from southern Chile for medicinal purposes

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.183>

Perfil químico e capacidade antioxidante de ervas aromáticas do sul do Chile para fins medicinais

Corina Flores Calderón

corina.flores@usach.cl

Astrid Seperiza Wittwer

astrid.seperiza@usach.cl

Jennyfer Florez Mendez

jennyfer.florez@usach.cl

Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile

Artículo recibido el 22 de agosto 2022 / Arbitrado el 1 de noviembre 2022 / Publicado el 4 de noviembre 2022

RESUMEN

Al pasar de los años existe una creciente preocupación sobre la prevención de enfermedades crónicas y el envejecimiento, lo que ha llevado a los consumidores a interesarse y conocer más sobre el tipo de alimentación y las propiedades que presentan las hierbas aromáticas ancestrales para ser utilizadas como infusiones debido a los beneficios para la salud, o para dar sabor, color y aroma a los alimentos. Del mismo modo, también se han utilizado para la conservación de alimentos y bebidas principalmente debido a los compuestos antioxidantes que poseen. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante, principios activos (ácido cafeico y ácido rosmarínico) y Análisis proximal de ocho hierbas aromáticas liofilizadas del sur de Chile: hierbabuena, menta, romero, lavanda, melisa, malvarrosa, tomillo y caléndula. La capacidad antioxidante se realizó mediante el método ORAC. Este método es un ensayo que mide la capacidad de un compuesto para atrapar el radical peróxido, mediante un mecanismo de transferencia de un átomo de hidrógeno HAT. Los principios activos por cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos HPLC-DAD y los análisis proximales (proteínas, grasa, carbohidratos, cenizas y energía) en base a los métodos descritos por la AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). Los resultados obtenidos demuestran que la menta presenta mayor capacidad antioxidante en comparación con el resto de hierbas analizadas (71.542,90 μ moles ET/100g), seguido por malvarrosa y por tomillo. En cuanto a principios activos, la hierbabuena fue la que presentó mayor cantidad de ambos compuestos (8 mg/g p.s. de ácido cafeico y 33 mg/g p.s. de ácido rosmarínico), seguido por lavanda para ácido cafeico y por tomillo para ácido rosmarínico. En relación a análisis proximal, los resultados para proteína variaron entre 6,62 y 20,78 g/100g, para lavanda y hierba buena respectivamente. Se puede concluir que las hierbas aromáticas del sur de Chile han arrojado altos valores para capacidad antioxidante y principios activos, lo que aporta a potenciales usos y beneficios en la salud humana.

Palabras clave: Capacidad antioxidante; Hierbas aromáticas; Medicina alternativa; Perfil químico; salud

ABSTRACT

Over the years, there is a growing concern about the prevention of chronic diseases and aging, which has led consumers to become interested and learn more about the type of food and the properties of ancestral aromatic herbs to be used as infusions due to their health benefits, or to give flavor, color and aroma to food. Similarly, they have also been used for food and beverage preservation mainly due to the antioxidant compounds they possess. The objective of this study was to evaluate the antioxidant capacity, active principles (caffeic acid and rosmarinic acid) and proximate analysis of eight freeze-dried aromatic herbs from southern Chile: peppermint, mint, rosemary, lavender, lemon balm, hollyhock, thyme and marigold. The antioxidant capacity was performed using the ORAC method. This method is an assay that measures the capacity of a compound to trap the peroxy radical, by means of a HAT hydrogen atom transfer mechanism. The active principles by high performance liquid chromatography with diode array detector HPLC-DAD and proximate analysis (protein, fat, carbohydrate, ash and energy) based on the methods described by the AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). The results obtained show that mint has the highest antioxidant capacity compared to the other herbs analyzed (71,542.90 μ moles ET/100g), followed by hollyhock and thyme. In terms of active principles, peppermint had the highest amount of both compounds (8 mg/g p.s. of caffeic acid and 33 mg/g p.s. of rosmarinic acid), followed by lavender for caffeic acid and by thyme for rosmarinic acid. In relation to proximate analysis, the results for protein varied between 6.62 and 20.78 g/100g, for lavender and hierba buena respectively. It can be concluded that aromatic herbs from southern Chile have high values for antioxidant capacity and active principles, which contributes to potential uses and benefits in human health.

Key words: Antioxidant capacity; Aromatic herbs; Alternative medicine; Chemical profile; Health

RESUMO

Ao longo dos anos, tem havido uma crescente preocupação com a prevenção de doenças crônicas e o envelhecimento, o que levou os consumidores a se interessarem e aprenderem mais sobre o tipo de alimento e as propriedades das ervas aromáticas ancestrais a serem usadas como infusões devido aos seus benefícios à saúde, ou para dar sabor, cor e aroma aos alimentos. Da mesma forma, eles também têm sido utilizados para a conservação de alimentos e bebidas, principalmente devido aos compostos antioxidantes que possuem. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade antioxidante, os princípios ativos (ácido cafeico e ácido rosmarínico) e a análise próxima de oito ervas aromáticas liofilizadas do sul do Chile: hortelã-pimenta, menta, alecrim, lavanda, bálsamo de limão, azevinho, tomilho e calêndula. Este método é um ensaio que mede a capacidade de um composto de prender o radical peróxido, por meio de um mecanismo de transferência do átomo de hidrogênio HAT. Os princípios ativos por cromatografia líquida de alto desempenho com detector de matriz de diodos HPLC-DAD e análises próximas (proteína, gordura, carboidratos, cinzas e energia) baseados nos métodos descritos pela AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). Os resultados obtidos mostram que a hortelã tem a maior capacidade antioxidante em comparação com as outras ervas analisadas (71.542,90 μ moles ET/100g), seguida de azevinho e tomilho. Em termos de ingredientes ativos, a hortelã-pimenta teve a maior quantidade de ambos os compostos (8 mg/g s.p. de ácido cafeico e 33 mg/g s.p. de ácido rosmarínico), seguida de lavanda para o ácido cafeico e tomilho para o ácido rosmarínico. Em relação à análise próxima, os resultados para proteína variaram entre 6,62 e 20,78 g/100g, para lavanda e hierba buena respectivamente. Pode-se concluir que as ervas aromáticas do sul do Chile produziram altos valores de capacidade antioxidante e princípios ativos, que contribuem para potenciais usos e benefícios na saúde humana.

Palavras-chave: Capacidade antioxidante; Ervas aromáticas; Medicina alternativa; Perfil químico; Saúde

INTRODUCCIÓN

El interés en una alimentación saludable, en las características antioxidantes y en los beneficios potenciales para la salud de una dieta rica en compuestos fenólicos está aumentando con el tiempo (1), uno de los alimentos que ha levantado gran interés son las hierbas aromáticas y medicinales, estas han tenido una gran importancia culinaria y en la nutrición humana, desde la antigüedad se han utilizado de muchas maneras diferentes, en general se utiliza la hoja para cocinar (2-3), se han añadido a los alimentos para potenciar el sabor y mejorar sus propiedades organolépticas, también se han utilizado ampliamente como conservantes y en medicina natural (4), hierbas como el romero (*Rosmarinus officinalis* L.), salvia (*Salvia officinalis* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.), melisa (*Melissa officinalis* L.), menta (*Mentha spicata* L.) y lavanda (*Lavendula angustifolia* Mill.), que son originarias de la región mediterránea y se cultivan en todo el mundo (5) y durante milenios, las plantas medicinales han sido una fuente valiosa de agentes terapéuticos, es más, muchos de los medicamentos actuales son productos naturales de plantas o sus derivados (6).

Uno de los mayoritarios compuestos que está presente en las hierbas y con reconocidas propiedades antioxidantes es el ácido rosmarinico (AR) (Figura 1) es un éster de ácido cafeico y ácido 3,4-dihidroxifeniláctico.

Se encuentra comúnmente en especies de *Boraginaceae* y la subfamilia *Nepetoideae* de *Lamiaceae*. Sin embargo, también se encuentra en especies de otras familias de plantas superiores y en algunas especies de helechos y antocerotes, tiene una serie de actividades biológicas interesantes, por ejemplo, antiviral, antibacteriana, antiinflamatoria y antioxidante (7). Un gran número de preparaciones a base de hierbas y suplementos alimenticios que contienen AR se comercializan con claros efectos beneficiosos para la salud, además, debido a la inhibición de la peroxidación lipídica y el crecimiento bacteriano, el AR está aprobada para su uso como antioxidante y/o conservante natural en la industria alimentaria (8).

Otro de los compuestos presentes es el ácido cafeico (CA) (ácido 3,4-dihidroxicinámico) (Figura 1) es un derivado del ácido rosmarinico y es uno de los compuestos fenólicos naturales ampliamente distribuidos en materiales vegetales como verduras, frutas, café y té (9-10), Este ácido fenólico y sus derivados tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas (11) actúa como inhibidor cancerígeno y exhibe un alto efecto antioxidante y cierta actividad antimicrobiana. Además, este compuesto puede ser útil en la prevención de enfermedades cardíacas y aterosclerosis, entre otras (12).

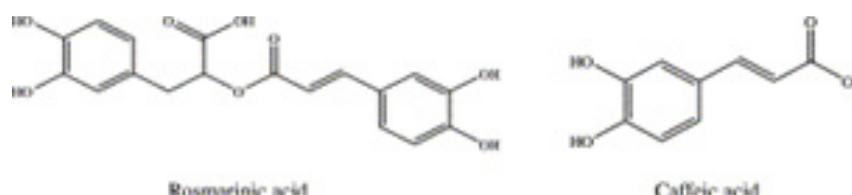


Figura 1. Estructuras químicas del ácido cafeico y del ácido rosmarínico.(5)

Los compuestos fenólicos en las hierbas son los componentes principales responsables de la eliminación de radicales libres, mediante la donación de un átomo de hidrógeno o un electrón para formar compuestos estables (13). Las hierbas pueden actuar a través de varios mecanismos para brindar protección contra el cáncer, se ha demostrado que ciertos fitoquímicos de hierbas o extractos de hierbas inhiben una o más de las etapas del proceso del cáncer (es decir, iniciación, promoción, crecimiento y metástasis) (14). En particular, según las observaciones de muchas culturas durante muchos años, se ha informado que numerosos alimentos y hierbas, incluidos alimentos básicos, verduras, condimentos y tés de hierbas ejercen efectos protectores contra diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y las enfermedades hepáticas (15).

Las plantas están produciendo numerosos metabolitos secundarios químicamente muy diversos que están optimizados para ejercer funciones biológicas y aún están lejos de ser investigados exhaustivamente (16). Ya en el año 1999 (17), se convocó a un panel científico, entre ellos epidemiólogos, toxicólogos, químicos y nutricionistas para tratar la temática de los fitonutrientes presentes en las plantas, citando la actividad antioxidante

demostrada en los flavonoides del té y desde ya se sugirió que esto debería ser una prioridad de los programas de investigación. Hasta la fecha, los tés de hierbas, así como los tés verdes, son una bebida popular en todo el mundo, particularmente en China, debido a su fragancia, propiedades antioxidantes, aplicaciones terapéuticas y otros efectos beneficiosos para la salud (18). Resulta urgente rescatar ese conocimiento para documentar la información sobre especies útiles para el desarrollo de nuevos medicamentos y al mismo tiempo evaluar el grado de amenaza de las especies útiles para diseñar estrategias para su conservación, contribuyendo a la protección de la biodiversidad (19). En este sentido, Chile ha dado un gran paso al certificar 103 plantas medicinales en el Reglamento del sistema nacional de productos farmacéuticos de uso humano (DS N°3/10) (20), que se enmarcan en la política nacional de medicamentos. En la resolución 548 del Ministerio de salud (21) considera en el listado de medicamentos de uso herbario tradicional a siete de las ocho hierbas analizadas en este estudio: menta, romero, lavanda, melisa, malvarrosa, tomillo y caléndula, excepto la hierba buena, pero esta al ser una especie del género *Mentha* y de la familia *Lamiaceae*, se le atribuyen potenciales propiedades medicinales (22-25).

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (26), considera a la medicina natural y tradicional, donde se incluye el tratamiento con plantas medicinales, como la medicina más natural, inocua, efectiva, además de tener un costo racional, ser asequible y aceptada por la población. De acuerdo a la OMS (27) una planta medicinal es definida como cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos.

Dentro del potencial uso de las hierbas en la medicina alternativa, en una revisión realizada por Menyiy (28), destaca a la hierba buena (*Mentha spicata*) por los extractos y aceites esenciales de, estos demostraron diferentes propiedades farmacológicas tales como actividad antibacteriana, antiparasitaria, insecticida, antiinflamatoria, antidiabética, antioxidante, diurética, analgésica, antipirética, antihemolítica y protectora. Una revisión realizada por Mena (29) destaca la actividad antioxidante y antibacteriana de los aceites esenciales debido a la presencia compuestos fenólicos que trabajan sinérgicamente entre sí para producir mecanismos de defensa frente a radicales libre o microorganismos patógenos.

A pesar de que los materiales vegetales son la base para el descubrimiento de fármacos y la popularidad de las hierbas tés, el número de artículos que exploran la eficacia clínica y la seguridad es muy limitado (30). El objetivo del estudio fue evaluar el contenido de actividad antioxidante (AA), de compuestos

activos (CA) y Análisis proximal (AP) de ocho hierbas aromáticas liofilizadas del sur de Chile: hierbabuena (*Mentha spicata*), menta (*Mentha piperita*), romero (*Rosmarinus officinalis L.*), lavanda (*Lavandula angustifolia Mill.*), melisa (*Melissa officinalis L.*), malvarrosa (*Malva sylvestris L.*), tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y caléndula (*Calendula officinalis L.*) como potencial uso en la medicina complementaria o alternativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección y preparación de muestras

Las diferentes hierbas aromáticas frescas cultivadas naturalmente en invernaderos y regadas con agua de lluvia, fueron recolectadas entre marzo y septiembre del año 2021 en la localidad de Rio Negro, ubicada a 36 km al sur de Osorno y a 7 km de la Ruta 5 en la Provincia de Osorno, Región de Los Lagos, en la zona sur de Chile. Las partes frescas de estas plantas se llevaron al laboratorio para su congelación a -18°C (Mademsa, Santiago) y su posterior liofilización (liofilizador vertical Operon, Corea). Después del proceso de liofilizado se almacenaron en bolsas herméticas de polietileno hasta su uso en procesos analíticos.

Determinación Actividad Antioxidante (AA)

Para medir la actividad antioxidante de las ocho hierbas se utilizó los ensayos mediante la determinación de la capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno-ORAC, el cual se basó en el procedimiento descrito por Cao y Prior

(31) con algunas modificaciones. La reacción fue llevada a cabo en buffer fosfato 75 mM (pH 7,4), en una microplaca de 96 pocillos, de color negra, con fondo plano y transparente. Se depositaron 45 μ l de muestra y 175 μ l de fluoresceína a 108 nM, esta mezcla fue preincubada por 30 min a 37 °C, transcurrido el tiempo se añadieron 50 μ l de la solución de AAPH a 108 mM. La microplaca se colocó inmediatamente en el espectrofluorímetro de microplacas de doble exploración Gemini XPS, Estados Unidos, durante 60 minutos con longitudes de onda de emisión 538 nm y de excitación 485 nm, las lecturas de fluorescencia fueron registradas cada 3 min. La microplaca se agitó automáticamente antes y después de cada lectura. El blanco utilizado fue de buffer fosfato en lugar de la solución antioxidante y para la curva de calibración se trabajó con Trolox a 6, 12, 18 y 24 μ M. Todas las reacciones fueron llevadas a cabo en triplicado. La normalización de los datos del área bajo la curva de decaimiento de la fluorescencia de cada una de las muestras y patrones se realizó como lo describe la Ecuación.

$$AUC = \left(\sum_{i=0}^{i=21} \frac{f_i}{f_0} \right)_{\text{antioxidante}} - \left(\sum_{i=0}^{i=21} \frac{f_i}{f_0} \right)_{\text{blanco}}$$

Donde f_0 , corresponde a la lectura de fluorescencia inicial al minuto 0 y f_i es la lectura de fluorescencia en el tiempo i . Los resultados se expresaron como μ moles equivalente en Trolox por 100 gramos de masa seca (μ moles ET/100g m.s.).

Determinación de los compuestos activos

Para la preparación de los extractos acuosos la hierba seca (1g) se le adiciono 50ml de agua destilada a 100°C, se utilizó sonicador por 30 minutos y luego se filtró en papel filtro para la eliminación del agua, una vez obtenido el extracto seco se reconstituyo con 20 μ L ácido fórmico + 380 μ L de metanol y posteriormente se sometió a sonicación a 65°C durante 20 min, luego se filtró con filtro pirinola de PTFE y el Sobrenadante recuperado evaporar a sequedad para ser analizado por HPLC

Para el análisis cromatográfico se utilizó un Cromatógrafo líquido con arreglo de diodos marca LaChrom (VWR HITACHI), el cual cuenta con una bomba automática (L-2200), un horno para la columna (L-2300) y un detector con arreglo de diodos (L-2450). La separación de los principios activos se llevó a cabo utilizando una columna de fase reversa (RP-18) de longitud 250 mm y 4.6 mm de diámetro, tamaño de poro de 5 μ m (Phenomenex, Torrance, CA, USA). Se mantuvo una temperatura controlada del horno a 20°C. Se utilizó metanol grado HPLC (A) y ácido acético al 2% (B), para programar el gradiente de separación de los flavonoides. La absorbancia se registra simultáneamente en las longitudes de onda 254, 280, 320 y 360 nm, y se eligió la longitud 290nm para efectos de desarrollo de la metodología. De igual forma se obtuvieron los espectros UV de cada uno de los patrones de referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó la capacidad antioxidante en hojas de ocho especies de hierbas aromáticas

(Tabla 1), donde los resultados obtenidos en ORAC fueron: hierba buena 40.505,50 (μ moles ET /100g); menta 71.542,90 (μ moles ET/100g); romero 54.356,60 (μ moles ET /100g); lavanda 44.044,80 (μ moles ET /100g); melisa 49.247,41 (μ moles ET /100g); malvarrosa 63.135,55 (μ moles ET /100g); tomillo 61.012,20 (μ moles ET /100g) y caléndula 14.617,75 (μ moles ET /100g).

Según los resultados obtenidos, el ácido cafeico se cuantificó en las muestras de hojas de las ocho hierbas y los resultados fueron: hierba buena 8 mg/g p.s.; menta 0,2 mg/g p.s.; lavanda 2,5 mg/g p.s.; malvarrosa 0,5 mg/g

p.s.; tomillo 2 mg/g p.s. y caléndula 0,5 mg/g p.s. en las muestras de romero y melisa no fue detectado.

El ácido rosmarinico fue cuantificado y estuvo presente en 6 de las 8 muestras analizadas: hierba buena 33 mg/g p.s.; menta 3 mg/g p.s.; romero 1,5 mg/g p.s.; lavanda 5 mg/g p.s.; melisa 20 mg/g p.s. y tomillo 24 mg/g p.s.; en las muestras de malvarrosa y calendula no fue detectado. Estos resultados reflejan que la hierba buena (un tipo de menta), melisa y tomillo contiene una alta cantidad de ácido rosmarinico.

Tabla 1. Composición de nutrientes de hojas de hierbas liofilizadas del sur de Chile.

Nombre común	Especie	Familia	Tipo	Nutrientes	Concentración
Hierba buena	Mentha spicata	Lamiaceae	ORAC		40.505,50 (μ moles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	20,78 (g/100g)
				Grasas	4,43 (g/100g)
				Carbohidratos	47,08 (g/100g)
				Cenizas	7,91 (g/100g)
				Energía	311,3 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	8 (mg/g p.s.)
ácido rosmarinico	33 (mg/g p.s.)				
Menta	Mentha piperita	Lamiaceae	ORAC		71.542,90 (μ moles ET)
			Proximal	Proteínas	12,88 (g/100g)
				Grasas	5,10 (g/100g)
				Carbohidratos	59,02 (g/100g)
				Cenizas	8,30 (g/100g)
				Energía	333,5 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	0,2 (mg/g p.s.)
ácido rosmarinico	3 (mg/g p.s.)				

Nombre común	Especie	Familia	Tipo	Nutrientes	Concentración
Romero	Rosmarinus officinalis L.	Lamiaceae	ORAC		54.356,60 (μmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	7,77 (g/100g)
				Grasas	8,12 (g/100g)
				Carbohidratos	62,48 (g/100g)
				Cenizas	5,92(g/100g)
				Energía	354,0 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	ND
ácido rosmarinico	1,5 (mg/g p.s.)				
lavanda	Lavandula angustifolia Mill.	Lamiaceae	ORAC		44.044,80 (μmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	10,49 (g/100g)
				Grasas	6,55 (g/100g)
				Carbohidratos	58,38 (g/100g)
				Cenizas	11,71(g/100g)
				Energía	334,4 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	2,5 (mg/g p.s.)
ácido rosmarinico	5 (mg/g p.s.)				
Melisa	Melissa officinalis L.	Lamiaceae	ORAC		49.247,41 (μmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	17,77(g/100g)
				Grasas	6,12 (g/100g)
				Carbohidratos	57,27 (g/100g)
				Cenizas	11,02 (g/100g)
				Energía	355,3 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	ND
ácido rosmarinico	20 (mg/g p.s.)				
Malvarrosa	Malva sylvestris L.	Malvaceae	ORAC		63.135,55 (μmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	9,80 (g/100g)
				Grasas	4,21 (g/100g)
				Carbohidratos	72,27 (g/100g)
				Cenizas	6,27 (g/100g)
				Energía	366,2 (kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	0,5 (mg/g p.s.)
ácido rosmarinico	ND				

Nombre común	Especie	Familia	Tipo	Nutrientes	Concentración
Tomillo	Thymus vulgaris L.	Lamiaceae	ORAC		61.012,20 (µmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	12,97 (g/100g)
				Grasas	4,44 (g/100g)
				Carbohidratos	66,92 (g/100g)
				Cenizas	7,91 (g/100g)
				Energía	359,2 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	2 (mg/g p.s.)
	ácido rosmarinico	24 (mg/g p.s.)			
Caléndula	Calendula officinalis L.	Asteraceae	ORAC		14.617,75 (µmoles ET /100g)
			Proximal	Proteínas	23,12 (g/100g)
				Grasas	4,74 (g/100g)
				Carbohidratos	45,07 (g/100g)
				Cenizas	17,24 (g/100g)
				Energía	315,4 (Kcal)
			Principios activos	ácido cafeico	0,5 (mg/g p.s.)
	ácido rosmarinico	ND			

Discusión

Para la mayoría de las hierbas, se obtuvieron una gran capacidad antioxidante, superando a aquellos frutos considerados los mejores en esta características, es el caso del maqui (*Aristotelia chilensis*), el cual presenta 19.850 µmol ET/100g fruto fresco (32), coincidente con lo expresado por Zheng (33), donde expresa en su estudio que los valores ORAC en muchas hierbas fueron más altos que los informados para bayas, frutas y verduras, actividades antioxidantes en las hierbas que pueden atribuirse a otras sustancias no identificadas o a

interacciones sinérgicas. De las hierbas secas analizadas, la menta, malvarrosa, y tomillo contienen niveles muy altos de antioxidantes (Tabla 1) (71.542,90, 63.135,55 y 61.012,20 µmol ET/100 g. respectivamente).

En una revisión realizada por Dragland (34) demuestro que existe una diferencia de más de 1000 veces entre las concentraciones de antioxidantes de varias hierbas secas, por lo tanto, en una dieta normal, la ingesta de hierbas puede contribuir significativamente a la ingesta total de antioxidantes vegetales y ser una fuente incluso mejor de antioxidantes

dietéticos que muchos otros grupos de alimentos, como frutas, bayas, cereales y verduras. Por otro lado, De acuerdo con los resultados del estudio de Spagnol (12) donde realizó métodos *in vitro* para determinar la actividad antioxidante del ácido cafeico, concluyó que este compuesto exhibió una actividad antioxidante significativa. Los resultados demostraron la eficiencia relativa de la capacidad antioxidante en la captura de especies reactivas, en particular $O_2^{\bullet-}$ y $HOCl/OCl^-$, que son relevantes en los procesos de señalización y defensa de los organismos. La captura de $HOCl/OCl^-$ es importante ya que los mamíferos no pueden detoxificar este compuesto cuando se produce en exceso durante los procesos infecciosos. Un estudio realizado por Zheng (33), se evaluó la actividad antioxidante en medio acuoso de 39 especies de hierbas medicinales y culinarias, indicó que las hierbas, entre ellas: tomillo, menta, romero, hierbabuena presentaron un contenido de actividad antioxidante de $19,49 \pm 0,21$, $15,84 \pm 0,42$, $19,15 \pm 0,63$, $8,10 \pm 0,26$ μmol de TE/ g de peso fresco respectivamente. Un estudio realizado por Galovicová (35), califica al tomillo con una alta actividad antioxidante.

Los resultados obtenidos de principios activos reflejan que la hierba buena (un tipo de menta) contiene una alta cantidad de ácido cafeico (8 mg/g p.s.) tal como lo demostrado por Junli (36) reportando que el ácido cafeico detectado en menta

(2,2211 y 3,4521 mg/g p.s.) tiene una alta actividad antioxidante comparable a la del flavonoide quercetina (37). Otro estudio de Wang (5), que determinó el contenido de ácido cafeico, para las hierbas de romero, salvia, tomillo, menta, melisa y lavanda, los valores de su contenido oscilan entre 0 a 0,4 mg/g p.s. Según un estudio realizado por Espíndola (11) el ácido cafeico demostró tener una actividad contra el hepatocarcinoma o carcinoma hepatocelular (HCC) es una forma dominante de cáncer de hígado, previniendo la formación exagerada de especies reactivas al oxígeno (ROS) y ayudando en la eliminación de células tumorales a través de la oxidación del ADN. La actividad anticancerígena del ácido cafeico parece estar asociada a su potente actividad antioxidante y prooxidante atribuida a su estructura química con hidroxilos fenólicos libres, el número y posición de OH en el grupo catecol y el doble enlace en la cadena carbónica.

En el caso de ácido rosmarínico, la hierba buena, tomillo y melisa fueron las que presentaron mayor contenido de ácido rosmarínico (33, 24 y 20 mg/g p.s.), coincidente con lo reportado por Wang (5) que determinó el contenido de ácidos rosmarínico en hierbas aromáticas de romero, salvia, tomillo, menta, melisa y lavanda, las cuales se cuantificaron y tuvieron contenidos de entre 2,0 a un 27,4 mg/g p.s. Pereira (38) señala que el tomillo es una rica fuente de compuestos bioactivos

como el ácido rosmarínico y sus derivados, siendo el ácido rosmarínico reportado como componente principal.

Las plantas aromáticas y medicinales están recibiendo una atención considerable en todo el mundo debido a su enorme potencial económico sin

explotar, especialmente en el uso de medicamentos a base de hierbas (tabla 2), estas ocupan un lugar importante en los aspectos socioculturales, espirituales y de atención de la salud (39).

Tabla 2. Hierbas y su potencial uso en la medicina alternativa.

Nombre común	Especie	Potencial uso	Referencia
Hierba buena	<i>Mentha spicata</i>	Contra los trastornos estomacales (decocción) Resfriado y gripe, dolor de muelas (infusión) Enfermedades de la piel (polvo) fuente de antioxidante natural para alimentos	(24, 40-42)
Menta	<i>Mentha piperita</i>	Actividad antioxidante, protege el hígado y el riñón del estrés oxidativo (aceite)	(43)
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Reducción del nivel de cortisol en la saliva Poderosas propiedades antibacterianas, citotóxicas, antimutagénicas, antioxidantes, antiflogísticas y quimiopreventivas.	(44-45)
lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Reducción del nivel de cortisol en la saliva Actividades antioxidantes y antimicrobianas y un efecto positivo significativo en los sistemas digestivo y nervioso.	(44, 46)
Melisa	<i>Melissa officinalis</i> L.	Efecto en la prevención y el tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo (hoja y aceite) Estudios confirmaron los efectos antioxidantes de <i>Melissa officinalis</i> ; por lo tanto, su efecto en la prevención y el tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo	(47)
Malvarrosa	<i>Malva sylvestris</i> L.	Potencial efecto transcripcional determinante del envejecimiento cutáneo (mostró un cierto grado de influencia sobre la expresión genética de este envejecimiento) (extracto)	(48)
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Mejor fuente de timoquinona y posee un buen efecto antioxidante y antiproliferativo (aceite) Alta eficacia antimicrobiana in vitro sobre la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> (aceite). Uso potencial del extracto para prevenir el estrés oxidativo inducido por la radiación UV en la piel. El extracto acuoso de las hojas y pétalos de son una fuente potencial de antioxidantes naturales.	(49-50)

Nombre común	Especie	Potencial uso	Referencia
Caléndula	Calendula officinalis L.	Uso potencial del extracto para prevenir el estrés oxidativo inducido por la radiación UV en la piel. El extracto acuoso de las hojas y pétalos de son una fuente potencial de antioxidantes naturales	(51-52)

CONCLUSIONES

Dentro de las 8 hierbas analizadas se corrobora que la menta es la hierba que presenta mayor capacidad antioxidante, seguida por la malvarrosa y tomillo. En cuanto a principios activos, la hierbabuena fue la que presento mayor cantidad de ambos compuestos (ácido cafeico y ácido rosmarinico), seguido por lavanda para ácido cafeico y por tomillo para ácido rosmarinico. Con los antecedentes recopilados se puede concluir estas hierbas aromáticas del sur de Chile presentan alto nivel de capacidad antioxidante y principios activos, lo que posiciona a estar hierbas como potenciales aliados para la salud humana en la prevención de diversas enfermedades, entre ellas cardiovasculares, neurológicas y cancerígenas. Por otro lado, se sugieren más datos y estudios sobre la biodisponibilidad y la bioactividad de los antioxidantes de las hierbas. Sin embargo, estos datos representan un primer paso crucial que será objeto de seguimiento en futuros estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Roleira FMF, Tavares-da-Silva EJ, Varela CL, Costa SC, Silva T, Garrido J, et al. Plant derived and dietary phenolic antioxidants: anticancer properties. *Food Chem* [Internet]. 2015;183:235–58. Available from: <https://n9.cl/5sg4y>
2. Opara EI, Chohan M. Culinary herbs and spices: their bioactive properties, the contribution of polyphenols and the challenges in deducing their true health benefits. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2014 [cited 2022 Aug 8];15(10):19183–202. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25340982/>
3. Tapsell LC, Hemphill I, Cobiac L, Patch CS, Sullivan DR, Fenech M, et al. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *Med J Aust* [Internet]. 2006 [cited 2022 Aug 8];185(S4):S1–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17022438/>
4. Yashin A, Yashin Y, Xia X, Nemzer B. Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. *Antioxidants* (Basel) [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 8];6(3):70. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/antiox6030070>
5. Wang H. Determination of rosmarinic acid and caffeic acid in aromatic herbs by HPLC. *Food Chem* [Internet]. 2004;87(2):307–11. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460400072X>
6. Kingston DGI. Modern natural products drug discovery and its relevance to biodiversity conservation. *J Nat Prod* [Internet]. 2011;74(3):496–511. Available from: <http://dx.doi.org/10.1021/np100550t>
7. Petersen M, Simmonds MSJ. Rosmarinic acid. *Phytochemistry* [Internet]. 2003;62(2):121–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942202005137>
8. Marchev AS, Vasileva LV, Amirova KM, Savova MS, Koycheva IK, Balcheva-Sivenova ZP, et al. Rosmarinic acid - From bench to valuable applications in food industry. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2021;117:182–93. Available from: <https://n9.cl/nemv4>

9. Rampart M, Beetens JR, Bult H, Herman AG, Parnham MJ, Winkelmann J. Complement-dependent stimulation of prostacyclin biosynthesis: inhibition by rosmarinic acid. *Biochem Pharmacol* [Internet]. 1986 [cited 2022 Aug 3];35(8):1397–400. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3516156/>
10. Kassa T, Whalin JG, Richards MP, Alayash AI. Caffeic acid: an antioxidant with novel antisickling properties. *FEBS Open Bio* [Internet]. 2021 [cited 2022 Aug 9];11(12):3293–303. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34510823/>
11. Espíndola KMM, Ferreira RG, Narvaez LEM, Silva Rosario ACR, da Silva AHM, Silva AGB, et al. Chemical and pharmacological aspects of caffeic acid and its activity in hepatocarcinoma. *Front Oncol* [Internet]. 2019 [cited 2022 Aug 2];9:541. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31293975/>
12. Spagnol CM, Assis RP, Brunetti IL, Isaac VLB, Salgado HRN, Corrêa MA. In vitro methods to determine the antioxidant activity of caffeic acid. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* [Internet]. 2019;219:358–66. Available from: <https://n9.cl/z6lwe>
13. Akbarirad H, Ardabili AG, Kazemeini SM, Khaneghah A. An overview on some of important sources of natural antioxidants. 2016 [cited 2022 Aug 4]; Available from: <https://n9.cl/z61wx>
14. Potter JD, Steinmetz K. Vegetables, fruit and phytoestrogens as preventive agents. *IARC Sci Publ* [Internet]. 1996 [cited 2022 Aug 1];(139):61–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8923020/>
15. Ding R-B, Tian K, Huang L-L, He C-W, Jiang Y, Wang Y-T, et al. Herbal medicines for the prevention of alcoholic liver disease: a review. *J Ethnopharmacol* [Internet]. 2012 [cited 2022 Aug 1];144(3):457–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23058988/>
16. Atanasov AG, Waltenberger B, Pferschy-Wenzig E-M, Linder T, Wawrosch C, Uhrin P, et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnol Adv* [Internet]. 2015 [cited 2022 Aug 9];33(8):1582–614. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26281720/>
17. Balentine DA, Albano MC, Nair MG. Role of medicinal plants, herbs, and spices in protecting human health. *Nutr Rev* [Internet]. 1999 [cited 2022 Aug 1];57(9 Pt 2):S41-5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10568350/>
18. Farzaneh V, Carvalho IS. A review of the health benefit potentials of herbal plant infusions and their mechanism of actions. *Ind Crops Prod* [Internet]. 2015;65:247–58. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092666901400675X>
19. Bermúdez A, Oliveira-Miranda MA, Velázquez D. La Investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia* [Internet]. 2005 [cited 2022 Aug 7];30(8):453–9. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800005
20. Biblioteca del Congreso Nacional. Biblioteca del Congreso Nacional [Internet]. www.bcn.cl/leychile. [cited 2022 Aug 1]. Available from: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1026879>
21. Biblioteca del Congreso Nacional. Biblioteca del Congreso Nacional [Internet]. www.bcn.cl/leychile. [cited 2022 Aug 1]. Available from: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1005970>
22. Bouyahya A, Abrini J, Et-Touys A, Bakri Y, Dakka N. Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *Eur J Integr Med* [Internet]. 2017;13:9–25. Available from: <https://n9.cl/scwvn>
23. Labiad H, El-Tahir A, Ghanmi M, Satrani B, Aljaiyash A, Chaouch A, et al. Ethnopharmacological survey of aromatic and medicinal plants of the pharmacopoeia of northern Morocco. *Ethnobot res appl* [Internet]. 2020 [cited 2022 Aug 9];19:1–16. Available from: <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/1413>
24. Salhi N, Bouyahya A, Fettach S, Zellou A, Cherrah Y. Ethnopharmacological study of medicinal plants used in the treatment of skin burns in occidental Morocco (area of Rabat). *S Afr J Bot* [Internet]. 2019;121:128–42. Available from: <https://n9.cl/68ak4>

- 25.** Bajaj S, Urooj A, Prabhasankar P. Antioxidative properties of mint (*Mentha spicata* L.) and its application in biscuits. *Curr Res Nutr Food Sci J* [Internet]. 2016 [cited 2022 Aug 9];4(3):209–16. Available from: <https://www.foodandnutritionjournal.org/volume4number3/antioxidative-properties-of-mint-mentha-spicata-l-and-its-application-in-biscuits/>
- 26.** World Health Organization. Programme on Traditional Medicine. Estrategía de la OMS sobre medicina tradicional 2002-2005. Organización Mundial de la Salud; 2002.
- 27.** WHO Expert Committee on the Selection of Essential Drugs, World Health Organization. The selection of essential drugs: report of a WHO expert committee. Genève, Switzerland: World Health Organization; 1977.
- 28.** El Menyiy N, Mrabti HN, El Omari N, Bakili AE, Bakrim S, Mekkaoui M, et al. Medicinal Uses, Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology of *Mentha spicata*. *Evid Based Complement Alternat Med* [Internet]. 2022 [cited 2022 Aug 9];2022:7990508. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35463088/>
- 29.** Mena Palacios C, Silva López B, Medina A. Composición química y actividad biológica de los aceites esenciales de *lamiaceas*, *asteraceas*, *vervencas*: una revisión. *Infoanalítica* (Quito - Impresa) [Internet]. 2020 [cited 2022 Aug 9];48–69. Available from: <https://doaj.org/article/e3ab356f611640959d45f04f9db09f18>
- 30.** Poswal FS, Russell G, Mackonochie M, MacLennan E, Adukwu EC, Rolfe V. Herbal teas and their health benefits: A scoping review. *Plant Foods Hum Nutr* [Internet]. 2019 [cited 2022 Aug 9];74(3):266–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31243622/>
- 31.** Prior RL, Cao G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 1999 [cited 2022 Aug 9];27(11–12):1173–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10641708/>
- 32.** Speisky H, López-Alarcón C, Gómez M, Fuentes J, Sandoval-Acuña C. First web-based database on total phenolics and oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of fruits produced and consumed within the south Andes region of South America. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2012 [cited 2022 Aug 9];60(36):8851–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22512599/>
- 33.** Zheng W, Wang SY. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2001;49(11):5165–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1021/jf010697n>
- 34.** Dragland S, Senoo H, Wake K, Holte K, Blomhoff R. Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *J Nutr* [Internet]. 2003 [cited 2022 Aug 9];133(5):1286–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12730411/>
- 35.** Galovičová L, Borotová P, Valková V, Vukovic NL, Vukic M, Štefániková J, et al. Thymus vulgaris essential oil and its biological activity. *Plants* [Internet]. 2021 [cited 2022 Aug 9];10(9):1959. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/plants10091959>
- 36.** Lv J, Huang H, Yu L, Whent M, Niu Y, Shi H, et al. Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. *Food Chem* [Internet]. 2012;132(3):1442–50. Available from: <https://n9.cl/2caur>
- 37.** Larson RA. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* [Internet]. 1988;27(4):969–78. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0031942288802541>
- 38.** Pereira E, Barros L, Antonio AL, Cabo Verde S, Santos-Buelga C, Ferreira ICFR. Infusions from *Thymus vulgaris* L. treated at different gamma radiation doses: Effects on antioxidant activity and phenolic composition. *Lebenson Wiss Technol* [Internet]. 2016;74:34–9. Available from: <https://n9.cl/afx9l>
- 39.** Mekonnen M, Manahlie B. Identification of economically important diseases and insect pests of prioritized aromatic and medicinal plants in Ethiopia. *Australian Journal of Crop Science*. 2017;11(07):768–76. <https://n9.cl/37lxu>
- 40.** Bouyahya A, Abrini J, Et-Touys A, Bakri Y, Dakka N. Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *Eur J Integr Med* [Internet]. 2017;13:9–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eujim.2017.06.004>

- 41.** Labiad H, El-Tahir A, Ghanmi M, Satrani B, Aljaiyash A, Chaouch A, et al. Ethnopharmacological survey of aromatic and medicinal plants of the pharmacopoeia of northern Morocco. *Ethnobot res appl* [Internet]. 2020;19. Available from: <http://dx.doi.org/10.32859/era.19.45.1-16>
- 42.** Bajaj S, Urooj A, Prabhasankar P. Antioxidative properties of mint (*Mentha spicata* L.) and its application in biscuits. *Curr Res Nutr Food Sci J* [Internet]. 2016;4(3):209–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.12944/crnfsj.4.3.07>
- 43.** Bellassoued K, Ben Hsouna A, Athmouni K, van Pelt J, Makni Ayadi F, Rebai T, et al. Protective effects of *Mentha piperita* L. leaf essential oil against CCl₄ induced hepatic oxidative damage and renal failure in rats. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2018;17(1):9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-017-0645-9>
- 44.** Atsumi T, Tonosaki K. Smelling lavender and rosemary increases free radical scavenging activity and decreases cortisol level in saliva. *Psychiatry Res* [Internet]. 2007;150(1):89–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2005.12.012>
- 45.** Hussain AI, Anwar F, Chatha SAS, Jabbar A, Mahboob S, Nigam PS. *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. *Braz J Microbiol* [Internet]. 2010;41(4):1070–8. Available from: <https://n9.cl/zmfz9>
- 46.** Prusinowska R, Śmigielski KB. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review. *Herb Pol* [Internet]. 2014;60(2):56–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.2478/hepo-2014-0010>
- 47.** Miraj S, Rafieian-Kopaei, Kiani S. *Melissa officinalis* L.: A review study with an antioxidant prospective. *J Evid Based Complementary Altern Med* [Internet]. 2017;22(3):385–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/2156587216663433>
- 48.** Talbourdet S, Sadick NS, Lazou K, Bonnet-Duquennoy M, Kurfurst R, Neveu M, et al. Modulation of gene expression as a new skin anti-aging strategy. *J Drugs Dermatol*. 2007;6(6 Suppl):s25-33.
- 49.** Butt AS, Nisar N, Mughal TA, Ghani N, Altaf I. Anti-oxidative and anti-proliferative activities of extracted phytochemical compound thymoquinone. *J Pak Med Assoc* [Internet]. 2019;69(10):1479–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.5455/jpma.302643156>
- 50.** Montero Recalde M, Mira JC, Avilés Esquivel D, Pazmiño Miranda P, Erazo Gutiérrez R. Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre una cepa de *Staphylococcus aureus*. *Rev Investig Vet Peru* [Internet]. 2018;29(2):588–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14520>
- 51.** Fonseca YM, Catini CD, Vicentini FTMC, Nomizo A, Gerlach RF, Fonseca MJV. Protective effect of *Calendula officinalis* extract against UVB-induced oxidative stress in skin: evaluation of reduced glutathione levels and matrix metalloproteinase secretion. *J Ethnopharmacol* [Internet]. 2010;127(3):596–601. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2009.12.019>
- 52.** BP Muley, SS Khadabadi, NB Banarase, HA Sawarkar. The Antioxidant Activity of the Leaves and Petals of *Calendula officinalis* Linn. *Research J. Pharm. and Tech.* 2(1): Jan.-Mar. 2009; Page 173-175. Available on: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2009-2-1-86>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Gastronomía tradicional en el Barrio las Herrerías del cantón Cuenca, como mecanismo para su salvaguardia cultural

Traditional gastronomy in the Herrerías neighborhood of Cuenca as a mechanism for its cultural safeguarding

A gastronomia tradicional no Barrio las Herrerías, no cantão de Cuenca, como mecanismo para sua salvaguarda cultural

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.184>

Elena Villafuerte Pucha
elenavillafuerte@sanisidro.edu.ec

Isabel Álvarez Ochoa
isabelalvarez@sanisidro.edu.ec

Pedro Andrés Cordero Washima
pedroandresc67@gmail.com

Ximena Alvear
dirgastronomia@sanisidro.edu.ec

**Escuela de Gastronomía, Instituto Superior Universitario San Isidro,
Cuenca, Ecuador**

Artículo recibido el 11 de julio 2022 / Arbitrado el 2 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

La ausencia de una actualización de información gastronómica tanto de los platos ofertados y las técnicas culinarias para la elaboración de cada uno, basado en el conocimiento de antaño. El estudio realizado estuvo enfocado en rescatar los conocimientos de la cocina ancestral basado en la herencia de información trasladada de generación en generación en el Barrio Las Herrerías de la ciudad de Cuenca mediante un registro de saberes gastronómicos. La metodología planteada en esta propuesta fue cualitativa con un diseño etnográfico y recopilación documental, además se desarrolló trabajo de campo mediante la observación, también se realizó el levantamiento de recetas del sector en mención a través de entrevistas estructuradas, adicionalmente se desarrolló una ubicación de los establecimientos más representativos de gastronomía tradicional en base a una georreferenciación, el registro de información se desarrolló mediante fichas sistematizadas que fueron obtenidas en referencia al modelo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Como resultados se desarrolló un recetario con las técnicas y conocimientos de los diferentes platos tradicionales en relación a los envueltos elaborados en el Barrio Las Herrerías, pese a estar en un mismo sector se determina una caracterización en cuanto a sabor, aroma, texturas y técnicas de cocción, dejando a relucir un potencial cultural y de tradiciones del sector de estudio, que podría enfocarse en nuevas promesas de turismo gastronómico.

Palabras clave: Cocina ancestral; Saberes gastronómicos; Patrimonio; Tradición; Cultura

ABSTRACT

The absence of updated gastronomic information on the dishes offered and the culinary techniques for the preparation of each one, based on the knowledge of yesteryear. The study was focused on rescuing the knowledge of the ancestral cuisine based on the inheritance of information transferred from generation to generation in the Barrio Las Herrerías of the city of Cuenca by means of a registry of gastronomic knowledge. The methodology proposed in this proposal was qualitative with an ethnographic design and documentary compilation, in addition, field work was developed through observation, also the survey of recipes of the sector was carried out through structured interviews, additionally a location of the most representative establishments of traditional gastronomy was developed based on a georeferencing, the registration of information was developed through systematized cards that were obtained in reference to the model of the National Institute of Cultural Heritage. As a result, a recipe book was developed with the techniques and knowledge of the different traditional dishes in relation to the wraps elaborated in the Barrio Las Herrerías, despite being in the same sector, a characterization is determined in terms of flavor, aroma, textures and cooking techniques, revealing a cultural potential and traditions of the sector under study, which could be focused on new promises of gastronomic tourism.

Key words: Ancestral cuisine; Gastronomic knowledge; Heritage; Tradition; Culture

RESUMO

A ausência de informações gastronômicas atualizadas sobre os pratos oferecidos e as técnicas culinárias para o preparo de cada um, com base no conhecimento do ano anterior. O estudo foi focado no resgate do conhecimento da cozinha ancestral baseado na herança de informações transmitidas de geração em geração no bairro Las Herrerías, na cidade de Cuenca, por meio de um registro de conhecimentos gastronômicos. A metodologia proposta nesta proposta foi qualitativa com desenho etnográfico e compilação documental, o trabalho de campo também foi realizado através de observação, bem como a coleta de receitas do setor em questão através de entrevistas estruturadas, além disso, foi desenvolvida uma localização dos estabelecimentos mais representativos da gastronomia tradicional com base em um georreferenciamento, o registro de informações foi desenvolvido através de fichas sistematizadas que foram obtidas em referência ao modelo do Instituto Nacional do Patrimônio Cultural. Como resultado, foi desenvolvido um livro de receitas com as técnicas e conhecimentos dos diferentes pratos tradicionais em relação aos envólucros feitos no Barrio Las Herrerías, apesar de estar no mesmo setor, uma caracterização é determinada em termos de sabor, aroma, texturas e técnicas de cozinha, revelando um potencial cultural e tradições do setor em estudo, que poderia ser focado em novas promessas de turismo gastronômico.

Palavras-chave: Cozinha ancestral; Conhecimento gastronômico; Herança; Tradição; Cultura

INTRODUCCIÓN

El Barrio de las Herrerías ubicado en la parroquia El Vergel, es uno de los sectores emblemáticos de la ciudad de Cuenca, porque en este lugar se dio inicio a las labores artesanales de los herreros porque se elaboraban las herraduras para los caballos en la época de la llegada de los españoles, estos se ubicaron en esta zona por su cercanía al río, además este lugar era considerado una de las entradas más importantes a la ciudad, con el paso del tiempo también elaboraron herramientas para las actividades del campo, todos lo que se construía en los talleres eran forjados en hierro y por tal motivo surge el nombre de "Las Herrerías" o conocido como la calle de los herreros (1).

En el estudio planteado se detectó la necesidad de analizar la oferta gastronómica del sector conocido como el Barrio de Las Herrerías para destacar las preparaciones de mayor trascendencia en el tiempo. Inicialmente este sector era únicamente destinado para labores en hierro, por lo que se estabilizaron los talleres de los denominados herreros, se establecieron en este lugar por la cercanía al río ya que se requería en gran medida el uso del agua.

La ausencia de una actualización de información gastronómica tanto de los platos ofertados y las técnicas culinarias para la elaboración de cada uno, basado en el conocimiento de antaño. Según lo que se ha indicado se puede decir que uno de

los problemas comunes de la gastronomía es la discontinuidad de la preparación de productos con técnicas de actualidad dejando en el pasado por ejemplo el cocido en ollas de barro con leña en los fogones que han sido parte de la evolución constante de la cocina tradicional a la moderna.

El desarrollo de este estudio fue importante porque permitió identificar varios puntos referentes a las costumbres de consumo gastronómicas tanto de propios y extraños de la ciudad de Cuenca sobre todo quienes visitan el Barrio Las Herrerías. Además, permitiendo establecer puntos de estrategia para quienes ofertan sus productos en este sector y tengan mayor potencialidad en sus ventas.

Es importante que parte de las estrategias con la gastronomía tradicional se vea relacionada con el turismo para generar experiencias con los turistas a través de la adquisición y prueba sensorial de los productos elaborados con técnicas culinarias de antaño, además no se descarta la opción de fortalecer las rutas gastronómicas en las que se ve vinculado el Barrio de Las Herrerías para que tenga mayor enfoque con la oferta de los productos que son prácticamente elaborados a base de productos propios de zona.

Por tanto, se enfoca la posibilidad de la creación y actualización de una memoria gastronómica basada en los conocimientos de técnicas gastronómicas ancestrales y

culturales, además de la inserción de los productos que aún son cocidos a base de cocinas de leña y ollas de barro, recordando que estos son parte de la identidad cultural del cantón Cuenca. Esta propuesta de creación de una memoria es para general un impacto en la conocimiento y conservación de lo tradicional y cultural.

Análisis teórico

El estudio planteado está enfocado en el rescate cultural de los productos y técnicas de cocción tradicionales del Barrio Las Herrerías, mediante la generación de una memoria gastronómica como herramienta de conservación de la historia de la cocina tradicional cuencana. Por lo cual se iniciará realizando un análisis bibliográfico en relación a la propuesta estudiada.

El tradicional Barrio de Las Herrerías está localizado en Santa Ana de los Ríos de Cuenca que se encuentra ubicada a 2° 53' 57" de latitud y a 79° 00' 55" de longitud a 250Km del puerto principal y a 442km de la capital de la Republica. Este barrio en mención está ubicado exactamente al sureste de la ciudad de Cuenca y está limitado por la Av. 12 de abril desde la subida a Todos Santos, Pasaje El Paraíso, Av. 10 de agosto y Av. Paucarbamba.

La calle de Las Herrerías constituye parte de las áreas especiales del Patrimonio Cultural de la Humanidad, por el hecho que esta formaba parte del Qhapaq Ñan, luego del Camino Real, porque según los historiadores indican que se conservaba los

últimos vestigios de esta famosa vía que fue importante tanto para el imperio incaico como para la época de la colonia (2).

Además, el 1 de diciembre de 1999, el centro histórico de la ciudad de Cuenca fue declarado World Heritage Site (WHS), por parte de la por parte de la UNESCO, en reconocimiento por las siguientes características: la perfecta implantación de los principios de la planificación urbana del Renacimiento en América, la fusión alcanzada por diferentes sociedades y culturas de América Latina, que se manifiesta de manera notable en la traza y el paisaje urbano, y por ser un ejemplo excepcional de ciudad colonial española, planificada y situada en el interior (3).

Al momento de hablar de turismo patrimonial se puede considerar que; es una inmersión que realizan los visitantes en diversos ámbitos como es el caso de: La historia natural, herencia cultural, en artes, en filosofía y en las instituciones culturales de otras regiones o países (3). Por tal razón la restauración o reconstrucción considera el patrimonio como la herencia cultural y material del pasado que "representa un acervo de elementos de identificación, transmitido y desarrollado mediante un proceso histórico, que incluye acciones y objetos a los que un grupo o sector social atribuye diferentes valores: artísticos, históricos, documentales, estéticos, científicos, espirituales, simbólicos u otros" (4).

Además, como parte del patrimonio es necesario hablar de técnicas culinarias las cuales engloban “los procesos, tanto en crudo y en frío, como aquellas que emplean el calor para transformar los alimentos con el objeto de hacerlos digeribles, atractivos y apetecibles a la hora de presentarlos en un plato ante el comensal” (5). Por el hecho que la técnica culinaria ancestral es la denominación que se da a las “prácticas de cocción de distintos ingredientes intelectualmente elaboradas con gran tradición y conocimiento a lo largo de la existencia de una cultura o población, otorgándole sabores característicos y propios del alimento” (6).

Por eso es importante indicar que Ecuador es un país multicultural y diverso es así como cada provincia se caracteriza por una variedad de platos y bebidas, que representan la riqueza de su tierra y la cultura de su gente esta realidad posiciona a Ecuador como un potencial destino culinario, capaz de ofrecer una variedad de experiencias alrededor de su comida tradicional (7), que incluso podría considerar la generación de la oferta enogastronómica como parte de las estrategias de creación de opciones de experiencias turísticas basadas en la gastronomía.

Al hablar de enogastronomía se hace referencia a la vivencia de experiencias basadas en relacionar al comensal con los productos alimentarios a consumir, además que permita este analice si es factible para

su bienestar, también este se basa en la relación a la calidad-precio, además del desarrollo sostenible y sobre todo a la responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad, para ello es necesario la alianza de los agro productores con la industria turística para fomentar la promoción del turismo gastronómico como parte del fortalecimiento de las prácticas tradicionales y culturales (8).

Es necesario mencionar que generar turismo enogastronómico para el caso Ecuador resulta una tarea liviana ya que este se centra en destinos que poseen la declaración de patrimonio cultural o natural, además de la diversidad gastronómica de cada pueblo que aún mantiene las tradiciones y costumbres gastronómicas de los antepasados guiados por medio de la cultura; la creación de un destino de enogastronomía resulta una tarea de creación de experiencias para el turista actual que se interesa por su bienestar y alimentación (9). Centrando la opción de la enogastronomía se podría indicar que en la ciudad de Cuenca existen diversos puntos turísticos y gastronómicos en los cuales se pueden degustar una gran variedad de platos típicos o golosinas tradicionales, en este caso se va a abordar El barrio Las Herrerías.

Considerando la propuesta de una opción de enogastronomía en este barrio se inicia por mencionar que resalta en primer plano una de las calles de mayor importancia histórica llamada la Calle

de Las Herrerías, además de la Plaza del Herrero, también el Monumento a Vulcano considerado un homenaje a los herreros que han forjado el hierro por años en este sector, la casa de Chaguarchimbana es parte de los atractivos que se considera como parte de la época de la colonia que en la actualidad ha sido restaurada para implementar un museo y un espacio para eventos culturales, estos son lugares atractivos de la ciudad de Cuenca, ya que con las tradiciones, cultura e historia invitan a propios y extraños para dar a conocer un más sobre su historia y cultura, además algo que se puede resaltar a simple observación sobre la calle de Las Herrerías es que se encuentra a la mitad de los ríos Tomebamba y Yanuncay.

Es importante resaltar que la oferta gastronómica en este sector no es variada, de hecho, en su mayoría los locales ofrecen golosinas tradicionales, como es el caso de tamales, humitas, quimbolitos, entre otros, estos envueltos son tradicionales en la ciudad, pero son elaborados con productos autóctonos de la zona Sierra, siendo el maíz el producto estrella en la mayoría de las preparaciones, así como el trigo del cual se obtiene la harina de castilla.

Martínez (10) indica que el maíz se amasa con huevos y manteca, y que estos bollos de maíz son rellenos con cerdo o pollo y envueltos en hojas de Bromelia s.p. (huicundo) o *Canna edulis* (achira) y que toma el nombre de tamal.

Parte de la oferta gastronómica de Barrio Las Herrerías están los quimbolitos,

pero no se tiene una referencia de origen, pero se conoce que están elaborados con harina de trigo, o en su defecto con harina de maíz. Los tamales y quimbolitos requieren un tiempo y trabajo manual, comúnmente conocidos como golosinas ya que eran obsequiados en ocasiones especiales, pero en la actualidad en este Barrio se los encuentra todos los días del año a toda hora ya que son parte de su ingreso económico.

En el barrio las Herrerías la oferta gastronómica que se puede referir no son los típicos platos fuertes, sino más bien aquellos que pueden ser acompañados con una taza de café o un buen chocolate. El barrio ha sido identificado un punto en el cual la mayoría de visitantes ha consumido un alimento durante su visita a este sector.

Por medio del estudio se desarrolló una memoria gastronómica, siendo esta una colección de conocimientos basados en las tradiciones y sobre todo de la experiencia de las abuelas cocineras que han experimentado en la cocina durante años para alcanzar la perfección en una determinada preparación gastronómica alrededor de las costumbres y tradiciones que están relacionadas con la comida, consiguiendo documentar el patrimonio alimentario, la importancia de la preservación de información sobre preparaciones tradicionales basadas en el tiempo parte que éstas pueden reactualizarse para que no desaparezcan en el tiempo, además en base a estas se

podría generar valorizaciones económicas porque en ellas encierra historia y procesos únicos (11).

En relación al análisis realizado se puede mencionar que la preservación de los productos y técnicas culinarias tradicionales son importantes para generar nuevas opciones en la oferta gastronómica, además es importante mantener una memoria gastronómica para que se pueda reactualizar las recetas y técnicas que están en riesgo de desaparecer en el transcurso del tiempo, porque teniendo en cuenta que las generaciones actuales, están perdiendo el interés por el conocimiento de la cultura, tradiciones y costumbres de los antepasados en relación a la gastronomía, lo cual significa una amenaza para el futuro de la gastronomía tradicional.

MÉTODO

La metodología planteada en este estudio fue de tipo cualitativa con un diseño etnográfico siendo este la investigación que permite la reconstrucción o descripción de las formas de vida y de la cultura (12) además se empleó un registro audiovisual, también una georreferenciación de los puntos de venta más emblemáticos y sobre todo que aún conservan las técnicas gastronómicas tradicionales.

Como primera fase del estudio se realizó una recopilación de información en fuentes de consulta primarias, mediante la

observación y trabajo de campo, además de la aplicación de entrevistas a todos los locales que expenden comida en el Barrio de estudio, también se inició con una consulta bibliográfica mediante fuentes secundarias de información como libros, artículos, memorias gastronómicas y diarios periodísticos, que proporcionaron información con respecto a la gastronomía tradicional, conservación de técnicas ancestrales, valor del rescate cultural con un enfoque en el sector turístico, la recopilación bibliográfica es considerada una de las técnicas de recopilación de información importante porque permite la consulta de varias fuentes de consulta y sobre todo ayuda a identificar los argumentos que serán útiles para el estudio mediante un análisis a profundidad (13).

Por tanto, la información levantada es de carácter retrospectiva con un corte de tiempo de tipo transversal, ya que se realizó un solo levantamiento de información, también el objeto de estudio es monogrupal porque el estudio está enfocado en la gastronomía tradicional y cultural.

Se estableció como población todos los establecimientos de oferta gastronómica del Barrio Las Herrerías, se determinó un muestreo de tipo censal es decir se consideró levantar datos de todos los establecimientos para establecer una muestra de acuerdo al nivel de respuesta de cada uno de los involucrados.

Para el levantamiento de información se empleó una entrevista estructurada

a los propietarios de los restaurantes del Barrio Las Herrerías empleando las siguientes variables: tipo de negocio, tiempo de trayectoria, tipo de comidas ofertadas, ventas de mayor demanda, meses de mayores ventas, tipo de clientes potenciales y compradores comunes. Además, se aplicó una ficha de registro por cada local de comida para la recopilación de información como: datos de localización, identificación de portador, fotografías referenciales, elementos relacionados, observaciones, proceso de preparación y técnicas de gastronómicas, estos datos fueron de utilidad para la elaboración de la memoria gastronómica.

Finalmente, la información levantada fue procesada para el desarrollo de los resultados basados en la intención de los objetivos planteados, para emitir el informe final junto con el diseño de la memoria gastronómica.

RESULTADOS

En el estudio realizado con respecto Gastronomía Tradicional en el Barrio Las Herrerías del Cantón Cuenca ha sido empleado como un método para establecer la salvaguardia cultural de la gastronomía de este sector, mediante el análisis de información se obtuvo resultados significativos que a continuación son presentados.

En base a las tres entrevistas realizadas se obtuvo que en los tres casos el inicio en el arte culinario se ha inculcado desde

tempranas edades, la transmisión de conocimiento ha sido de madres a hijos o de abuelos a los nietos, cada uno con diversos secretos de cocina que cada familia guarda celosamente de generación en generación. La preparación de los platos típicos es significativa en el desarrollo económico de las diferentes familias de este sector, además indican que hay épocas que se dan bajas significativas de las ventas, en algunas ocasiones influyen con las decisiones gubernamentales cuando se dan cambios en los precios de la canasta básica, llevando a tomar medidas ya sea en el incremento de los precios de los platos ofertados o en algunas ocasiones optando por realizar promociones que se puedan ajustar a valores razonables.

Con respecto a las entrevistas se pudo determinar que en este sector en el pasar de los años la oferta más vendida en el Barrio Las Herrerías son: caldo de mocho, caldo de patas, papas locas, perniles ahumados, fritada, morocho y los envueltos.

En referencia los implementos tradicionales de cocción de alimentos se mantiene en algunos establecimientos el uso de las ollas de barro porque asumen que permiten mantener los sabores propios de los productos además estos absorben los nutrientes y aromas del barro, pero en el paso del tiempo varios establecimientos se han visto en la necesidad de implementar nuevas formas de producción a gran escala por la amplia oferta que diariamente tienen por lo cual se está reemplazando las

ollas de barro por las ollas industriales o conocidas como tamaleras.

El cambio al uso de las ollas tamaleras (Figura 1) se ha tornado a raíz que diariamente se venden en grandes cantidades los tradicionales envueltos, siendo estos: las humitas (elaboraciones a base del maíz tierno que ha sido procesado por un molido y mezcla de otros ingredientes, para ser cocidos una vez que han sido envueltos en sus hojas aun verdes), los tamales de pollo (preparación a base de harina de maíz con otras especias de sal y son envueltos en hojas de achira para su proceso de cocción), chaquis de queso, chaquis de cerdo o conocidos también como cuchichaquis (de la misma manera son preparaciones a base de harina de maíz con especias de sal y que son envueltas en hojas ya sea de achira o bijao

para seguidamente realizar el proceso de cocción) y quimbolitos (elaboración a base de harina de castillas mezclada con otras especias que serán envueltas en una hoja de achira para su cocción), es importante mencionar que cada local diariamente produce 2000 unidades aproximadamente he aquí la razón por la que representa un ingreso económico significativo para quienes ofertan estos tipos de preparaciones.

Con el pasar de los años a las preparaciones de este sector de estudio se ha denominado como golosinas tradicionales, ya que se han considerado alimentos de consumo rápido y su preferencia por el costo que tienen, además de tratarse de preparaciones nutritivas que no son dañinas para el consumidor.



Figura 1. Cambio de herramienta de cocción olla de barro por olla de acero.

Oferta gastronómica del Barrio de Las Herrerías

Se realizó una aplicación de una encuesta a los consumidores con el fin de determinar las razones de las preferencias por las preparaciones ofertadas en los locales del Barrio Las Herrerías,

obteniendo resultados como: el género de los encuestados corresponde el 36 % masculino y el 64% femenino, con respecto a la procedencia se tiene que el 45% son de la localidad, el 25% son nacionales y el 30% extranjeros como se puede visualizar en el Gráfico 1.

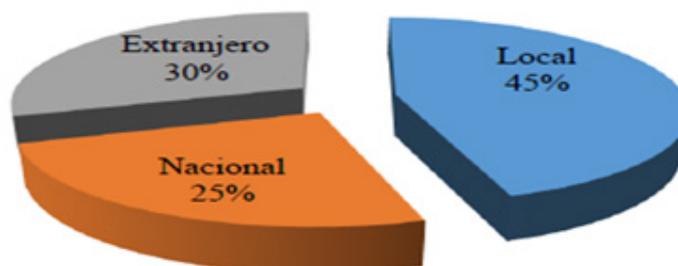


Gráfico 1. Procedencia de los encuestados.

En el Gráfico 2, se analiza cómo se consideran los clientes que frecuentan los locales de comida del sector de estudio así se presenta que el 60% se consideran gastronómicos es decir que gustan probar todo tipo de preparaciones tradicionales y

de actualidad, mientras que el 24% indican que no frecuentan el lugar solo estaban de paso, pero el 16% son pertenecientes al barrio y que laboran en los talleres artesanales del mismo.

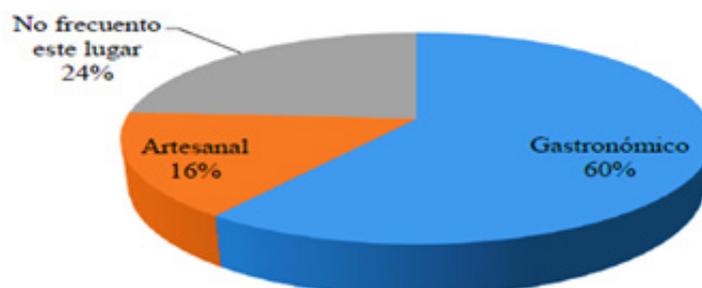


Gráfico 2. Clientes que frecuentan el Barrio de las Herrerías.

También se determinó frecuencia de consumo de los productos tradicionales en el Barrio de Las Herrerías, presentando que el 52% es de manera esporádica es decir compró el producto por casualidad que pasaba por el lugar, mientras que el 36% prefieren comprar mensualmente es decir que son clientes fijos que por cualquier

situación adquieren los productos en ese lapso de tiempo, pero en un mínimo porcentaje lo hace de forma diaria y semanalmente parte de la incidencia de este consumo es por el precio accesible que poseen los productos. La información se puede visualizar en el Gráfico 3.

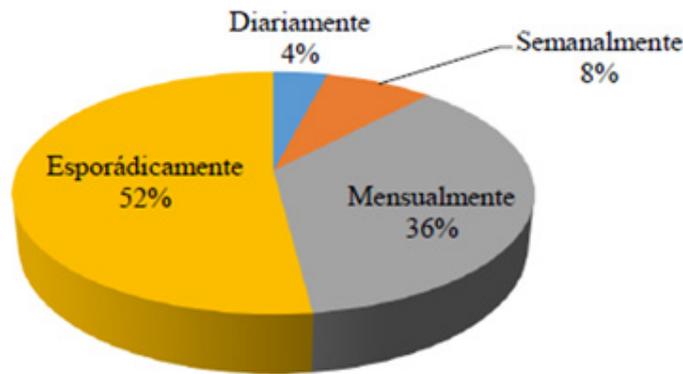


Gráfico 3. Frecuencia de consumo de los productos tradicionales en el Barrio de las Herrerías.

En el Gráfico 4, en el análisis con respecto al aporte de aroma y sabor en referencia a las técnicas de cocción en ollas de barro o de acero se obtiene que el 96% indica que, si influye que se utilice los implementos tradicionales tanto como las

ollas de barro, así como las cocinas de leña mientras que una minoría expresan que no es relevante si posee alguna propiedad los productos cocidos sea en barro u ollas de acero.



Gráfico 4. Criterio sobre el aporte de sabor y aroma con la utilización del barro en los productos tradicionales. Frecuencia de consumo de los productos tradicionales en el Barrio de las Herrerías.

Además se obtuvo que la totalidad de los encuestados indican que se debería conservar e implementar las técnicas de antaño en la elaboración de los productos es decir las tradicionales ollas de barro y los fogones de leña, aunque este último

ha sido un tema mediático debido a que este sector posee infraestructura que es parte del patrimonio por lo cual no se puede implementar este tipo de cocinas ya que causaría una alteración en la composición estructural tanto por la

inserción y el momento que estas entren en funcionamiento emitirán humo que en el pasar del tiempo se transformará en hollín en las paredes y techos causando cierto deterioro. Aunque la propuesta es favorable podría acatarse como un modelo a conservar en cada establecimiento ya sea para gusto de quienes visitan y adquieren productos para que puedan llevarse una foto de recuerdo, haciendo memoria a lo que antiguamente se utilizaba para preparar los alimentos, esto referido a los fogones de leña.

El estudio permitió también determinar que los mayores consumidores de las denominadas golosinas tradicionales son los estudiantes universitarios, porque la adquisición de estos productos son de un costo accesible, además el sector del Barrio de las Herrerías está ubicado en un punto estratégico de la ciudad de Cuenca, porque está aledaño al Hospital Regional Vicente Corral Moscoso, Hospital de Solca, Campus universitarios de la Universidad de Cuenca y sobre todo porque en este lugar la mayoría de estudiantes denominados foráneos es decir que provienen de otras provincias arriendan en las diferentes edificaciones del barrio por la cercanía a los centros de educación universitaria.

En el estudio se pudo detectar que la oferta gastronómica tradicional es apetecida por propios y extraños, pero más aun los productos elaborados con técnicas

de cocción tradicionales, apuntando a que esto ha impulsado a los propietarios de los locales de comidas opten por cambiar a procesos a gran escala y de cocción como las ollas de acero y la cocina industrial. Pese al cambio de técnicas es importante mantener la memoria cultural de la preparación de los diferentes platos para conservar mismos sabores y aromas de antaño; también se pudo destacar que el predominio de los negocios de comida tradicional es de tipo familiar es decir cada familia es propietaria de estos establecimientos y al igual las labores cumplidas son en conjunto.

DISCUSIÓN

En el pasar de los años los productos gastronómicos tradicionales se han convertido en una tendencia de consumo ya sea por su composición organoléptica o su forma de preparación, pero pese a esto se ha optado por cambiar las costumbres de alimentación, disminuyendo la importancia de la enogastronomía siendo esta la relación que existe entre el ser humano y los alimentos que consume basado en la atracción por el componente del producto y los fenómenos culturales que estén basados en las experiencias que pueda adquirir el comensal (9).

Por lo cual la se refleja que la creación de la memoria gastronómica es relevante porque permite guardar los procesos de producción gastronómicos basados en

la cultura, porque en la actualidad se está sustituyendo por nuevos productos innovados causando una influencia en la identidad que es escasamente conservada de forma escrita (14).

La cocina tradicional en el caso del Barrio de las Herrerías se ha convertido en una forma de sustento económico más no se ha considerado como parte de la identidad cultural del lugar, por el hecho que la identidad cultural es parte de la herencia de las tradiciones propias de un sitio, porque las cocinas son consideradas parte de los intercambios culturales porque constituyen la preservación de la materialización de los productos, técnicas culinarias, platos y modos de consumo; convirtiendo a este conjunto en identidad cultural alimentaria (15).

Además se analiza que el uso de las tradicionales ollas de barro y el fogón de leña significaban identidad gastronómica propia del Ecuador, también el hecho de emplear estos para la preparación de alimentos significaba que los sabores y aromas se potencialicen ya que se tiene la creencia basada en la experiencia que los alimentos absorben el sabor del barro y el humo de la leña, pero con el pasar de los años incluso con la llegada de la conquista se inició un giro con respecto al uso y continuidad de esas técnicas de cocina, iniciando por la inserción de nuevos implementos como ollas de metal y cocinas a base de un combustible, causando un

cambio en la preparación de los alimentos (16).

Se muestra que pese a la importancia que tiene conservar los conocimientos y costumbres tradicionales y culturales de la gastronomía, existe un breve deterioro por conservar la tradición gastronómica como parte del patrimonio culinario y más no como un interés de tipo económico, aunque por otro lado es beneficioso para las familias que subsisten por la producción de los alimentos tradicionales y además da paso a plantear una propuesta futura de turismo enogastronómico en donde se puede mantener la tradición más la relación del ser humano por el consumo de alimentos basados en una experiencia tanto cultural como de bienestar.

CONCLUSIONES

El estudio dio paso a descubrir la realidad del Barrio de Las Herrerías con relación a la oferta gastronómica que poseen cada uno de los locales de comida existentes en este lugar, permitiendo conocer cuáles son los productos de mayor demanda; teniendo así los más relevantes como los envueltos, por el hecho que estos tienen beneficios tanto de aporte nutricional y sobre todo por el costo módico, que incluso estas preparaciones se convierten en la especialidad preferida por los estudiantes universitarios, pero no se descarta que resulta atractivo para los turistas que visitan este sector.

Además, se pudo determinar que la oferta gastronómica de este sector resultó ser el sustento económico de los residentes del barrio, además la mayoría de locales son negocios de tipo familiar, también resultó que los conocimientos de preparación de los productos son traspasados de generación en generación. Con respecto al consumo de estos productos se detecta que la mayoría lo hace de forma mensual, semanal y en leve forma de manera diaria ya que quienes lo hacen son estudiantes y obreros de los talleres existentes en el barrio de las Herrerías.

En otros resultados se pudo evidenciar que por el incremento de la oferta de envueltos se ha decidido cambiar los implementos para su cocción, es decir se está reemplazando el uso de las ollas de barro y los fogones de leña por ollas de acero y cocinas industriales, también se debe a beneficiar el mantenimiento de las estructuras de cada una de las casas de este barrio ya que es parte de la conservación patrimonial.

Finalmente, es recomendable que se pueda emplear una propuesta de turismo enogastronómico ya que está basado en la relación del ser humano con la alimentación en base a las experiencias de producción hasta la obtención del producto final, pero sin causar alteraciones en el sentido cultural. Además, es necesario que se mantenga una memoria gastronómica

actualizada de la realidad de los productos y técnicas culinarias tradicionales, para que en el tiempo no se vean pérdidas y posiblemente olvidadas.

Conflicto de Intereses. No existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

1. Pinchevsky M. Cuenca de las herrerías. Diario El Universo. 17 mayo 2015. <http://www.larevista.ec/viajes/viajemos/cuenca-de-las-herrerias>
2. Carrasco Vintimilla M. Las Herrerías, parte de una identidad que tiene la ciudad de Cuenca. Diario El Telégrafo. 21 de septiembre de 2014. <https://n9.cl/fnemq>
3. Nguyen THH, Cheung C. The classification of heritage tourists: a case of Hue City, Vietnam. *Journal of Heritage Tourism*. 2013; 9(1):35-50. DOI: 10.1080/1743873X.2013.818677
4. Vega C. ¿Es la restauración una disciplina patrimonial? Notas acerca de un cambio de paradigma. En *Conserva*. Chile: Editorial Conserva CNCR; 2017; 22: 7-21. <https://n9.cl/wmm4p>
5. Salas F. *Técnicas en Cocina* Madrid: Editorial Síntesis, S. A.; 2015. <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490771914.pdf>
6. Gutarra J, Valderrama M. *Pachamanca: el festín terrenal*. 2nd ed. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres; 2015. <https://libros.fcctp.usmp.edu.pe/pachamanca-el-festin-terrenal-segunda-edicion/>
7. Ministerio de Turismo. Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. [Online]; 2012. Disponible en: <https://n9.cl/fl50k>.

- 8.** Gómez Patiño M, Medina FX, Puyuelo JM. Turismo y enogastronomía en tiempos de crisis: el caso de Aragón (España). Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural. 2016; 14(2):447-457. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88145251010>
- 9.** Caamaño Franco I, Pérez García A, Martínez Iglesias S. La enogastronomía como motivación de viaje. Caso de estudio: Rías Baixas (Pontevedra, España). Journal of Tourism and Heritage Research. 2020; 3(2): 56-74. <https://n9.cl/jvhpq>
- 10.** Martínez Borrero J. Tres momentos para una historia del maíz Cuenca: Parajera ediciones; 2009. <https://n9.cl/vmsx5>
- 11.** López Morales G, Dlvivo de Alba G. Patrimonio Cultural y Turismo: 5° Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultural. Puebla, 2003 México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes; 2003. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366823>
- 12.** Niño Rojas VM. ¿Cómo se entiende la investigación? En Metodología de la Investigación: Diseño y ejecución. Bogotá: Ediciones de la U; 2011:19-40. <https://n9.cl/6r9pl>
- 13.** Gómez Luna E, Fernando Navas D, Aponte Mayor G, Betancourt Buitrago L. Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. Dyna. 2014; 81(184): 158-163. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>
- 14.** Aguilar Herrera JV, Guevara Aroca FX. El rescate de una historia culinaria - Gastronomía típica Bolívar Ecuador. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. 2017. <https://n9.cl/so38n>
- 15.** Meléndez Torres JM, Cañez De la Fuente GM. La cocina tradicional regional como un elemento de identidad y desarrollo local: El caso de San Pedro El Saucito, Sonora, México. Estudios sociales. 2009; 17:181-204. <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v17nspe/v17nspea8.pdf>
- 16.** Unigarro Solarte C. Patrimonio cultural alimentario Quito: Fondo Editorial; 2010. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/52870.pdf>



Aprovechamiento de compost a base de residuos de tierra de blanqueo para mayor rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Barranca

Use of compost based on bleaching soil residues for higher yields of beet (*Beta vulgaris* L.), Barranca

Utilização de composto à base de resíduos de solo branqueadores para maiores rendimentos de beterraba (*Beta vulgaris* L.), Barranca

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.185>

Yasmin Jesús Vélez Chang
yvelez@unjfsc.edu.pe

Denisse Jesús Vélez Chang
denissej.velez@gmail.com

César Marcelino Mazuelos Cardoza
cmazuelos@unjfsc.edu.pe

Victor Joselito Linares Cabrera
vlinares@unjfsc.edu.pe

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

Artículo recibido el 3 de agosto 2022 / Arbitrado el 18 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

En Perú se percibe los efectos de la crisis internacional que ha repercutido en el incremento de los precios y su escasez de los fertilizantes químicos importados, por lo que para mitigar estos problemas se recurren a fertilizantes naturales tratados para complementar la acción. El objetivo fue desarrollar una propuesta de compostaje de los residuos de filtración que en grandes cantidades se generan por parte de la industria aceitera, que se depositan al ambiente con las obvias consecuencias ambientales negativas, habiendo algunas propuestas para su rehusó y/o reciclado. Se compostó los residuos de tierra de blanqueo con otros componentes para favorecer su oxigenación y aporte de nitrógeno, para cada uno de estos requerimientos se adicionó hierba seca y guano de cuy respectivamente, en un porcentaje en peso de 33.3% de cada componente. En el terreno agrícola se aplicó en 5 tratamientos, el fertilizante obtenido, se utilizó 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 óptima que determinó mejores características físicas, químicas y estomáticas en el cultivo betarraga (*Beta Vulgaris* L.). Obtenidos los datos experimentales, se procesaron mediante análisis de varianza y Duncan, se determinó que el tratamiento T4 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: Compostaje; Residuos sólidos de filtración; Contaminación ambiental

ABSTRACT

In Peru, the effects of the international crisis that has had repercussions in the increase of prices and the scarcity of imported chemical fertilizers have been felt, so in order to mitigate these problems, natural fertilizers are used to complement the action. The objective was to develop a proposal for composting the filtration residues generated in large quantities by the oil industry, which are deposited in the environment with the obvious negative environmental consequences, with some proposals for reuse and/or recycling. The bleaching soil residues were composted with other components to favor their oxygenation and nitrogen supply; for each of these requirements, dry grass and guinea pig guano were added, respectively, in a percentage by weight of 33.3% of each component. In the agricultural field, the fertilizer obtained was applied in 5 treatments, using a completely randomized block design consisting of 3 blocks and 5 treatments, to determine the positive effect of the fertilizer product and the optimum dose that determined the best physical, chemical and stomatal characteristics in the beet crop (*Beta Vulgaris* L.). Once the experimental data were obtained, they were processed by analysis of variance and Duncan, it was determined that the T4 treatment excelled in its physical and chemical characteristics such as: plant length, total plant weight, equatorial diameter, polar diameter, and agricultural yield of the product.

Key words: Composting; Filtration solid waste; Environmental contamination

RESUMO

Em Peru, os efeitos da crise internacional estão sendo sentidos, o que tem tido repercussões no aumento dos preços e na escassez de fertilizantes químicos importados, de modo que para mitigar estes problemas, fertilizantes naturais tratados são utilizados para complementar a ação. O objetivo era desenvolver uma proposta de compostagem dos resíduos de filtração gerados em grandes quantidades pela indústria petrolífera, que são depositados no meio ambiente com óbvias conseqüências ambientais negativas, com algumas propostas de reutilização e/ou reciclagem. Para cada um desses requisitos, foram adicionados, respectivamente, capim seco e guano de cobaias em uma porcentagem em peso de 33,3% de cada componente. No campo agrícola, o fertilizante obtido foi aplicado em 5 tratamentos, utilizando um desenho de blocos completamente aleatórios, consistindo em 3 blocos e 5 tratamentos, para determinar o efeito positivo do produto fertilizante e a dose ótima que determinou as melhores características físicas, químicas e estomatais na cultura da beterraba (*Beta Vulgaris* L.). Uma vez obtidos os dados experimentais, eles foram processados por análise de variância e Duncan, foi determinado que o tratamento T4 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: Compostagem; Filtração de resíduos sólidos; Poluição ambiental

INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego, cada año en Perú se generan más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos; de las cuales 6 mil toneladas corresponden al residuo arcilla residual y tan solo se cuenta con 64 rellenos sanitarios autorizados, siendo esta cantidad insuficiente para un total de generación de residuos sólidos; es por ello que en el marco de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se prioriza la valorización material consistente en el compostaje, reciclaje, entre otras; así como la valorización energética (1).

En Perú se percibe los efectos de la crisis internacional que ha repercutido en el incremento de los precios y su escasez de los fertilizantes químicos importados, por lo que para mitigar estos problemas se recurren a fertilizantes naturales tratados para complementar la acción fertilizante con algunos fertilizantes químicos de acuerdo, al respecto refieren que el incremento de los agroquímicos es a consecuencia de la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia, COVID-19. Por otro lado, se afirma que el incremento de los costos de los combustibles fósiles por el conflicto geopolítico ruso-ucraniano (2).

También, es necesario mencionar que los fertilizantes sintéticos incrementaron su costo en estos últimos años y que el continuo uso de estos productos que contiene compuestos nitrogenados ha evidenciado que afectan a las propiedades

físicas, químicas y biológicas del suelo; por lo que se genera residualidad de nitratos que con el agua se profundiza y genera contaminación de las aguas de la capa freática, lo cual afecta a otras zonas agrícolas, al respecto refieren que la eliminación de nitrógeno por extracción de la acción lixiviante del agua hacia los niveles profundos del suelo, a consecuencia de la existencia de raíces de la planta y a la naturaleza arenosa del suelo, procurándose deficiencia en la nutrición de la planta y la evidente contaminación ambiental (3).

Debido a esta situación es necesario buscar nuevas alternativas que tengan viabilidad técnica y económica y que se encuentren al alcance de los agricultores de la ciudad de Puerto Supe, como es el caso de elaboración de compost a base de residuos de tierra de blanqueo que es un residual sólido de las fábricas aceiteras, cuando se realiza la operación de blanqueo del aceite con arcilla ácido activada y otros componentes auxiliares, obteniéndose un residual sólido de la torta formada en los filtros prensa. Al respecto el comportamiento de consumir y desechar está cambiando y se comienza a visualizar a los residuos industriales como materiales con valor agregado que pueden ser aprovechados en distintos procesos y con ello promocionar economías secundarias a partir de las propiedades de los residuos (4).

El residual sólido de tierra de blanqueo tiene en su composición arcilla, ácido activado, aceite de pescado, carbón activado, y se encuentra apelmazado por lo que se requiere disgregarlo y combinarlo con hierba seca y guano de cuy, para que alcance una densidad apropiada para su biodegradación, esta es una alternativa sostenible que puede reducir el costo de producción de las hortalizas, al mismo tiempo reducir la contaminación ambiental y obtener productos saludables y ecológicos.

Los tratamientos físico-químicos involucran tanto los procesos físicos como químicos por los cuales se modifican las propiedades químicas o físicas de un residuo. Estos tratamientos pueden cumplir varias funciones en un sistema de gestión de residuos: 1) Permitir la recuperación de un compuesto para su posterior utilización como materia prima en otro proceso. 2) Separar los constituyentes peligrosos de la masa total del residuo. 3) Reducir la peligrosidad del residuo mediante la transformación de sus componentes, transformándolos en compuestos menos peligrosos o reduciendo su movilidad en el medio ambiente. Transformar el residuo en un material que cumpla con las condiciones para ingresar a otro sistema de tratamiento o al sistema de disposición final (5).

Las arcillas residuales en su mayoría son depositadas como residuos no aprovechables al relleno sanitario; y aproximadamente alrededor de 6 mil toneladas anuales de aceites y grasas se

desperdician por estar contenidas en las arcillas residuales (6). Lo referido, sobre los residuos de la tierra de blanqueo tienen una disposición final contaminante que implica riesgos para la salud pública, por lo que requiere darle alguna algún rehuso o reciclado a través de tratamientos para transformar su composición y darle propiedades químicas, físicas y biológicas para alguna aplicación, una alternativa que se plantea en la presente investigación es biodegradar a condiciones controladas la tierra de blanqueo conjuntamente con otros materiales para fomentar su biodegradación.

Por este motivo, se realiza la investigación sobre el aprovechamiento de compost a base de residuos de tierra de blanqueo para mayor rendimiento de betarraga en la ciudad Barranca, el objetivo fue determinar las dosis de adecuada de compost para el mayor rendimiento. Asimismo, esta investigación tiene el propósito de buscar nuevas alternativas sostenibles como es el uso de compost de tierra de blanqueo y la dosis adecuada que servirá como recomendación para los agricultores de la zona.

El reciclaje de los residuos de tierras de blanqueo es para la elaboración de riboflavina (Vitamina B2), reemplazante de aceite de pescado en la propuesta nutritiva destinada a los peces, también en la producción de prebióticos, síntesis de biodiesel y agroquímicos (7). También se plantea que la tierra desaceitada

puede reactivarse y volverse a utilizar en el blanqueo, mientras que el aceite recuperado puede ser usado para producir biodiesel, en la producción de jabón y la alimentación animal (4).

Se tiene la observación si en la composición química del compost obtenido, contiene níquel bio-disponible no puede ser usada para estos propósitos de compostaje (8).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se fundamentó en la investigación aplicada; puesto que mediante evaluaciones desde la siembra hasta la cosecha se determinó que dosis de compost a base de residuos de tierra de bloqueo se obtuvo mayor rendimiento. La población está referida a las plantas de betarraga que se siembra desde los 50 a 150 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar); en lo cual los resultados se validaron. Para la muestra se tomó las plantas de los surcos centrales de cada parcela con la finalidad de evitar el efecto de borde. Por lo que, estas plantas se evaluaron desde la siembra hasta la cosecha y los datos se procesaron y analizaron.

Compostaje

Las variables fisicoquímicas que fueron consideradas son humedad, oxígeno, temperatura, pH, contenido en materia orgánica, contenido en nitrógeno y fósforo, relación C/N y actividad microbiológica. Este conjunto de variables permitió determinar la sucesión de etapas características del proceso de compostaje (8) y de acuerdo al Manual de Compostaje del Agricultor (9) a estas sugerencias para el compostaje de los residuos de filtración de tierra de blanqueo, hierbas secas y guano de cuy, se mantuvieron las condiciones controladas en valores de rango aproximados de humedad de 50-60 %, un pH 6.5-8 con el aporte de cal, temperatura de 45-60°C.

Tratamiento

Para establecer la dosis de compost a base de residuos de tierra de blanqueo que se detalla en la Tabla 1, se tomaron en cuenta el análisis de suelo, lo que emplean los agricultores que cultivan hortalizas que en promedio de 6 a 8 tn/ha y la recomendación de (10), quienes indicaron que la dosis de referencia de enmiendas orgánicas es de 4 a 8 t/ha de semicompost y de 6 a 12 t/ha de compost.

Tabla 1. Dosis de compost a base de tierra de blanqueo por tratamiento.

Tratamiento	Dosis de compost (tn/ha)
T1	0
T2	4
T3	6
T4	8
T5	10

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Obtenidos los datos de las parcelas demostrativas se procesaron por medio del análisis de varianza y el resultado se comparó con los valores de la tabla de Fisher al 5 % de error, lo que determinó la significancia; es decir se determinó el efecto de las dosis de compost. Este proceso se hizo en todas las características físicas del cultivo de betarraga.

Prueba múltiple de Duncan

Después de efectuar el análisis de varianza, los datos se procesaron con la prueba Múltiple de Duncan al 5 % de error lo que determinó si hubo homogeneidad o diferenciación en los promedios de tratamiento; para lo cual calificó por letras de abecedario. Asimismo, permitió destacar la dosis de compost adecuada de acuerdo a las características físicas de betarraga.

Técnicas de recolección de datos e instrumentos

Para la recolección de datos se empleó la técnica de observación y medición de las evaluaciones de las características físicas de la planta; es decir la altura, peso de planta, rendimiento, diámetro y concentraciones químicas en hojas por tratamiento. Para lo cual, se utilizaron instrumentos fichas, apuntes y materiales de laboratorio.

Procedimientos

Se elaboró el compost con los componentes de tierra de blanqueo, hierba seca y guano de cuy con un porcentaje en peso de 33-33% por cada componente, se dejó compostar por cuatro meses y durante este tiempo se removió cada semana hasta que se presente características físicas de granulado y color oscuro.

Luego se realizó la preparación de terreno de manera convencional; es decir usando maquinarias agrícolas y labores culturales como riego de machaco y otros, tal como lo realizan los agricultores de la zona.

Se instaló las parcelas demostrativas empleando el modelo del diseño de bloques Completamente al azar los cuales se delimitaron 3 bloques y 5 tratamientos, asimismo se tomaron muestras de suelo que se llevó al Instituto Nacional de Innovación Agraria Huaral (INIA)–Huaral.

Seguido se aplicaron las dosis de compost entre medio de plantas a los 15 días después de la siembra de acuerdo a los tratamientos establecidos en la Tabla 1.

Durante el desarrollo de la planta se evaluaron las características físicas hasta la cosecha y los datos obtenidos se procesaron mediante análisis estadísticos, luego se tomaron muestras de hojas de cada tratamiento que se llevó al INIA–Huaral. Esto permitió conocer que concentración de nutriente influyen en el rendimiento.

Por último, se analizaron las estomas de las muestras de hojas de cada tratamiento en función al rendimiento, para lo cual se llevaron al microscopio de Barrido electrónico

se muestra en la Tabla 1, por otro lado, el análisis de suelo franco-arenoso se presenta en la Tabla 2, observándose una composición muy favorable para el desarrollo fisiológico del cultivo betarraga

RESULTADOS

El aporte de tierra de blanqueo con otros componentes compostados

Tabla 2. Análisis de suelo del área experimental para el cultivo de betarraga.

C.E. 1:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. (%)	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cartiones intercambiable (Meq/100 g soil)				C.I.C
							Ca	Mg	Na	K	
44.30	7.61	1.51	0.08	20.52	143.62	0.44	6.91	1.34	0.47	0.37	9.08

Fuente: INIA (2022).

Se presenta las Tablas 3 y 4 correspondientes al análisis químico completo y de microelementos de los residuos de tierra de blanqueo, rastrojos y guano de cuy, a condiciones controladas de compostaje.

Tabla 3. Análisis completo de abono orgánico tierra de blanqueo.

N° Lab.	ID muestra	pH	C.E. μS/Cm	Humedad (%)	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C/N
AO-0011	Abono	8.37	622	17.42	16.6	2.40	0.79	0.78	2.20	0.06	4.01

Fuente: INIA (2022).

Tabla 4. Análisis de Microelementos del compost a base de tierra de blanqueo.

N° Lab.	ID muestra	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm
AO-0011	Abono	14677.7	71.31	3.89	161.94

Fuente: INIA (2022).

Análisis de concentración de nutrientes

De acuerdo al análisis foliar de las hojas de betarraga por tratamiento que se detalla en la Tabla 5, se aprecia que la mayoría de nutrientes sobresalieron en el T4 como nitrógeno, magnesio, azufre y micronutrientes como zinc, boro y

molibdeno. Además, a esta dosis se obtuvo mayor rendimiento de betarraga. Por lo que quiere que a una adecuada dosis de compost se obtuvo la concentración de nutrientes que influyen y promueve reacciones bioquímicas que optimiza el rendimiento

Tabla 5. Concentración de nutrientes de las hojas de betarraga por tratamiento.

Macro nutrientes (%)	T ¹	T ²	T ³	T ⁴	T ⁵	Valores normales
Potasio	1.81	0.95	0.92	1.58	1.52	2.00 – 6.00
Nitrógeno	2.78	2.19	2.85	3.28	3.05	4.75 – 5.50
Fósforo	0.334	0.184	0.353	0.275	0.290	0.450 – 1.100
Calcio	2.49	3.04	2.54	3.91	3.96	0.50 – 1.50
Magnesio	0.721	0.707	0.962	1.297	1.139	0.250 – 1.000
Azufre	0.66	0.56	0.64	0.81	0.74	
Micro nutrientes (mg/Kg)						
Hierro	447	238	198	292	368	60.0 - 140
Manganeso	228	127	146	263	322	26.0 – 360
Cobre	5.94	4.60	6.40	7.37	6.66	5.00 – 15.0
Zinc	55.8	39.9	55.0	84.2	79.1	10.0 – 80.0
Boro	61.0	49.0	47.5	83.0	64.6	31.0 – 200
Molibdeno	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Elementos Fitotóxicos (mg/Kg)						
Cloruros	19 736	20 647	18 424	30 466	37 986	3500 – 10 000
Sodios	> 25 000	> 25 000	> 25 000	> 25 000	> 25 000	10 000 – 20 000

Características físicas

De acuerdo al análisis de varianza de las características físicas del cultivo de betarraga por tratamiento que se detalla en la Tabla 6, se determinó que no hubo efecto de dosis de compost a base

de residuos de tierra de blanqueo, por lo que no influyeron en el rendimiento y calidad de fruto. Sin embargo, es necesario mencionar que el T4 destacó en rendimiento con relación a los demás tratamientos.

Tabla 6. Características físicas de betarraga por tratamiento.

Tratamiento	Longitud de planta (cm)	Peso de una planta (g.)	Rendimiento comercial (tn/ha)	Diámetro Polar (mm)	Tratamiento	Diámetro ecuatorial (mm)
T ₄	25.29 a	610.05 a	73.42 a	7.54 a	T5	7.55 a
T ₅	25.03 a	594.36 a	70.42 a	7.46 a	T4	7.24 a
T ₃	24.15 a	563.63 a	68.63 a	6.61 a	T3	6.95 a
T ₂	23.39 a	543.33 a	54.46 a	6.33 a	T2	6.85 a
T ₁	23.16 a	508.25 a	47.74 a	6.26 a	T1	6.77 a
Sign.	**	**	**	99	Sign.	**
C.V.	6.20	19.85	21.44	12.93	C.V.	9.19

Análisis estomático por tratamiento

Con este análisis se pretendió establecer alguna relación entre las características morfológicas o de textura que presentan las hojas en su lado adaxial

con respecto a los cinco tratamientos experimentados, con respecto a el rendimiento alcanzado en cada tratamiento tal como se muestra en la Tabla 7 y Figura 1.

Tabla 7. Evaluación estomática de los 5 tratamientos experimentados con el cultivo betarraga.

	Tratamientos:				
	T1	T2	T3	T4	T5
Número de estomas abiertos	32	14	22	23	11
Densidad estomática (número de estomas/mm ²)	240.60	105.26	165.41	172.93	82.71

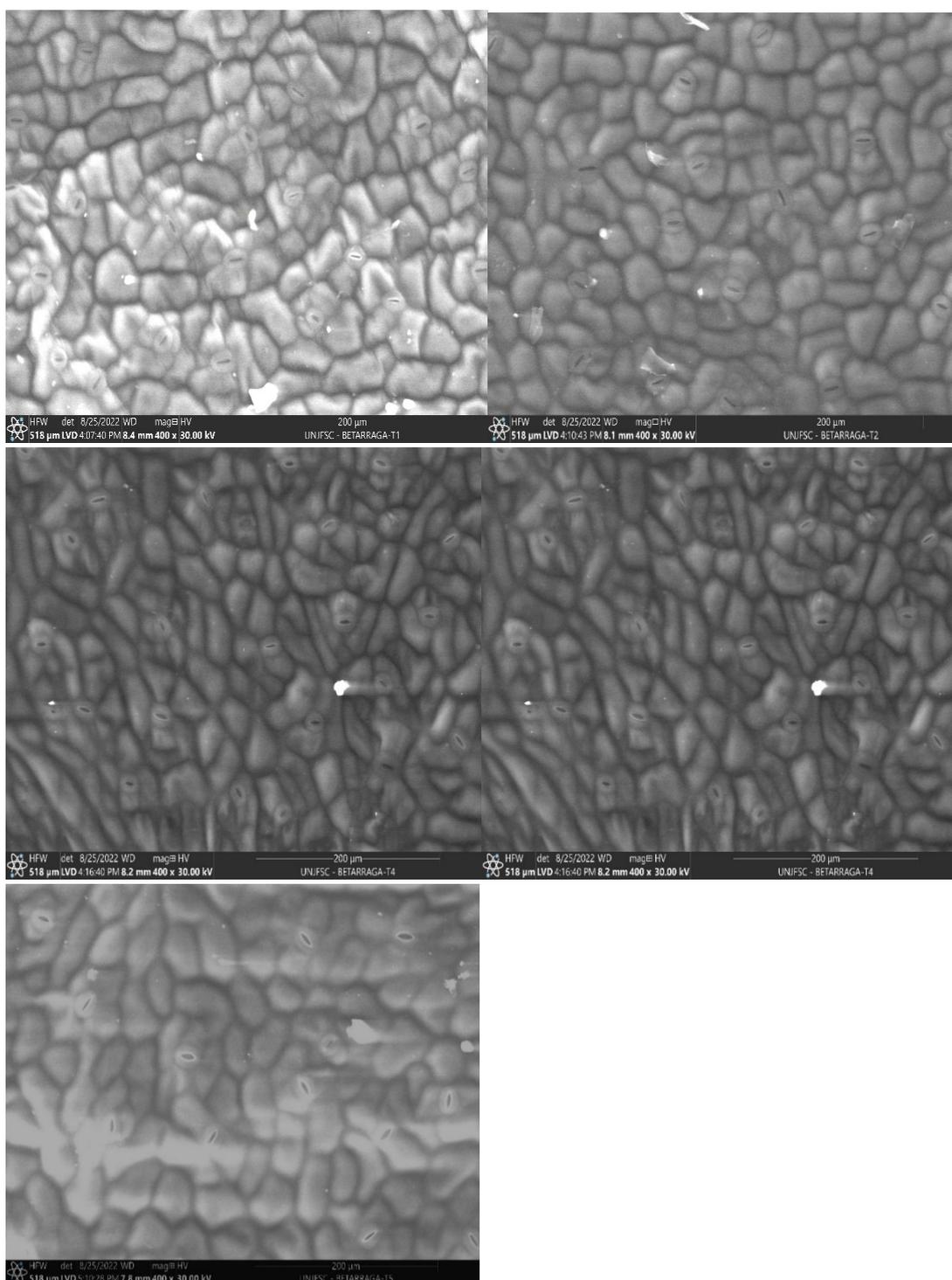


Figura 3. Imágenes de microscopia del lado adaxial de las hojas de beterraga (para cada uno de los 5 tratamientos aplicados) con un aumento de 400 veces, utilizando el microscopio electrónico de barrido Modelo Prisma E.

DISCUSIÓN

Características físicas del cultivo betarraga después de la aplicación del abono a base de tierra de blanqueo

El cultivo de betarraga que se fertilizó de acuerdo a las dosis aplicadas a cultivo beterraga, que se muestran en la Tabla 1, se aprecian los resultados en las características físicas y químicas en las tablas 3,4 y 6, se aprecian valores normales en algunos casos elevados de concentración de nutrientes que al incorporarse al suelo favorece la disponibilidad de macronutrientes para la absorción de la planta, favoreciéndose su óptimo desarrollo fisiológico y vegetativo de la planta betarraga que se aprecia en la Tabla 5, se señala que no hubo significancia; es decir las dosis de abono preparado no influyeron; sin embargo, el tratamiento T4 con 73.42 tn/ha destacó en los tratamientos de los tres bloques experimentados.

Se observa que adición de compost a base de tierra de blanqueo, contribuyó con el aporte de macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes: Fe, Zn, Cu y Mn en el suelo, influyeron en el aumento de la biodisponibilidad de los nutrientes referidos, este aporte influyó finalmente en el desarrollo y rendimiento del cultivo beterraga. Por lo tanto, para cultivos de hortalizas como betarraga, zanahoria, rabanito, leguminosas y otros se requiere de 3 a 6 tn de compost/ha (11). 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.

Aporte del abono propuesto

Se logró reciclar un residuo de filtración en la decoloración del aceite de pescado (cuya disposición final es el medio ambiente) como un producto compostado que favorece la mitigación de la contaminación ambiental. Por otro lado, con este tratamiento biodegradativo controlado se promueve el reciclaje o reúso de residuos de la industria, resaltándose las de naturaleza alimenticia, por su contenido de materia orgánica biodegradable.

El propósito de adicionar el guano de cuy fue para mejorar el contenido de nitrógeno en el abono resultante, en lo referente a la adición de rastrojos fue darle la densidad aparente adecuada para el proceso de transformación biológica.

Se determinó en la propuesta de reciclar la tierra de blanqueo por compostaje, la obtención de un abono fertilizante. Se aplicó la dosis de 10 t/ha del compost propuesto, que resultó la más favorable que correspondió al mayor rendimiento alcanzado por el cultivo betarraga, que es el tratamiento T₄, proyectándose una producción de 73.42 tn/ha, por lo que se concluye que al aplicar esta dosis de compost obtenido de la biodegradación de los residuos de filtración de tierra de filtración, mezclados con guano de cuy y rastrojos, se mejoró la fertilidad del suelo franco arenoso, un resultado comparable con el cultivo rabanito, se determinó que la mayor dosis se relacionó con el mayor rendimiento, que es el tratamiento T₅, resultó un rendimiento de 5,11 t/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 (12).

Se determinó a condiciones controladas de compostaje de los residuos de tierra blanqueo y otros componentes que son: pH, tiempo de compostaje, humedad, temperatura, frecuencia de volteo, observación de coloración y olor del material en proceso de compostaje.

También se observa que el aporte del abono propuesto, no se aprecia en toda su magnitud por la distorsión de los valores de los contenidos de nutrientes resultantes en los cultivos, que produce la calidad moderada del suelo agrícola utilizado, según se muestra su calidad nutriente en la Tabla 2. Este efecto señalado podría explicar los resultados del análisis estomático, que se muestra en la Figura 1, donde predomina la mayor densidad estomática en el tratamiento testigo T_1 , sin embargo, se aprecia irregularidades morfológicas en los estomas, aparte de ser pequeños respecto a lo resultados en los tratamientos T_3 , T_4 y T_5 .

CONCLUSIONES

Se concluye por el resultado del análisis de varianza de las características físicas del cultivo de betarraga por los valores de las características físicas de las plantas de betarraga que se aprecian en la tabla 6, se observa que no hubo efecto de dosis de compost propuesto, por lo se infiere que no existió efecto en el rendimiento del cultivo de betarraga. Pero se precisa que el tratamiento T_4 sobresalió en rendimiento con respecto a los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_5 .

Se propone una alternativa ecológica con ventajas económicas, al reciclar un residuo de la industria aceitera, para que luego de un tratamiento biodegradativo se aplique a cultivos, reemplazando y/o complementando la aplicación de fertilizantes comerciales.

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). <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° 003-2022-MIDAGRI. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2022:1(6). <https://n9.cl/m2p4u>
3. Yepis O, Fundora O, Pereira C, 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://raco.cat/index.php/Scientia/article/view/45579/55143>.
4. Hernández J. Alternativas de recuperación, reúso, reciclaje y disposición final de la tierra de blanqueo gastadas en el proceso de refinación del aceite vegetal. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Decanato de Agronomía Programa de Ingeniería Agroindustrial. *Revista Científica: Agroindustria, Sociedad y Ambiente*. 2022;1(18): 4-23 <https://doi.org/10.5281/zenodo.6478821>.
5. Martínez J. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. FUNDAMENTOS. Tomo I. Centro Coordinación del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. 2005. <https://>

www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos/gestion_respel01_fundamentos.pdf.

6. Carbajal S. Biosorción con el bagazo de la caña de azúcar y hongo *Penicillium Janthinellum* para la recuperación de la arcilla residual generado en el proceso de blanqueo del aceite comestible. Tesis de Pregrado. 2022. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/6544>.

7. Natera A, Hernández J, Villanueva S, Henríquez M. Preliminary overview: Agro-industrial Uses of Spent Bleaching Earth. *Ciencia en Revolución*. 2021;6(19):151-160 <https://doi.org/10.5281/zenodo.4625946>.

8. Gutiérrez D. Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. 2014. <http://hdl.handle.net/10396/11811>.

9. Roman P, Martínez M, Pantoja A. Manual de compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile, 2013. <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>.

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

11. 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. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.164>.

12. Marcelo N, Cordero O, Susanibar E, Legua J. Compostaje de los residuos industriales de tierra de blanqueo para su reciclado como productos fertilizantes. *Revista De Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, ALFA*. 2022; 6(13): 239-246 <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.164>

Conflicto de Intereses. No existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Alternativa de tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial para reúso agrícola

Tertiary wastewater treatment alternative through subsurface flow wetland for agricultural reuse

Alternativa terciária de tratamento de efluentes por meio de áreas úmidas de fluxo subsuperficial para reúso agrícola

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.186>

Misael Gutiérrez Velásquez
yodervelt.3314@gmail.com

Pedro Córdova Mendoza
pedro.cordovar@unica.edu.pe

Antonina Juana García Espinoza
antonija.garcia@unica.edu.pe

Erwin Pablo Peña Casas
erwin.pena@unica.edu.pe

Teresa Orielle Barrios Mendoza
oriele.barrios@unica.edu.pe

Edgar Leonardo Peña Casas
edgar.pena@unica.edu.pe

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú

Artículo recibido el 17 de agosto 2022 / Arbitrado el 22 de octubre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

Se realizó un estudio para proponer la alternativa de tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial (HH-FSS) que permite una mejor eficiencia para reúso agrícola. El estudio realizado de tipo observacional-prospectivo-longitudinal, nivel descriptivo, diseño experimental, la investigación aplicada. Para tal efecto se cuenta como factor limitante el DBO5, el afluente de aguas residuales del tratamiento terciario de 80 mg/l, el diseño hidráulico de 10 mg/L a la salida del humedal de flujo subsuperficial, caudal de 7.8 m³/día, la temperatura promedio de 10°C, área superficial 370,6 m², tiempo de retención hidráulica 4,51 días, ancho de la celda unitaria del humedal 9.60 m y el largo del humedal 38.50 m. Se planteó la hipótesis para tratamientos: AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 y AR-6, se analizó para la demanda bioquímica de oxígeno, con el estadístico de distribución de t-student, nivel de confianza 95%, "grados de libertad 5, se encontró fuera de la zona de rechazo tExperimental (-15.7251). El sistema (HH-FSS) influye significativamente en las variables de estudio. La descarga del efluente de aguas residuales del (HH-FSS) es aprovechado en beneficio de la agricultura como agua residual para reúso agrícola, cumple con la normativa y se busca contribuir en la mejora del medio ambiente, como lo establece los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

Palabras clave: Humedal de flujo subsuperficial; agua residual; reúso agrícola; DBO5, tiempo de retención hidráulica

ABSTRACT

A study was conducted to propose the alternative of tertiary wastewater treatment by subsurface flow wetland (HH-FSS) that allows a better efficiency for agricultural reuse. The study was of the observational-prospective-longitudinal type, descriptive level, experimental design, applied research. The limiting factor was BOD5, tertiary treatment wastewater influent of 80 mg/L, hydraulic design of 10 mg/L at the outlet of the subsurface flow wetland, flow rate of 7.8 m³/day, average temperature of 10°C, surface area 370.6 m², hydraulic retention time 4.51 days, width of the wetland unit cell 9.60 m and length of the wetland 38.50 m. Hypotheses were hypothesized for treatments: AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 and AR-6, was analyzed for biochemical oxygen demand, with the t-student distribution statistic, confidence level 95%, "degrees of freedom 5, was found outside the rejection zone tExperimental (-15.7251). The system (HH-FSS) significantly influences the study variables. The discharge of wastewater effluent from the (HH-FSS) is used for the benefit of agriculture as wastewater for agricultural reuse, complies with the regulations and seeks to contribute to the improvement of the environment, as established by the Millennium Development Goals (MDG).

Key words: Subsurface flow wetland; wastewater; agricultural reuse; BOD5, hydraulic retention time

RESUMO

Foi realizado um estudo para propor a alternativa de tratamento terciário de águas residuais por via úmida de fluxo subsuperficial (HH-FSS) que permite uma melhor eficiência para a reutilização agrícola. O estudo foi conduzido como um estudo observacional-prospectivo-longitudinal, descritivo, desenho experimental, pesquisa aplicada. O fator limitante foi a CBO5, influência do tratamento terciário de 80 mg/l, projeto hidráulico de 10 mg/l na saída do wetland de fluxo subsuperficial, taxa de fluxo de 7,8 m³/dia, temperatura média de 10°C, área de superfície 370,6 m², tempo de retenção hidráulica 4,51 dias, largura da célula da unidade de wetland 9,60 m e comprimento do wetland 38,50 m. Foram levantadas hipóteses de tratamentos: AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 e AR-6, foi analisado para a demanda bioquímica de oxigênio, com estatística de distribuição "t-student", nível de confiança de 95%, "graus de liberdade 5, foi encontrado fora da zona de rejeição tExperimental (-15,7251). O sistema (HH-FSS) influencia significativamente as variáveis do estudo. O descarte do efluente de águas residuais do (HH-FSS) é utilizado em benefício da agricultura como água residual para reutilização agrícola, está em conformidade com os regulamentos e procura contribuir para a melhoria do meio ambiente, conforme estabelecido pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

Palavras-chave: Sub-superfície de escoamento de água; águas residuais; reutilização agrícola; DBO5, tempo de retenção hidráulica

INTRODUCCIÓN

Para Takeuchi y Tanaka, la reutilización del agua puede ser una opción eficaz en todo el mundo para ahorrar recursos hídricos, reducir los impactos ambientales de la descarga de aguas residuales tratadas y reducir el costo y la energía involucrados en la gestión de los recursos hídricos (1). Además, Chung et al., las tecnologías para producir agua limpia y energía limpia han recibido atención mundial debido a la escasez de agua, el agotamiento de los recursos y el calentamiento global (2). Contribuye, Sikosana et al., los efluentes recuperados de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales tienen el potencial de convertirse en productores netos de energía renovable, convirtiendo los contaminantes orgánicos de las aguas residuales municipales crudas en un portador de energía útil (3). Los organismos internacionales están dedicados a combatir el calentamiento global, el mundo está tomando conciencia de esta realidad que vive el planeta tierra y que centran sus investigaciones en la reducción de desechos, por lo tanto, están implementando regulaciones más severas sobre la descarga de contaminantes. El cumplimiento de las normalizaciones ambientales no debe permitir generar costos adicionales, sino por el contrario que estos activos proporcionen una fuente secundaria de ingreso.

Seguidamente, Miranda (4) indica las diferentes plantas de tratamiento para

aguas residuales domésticas diseñadas y construidas en medio, anaeróbicas o aeróbicas, remueven especialmente: sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y demanda química de oxígeno (DQO) (4). Además, estas carecen de una alta eficiencia en la remoción de nutrientes, debido a que el proceso de desnitrificación eleva los costos de la planta de tratamiento (4). También, Miranda, sin embargo, en el caso de los humedales de flujo subsuperficial contribuyen altamente en la reducción de nutrientes presentes en las aguas residuales, por medio de la raíz y microorganismos que permiten la descomposición de la materia orgánica y mejoran la calidad de agua en el humedal de manera que su implementación contribuye a la conservación de ríos y lagos.

Wu et al., los humedales artificiales (AAC) han sido reconocidos durante mucho tiempo como una tecnología prometedora para el tratamiento *in situ* de aguas residuales domésticas descentralizadas debido a su fácil manejo y mantenimiento (5). Varias investigaciones, al igual que las marismas, los humedales artificiales son sistemas controlados y construidos artificialmente que reciben aguas residuales y lodos (6-10).

Bases teóricas

Con relación al tratamiento terciario de las aguas residuales Adminmgv indica que

las lagunas de maduración o pulimento, en general prosiguen de un proceso de laguna facultativa primaria o secundaria, están diseñadas principalmente para el tratamiento terciario, es decir, la eliminación de patógenos, nutrientes y posiblemente algas (11). Además, Adminmgv, forman parte de las lagunas de oxidación o estabilización, tiene características y procesos de construcción similares, las lagunas de maduración actúan como un amortiguador en caso de falla en el proceso anterior, son útiles para la eliminación de nutrientes (11).

Por ello, los principios del tratamiento de los humedales artificiales de flujo subsuperficial (HHAA FSS) según indican Rustige y Platzer, los humedales artificiales son generalmente diseñados para la eliminación de los siguientes contaminantes en aguas residuales como sólidos suspendidos (SS); materia orgánica (DBO5 y DQO); nutrientes [nitrógeno y fósforo] (12). Lo demuestra que los HHAA son referidos a menudo como sistemas simples de baja tecnología, pero los procesos implicados en este tratamiento están en realidad muy lejos de ser simples. Se tienen alrededor de ocho componentes en el lecho del filtro (12), de sedimentación / lecho de arena; zona de radicular / poro de agua; basura / restos; agua; aire; plantas; raíces; biofilms: bacterias que crecen en la arena y están ligadas a las raíces (12).

En cuanto a los humedales artificiales de flujo subsuperficial (HHAA FSS)

Hoffmann y Platzer, plantea que HHAA FSS, están diseñados para mantener el nivel de agua totalmente por debajo de la superficie. Por esto a diferencia de los humedales de flujo superficial (HHAA FSS), este no tiene problemas de mosquitos (13). La arena gruesa contribuye a los procesos de tratamiento, proporcionando el área superficial para el crecimiento microbiano y apoya los procesos de adsorción y filtración. Este efecto resulta con una menor área demanda y generalmente con un resultado mejor que los HHAA FSS (13).

Entre los HHAA FSS existe una amplia gama de líneas de desarrollo que son la dirección del flujo: flujo horizontal; el tipo de material para la filtración: grava, arena, mezcla de arena-suelo; los datos de diseño: Área por persona (m²/pe); carga orgánica (DBO5 o DQO/m².d); "carga hidráulica (mm/d); volumen de carga (DBO5 o DQO/m³.d), consumo entrada de oxígeno, y el tiempo de retención: no debe ser utilizado para fines de diseño. No es comúnmente aceptado el enfoque del diseño que utiliza el tiempo de retención.

Reúso agrícola

Para Rivas-Lucero et al., estos estándares se relacionan con lo estético y el uso del medio ambiente receptor para suministro público del agua, recreación, mantenimiento de la vida acuática y silvestre o agricultura (14). También, las variables de la calidad del agua que definen los límites físicos, químicos y biológicos

incluyen sólidos flotantes y sedimentables, turbidez, color, temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), número de organismos coliformes, materiales tóxicos, metales pesados, y nutrientes (14). También, Ferrer-Sánchez et al., los estándares especifican la norma de cada uno de estos en la descarga, con objeto de prevenir la afectación de los cultivos y del suelo (15).

El objetivo de la investigación es proponer la alternativa de tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial (HH-FSS) que permite una mejor eficiencia para reúso agrícola, como consecuencia del estudio de investigación, se realizó los cálculos respectivos en Microsoft Excel para obtener el tamaño del sistema humedal subsuperficial in situ, luego en base monitoreo realizado a las aguas provenientes del tratamiento terciario al ingreso del humedal subsuperficial como agua residual afluyente, y luego de un tiempo de retención hidráulica se toma las muestras a la salida del sistema humedal

como agua residual efluente, en las fechas programadas, se accedió a los análisis respectivos para obtener los parámetros del estudio y comparar con la norma, para aplicar que al aplicar el análisis estadístico. El sistema de tratamiento tiene condiciones similares al fenómeno que ocurre en la naturaleza, como es el humedal artificial (HH-FSS), porque produce efluentes de buena calidad, también su costo de inversión, operación y mantenimiento son mínimos y no requieren de personal muy capacitado. El humedal artificial, reduce la materia orgánica que es transformada y asimilada en nutrientes que retienen y/o eliminan sustancias tóxicas que de otra forma serían vertidas al ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. La provincia de Lucanas tiene una extensión de 14 494,64 km² y se encuentra dividida en veintiún distritos. La investigación se realizó en el distrito de Lucanas, Figura 1,(16).

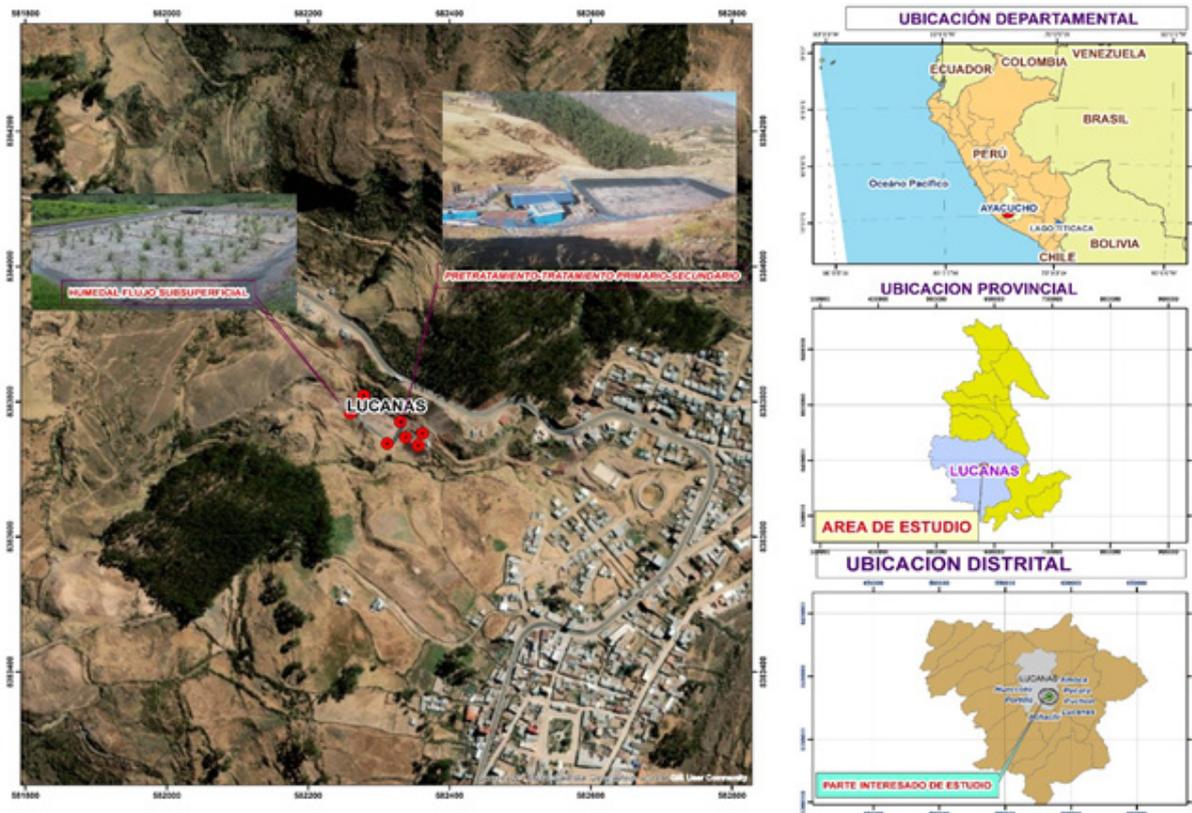


Figura 1. Parte interesada del estudio distrito de Lucanas, Lucanas. Ayacucho.

Ubicación Ecológica

- Altitud: media 3 363 m.s.n.m.
- Temperatura: 5°C
- Precipitación: 2435 mm/año
- Superficie: Total 1205 km²
- Densidad: 3.1 hab/km², (17).

La investigación

Se realizó seis pruebas a la salida del efluente del agua residual del humedal subsuperficial el proceso se llevó a nivel piloto en campo, la investigación se detalla de tipo observacional-prospectivo-longitudinal, nivel descriptivo-explicativo, diseño experimental”(18). En

la investigación en campo se consideró las siguientes etapas en el proceso humedal subsuperficial, caracterización del afluente de las aguas residuales provenientes del tratamiento terciario, caracterización del efluente de las aguas residuales.

Enfoque cuantitativo

Se realizó el tratamiento de las aguas residuales provenientes del tratamiento terciario aguas que se han tomado para el estudio para el sistema humedal subsuperficial a escala piloto, por lo que primeramente se implementó y diseño el humedal subsuperficial, para luego durante el tratamiento se tomaron muestras

representativas del efluente en seis fechas distintas para medir la concentración de la DBO5, DQO, coliformes termoestables, solidos totales. La población se consideró el humedal subsuperficial a nivel piloto, las muestras tomadas del afluente y efluente de las aguas residuales en el proceso del humedal subsuperficial (19).

Decreto Supremo N°003-2010-MINAM se comparó los resultados obtenidos con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales como se destaca en la Figura 2 (20).

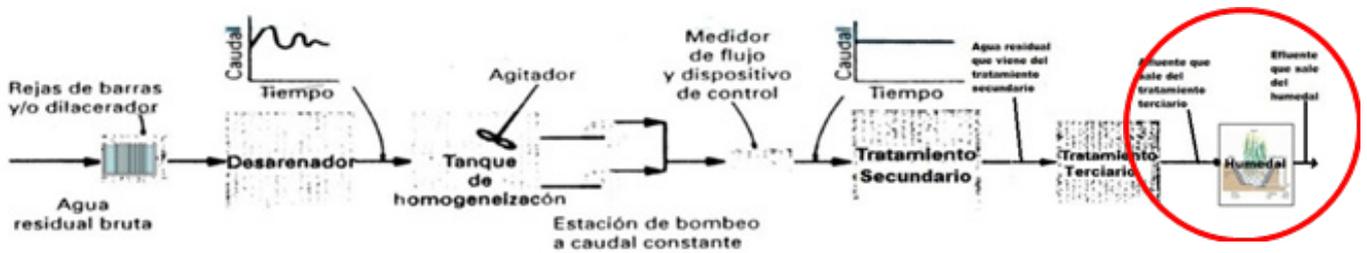


Figura 2. Proceso del agua residual domiciliaria, como afluente obtenido del tratamiento terciario y es alimentado al humedal subsuperficial para obtener efluente de agua residual para riego agrícola.

Técnicas de recopilación de datos, se utilizó la base de datos MyLOFT, con la finalidad de obtener información y funcionamiento del humedal subsuperficial, para tal efecto las aguas domiciliarias provenientes del distrito de Lucanas siguen todo un proceso hasta el tratamiento terciario, cuyas aguas residuales se toman como afluente para ser considerados en el sistema del humedal subsuperficial. Como instrumentos de recolección de datos: Materiales (En base de plásticos y de vidrio. Cal térmica para el traslado y conservación de las muestras). Equipos: Medidor pH de mesa, Marca: Oakton, Modelo: ION 2700, Serie: 2720841. Procesamiento con la herramienta Microsof Excel y para el análisis de datos el estadístico t-student (21).

Procedimiento: Diseño del humedal de flujo subsuperficial para reúso agrícola Tablas 1 y 2

Ecuación 2: (22) $K_T = K_{20}(1.06)^{(T-20)}$

Ecuación 3: (22) $A_s = \frac{Q(\ln(BDO_5)_e - \ln(BDO_5)_s)}{K_T(h)(\eta)}$

Ecuación 4: (22) $TRH = \frac{(A_s)(h)(\eta)}{Q}$

Ecuación 5: (23) $W = \frac{1}{h} * \sqrt{\frac{(Q)(A_s)}{(m)(K_s)}}$

Ecuación 6: (24) $L = \frac{A_s}{W}$

Tabla 1. Características típicas de los medios para humedales (23).

Tipo de material	Tamaño efectivo D_{10} (mm)	Porosidad (%)	Conductividad hidráulica k , ($m^3/m^2/d$)
Arena gruesa	2	28 - 32	100 – 1 000
Arena gravosa	8	30- 32	500 – 5 000
Grava fina	16	35 – 38	1 000 – 10 000
Grava media	32	32 – 40	10 000 – 50 000
Roca gruesa	128	38 – 45	50 000 – 250 000

Tabla 2. Construcción de un HHAA FSS mediante la utilización de vegetación herbácea.

Tratamiento	Código	Característica
T-FSS	HHAA-01	Schonoplectus Californicus (totora)

RESULTADOS *Consideraciones*

Diseño del humedal subsuperficial para riego agrícola (Tabla 3).

- Cálculo del área necesaria,
- Profundidad del humedal
- Pendiente,
- Sustrato,
- Relación larga–ancho

$Q = 7.8 \text{ m}^3/\text{día}$ (529,34358 pies³/día)

$DBO_5 = 80 \text{ mg/L}$

$T = 5^\circ\text{C}$

Condiciones de salida $DBO_5 < 10 \text{ mg/L}$

Profundidad del Humedal HHAA FSS = 0.25 m

Tabla 3. Reducción de DBO_5 como función del tiempo de retención y temperatura.

Temperatura	Tiempo de retención	Reducción de DBO_5
10	5	0 - 10
10 -15	4 - 5	30 - 40
15 - 20	2 - 3	40 - 50
20 -25	1 - 2	50 - 60
25 -30	1 - 2	60 -80

Fuente: Llagas y Gómez "Wastewater Stabilization Ponds, Principles of Planning & Practice, WAO, 1987"(25).

Especificación del caudal promedio

Del afluente del agua residual de la descarga proveniente del tratamiento terciario se obtuvieron los promedios semanales de los caudales como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Caudal promedio (Q).

Semana	Caudal promedio (m ³ /d)
S-1	7.9
S-2	7.7
S-3	8.0
S-4	7.6
Caudal promedio diario	7.8 (m ³ /d)

Parámetros de diseño

Se consideró el diseño hidráulico del humedal del flujo subsuperficial, para tal efecto se tomó en cuenta como factor limitante el DBO5 proveniente del afluente del agua residual del tratamiento terciario el cual es de 80 mg/l según el análisis físico

químico inicial (Tabla 5), el mismo que deberá ser según el diseño hidráulico de 10 mg/l a la salida del humedal de flujo subsuperficial, donde el ingreso al humedal efluente tiene un caudal de 7.8 m³/día y la temperatura del tiene un promedio de 10°C.

Tabla 5. Datos iniciales necesarios para implementación y diseño.

Descripción	Cantidad	Unidad
DBO5 (entrada)	80	mg/L
DBO5 (salida)	10	mg/L
Caudal	7.8	m ³ /d
Profundidad del humedal	0.25	m
Medio		
Porosidad (η)	0.38	
Conductividad hidráulica (ks)	25 000	m ³ /m ² *d
Constante de temperatura (k20)	1.104	días-1
Temperatura de diseño del humedal (T)	5	°C
Numero de celdas	1	unidad
Pendiente o gradiente hidráulica (m)	0.02	m/m
Borde libre	0.2	m
Inclinación de taludes (Z)	2	

Dimensionamiento

Se tomaron en cuenta los aportes de Cueva y Rivadeneira, sobre los parámetros que se muestran en la (Tabla 6), donde, “la constante de temperatura del humedal es $KT= 1,0400$ días⁻¹, el área superficial total del humedal es $As=370,6$ m², el tiempo de retención hidráulica necesario en el humedal es $TRH= 4,51$ días, se determinó

de esta manera la unidad experimental o la celda humedal, se consideró un ancho individual de, $W= 9,60$ m, y el largo del humedal es de $L= 38,50$ m,(26).

Se consideró la profundidad de la celda humedal subsuperficial experimental, para que su dinamismo bio-hidráulico, efectuó su empleo a modo de elemento reductor de contaminado es de 0,25 m.

Tabla 6. Datos iniciales necesarios para implementación y diseño.

Ecuación	Característica	Símbolo	Valor	Unidades
Ecuacion-2	Constante de temperatura	KT	0.4607	días ⁻¹
Ecuacion-3	Área superficial	As	370.6	m ²
	“Tiempo de retención hidráulica”	TRH	4.51	días
Ecuacion-5	Calculo del ancho de la celda	W	9.6	m
Ecuacion-6	Calculo de lago celda	L	38.5	m

El tratamiento del afluente del agua residual que ingreso al humedal de flujo subsuperficial se realizó en buenas condiciones de operación con la finalidad de registrar los datos adecuados, por lo que también se le puede llamar tratamiento

biológico de alta eficiencia porque permitió remover la materia orgánica.

Además, en la Tabla 7 se analizó la “DBO5, DQO, SST y coliformes termoestables” y tomo en cuenta la norma “Decreto Supremo N°003-2010-MINAM (20).

Tabla 7. Análisis del agua residual Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

Indicador	Unidades	Procedimiento	Tiempo de muestra					
			2/04/2022 AR-1	9/04/2022 AR-2	16/04/2022 AR-3	23/04/2022 AR-4	30/04/2022 AR-5	7/05/2022 AR-6
DBO5	mg/L	APHA 5210 B(27)	11	15	13	10	17	14
DQO	mg/L	SM5220 D	36	46	42	34	50	44
Colif. Termo.	mg/L	APHA 9221 B	2,5 x 103	4.0 x 103	3,2 x 103	2,9 x 103	4.2 x 103	3.8 x 103
Solidos Totales	mg/L	APHA 2540 B		149	138	130	166	132

Por lo tanto; se ACEPTA la hipótesis alterna, que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), se analizó con el procedimiento APHA 5210B y se mostró en la Tabla 7 con código: AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 y AR-6, con nivel de confianza del 95%, grados de libertad de 5%, se encontró fuera de la zona de rechazo con un $t_{\text{Experimental}}$ de (-15.7251), siendo el $t_{\text{Crítico}}$ de (-2.015), quiere decir que el tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial SI contribuye significativamente en la calidad ambiental del agua. Por lo que el monitoreo que se realizó como se mostró en la Tabla 7, se analizó la DBO5 en los seis tratamientos de muestreo y se determinó que los tratamientos respectivos, se encuentre dentro de la norma del Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

DISCUSIÓN

El tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial para reúso agrícola

El resultado del trabajo se pudo apreciar que el diseño del humedal de flujo subsuperficial (HH FSS) para reúso agrícola como se mostró

en la tabla 10, con un área superficial de 370.6 m², se pudo deducir una relación de largo(L)-ancho(W) que es equivalente es de 4 a 1, que coincide con la investigación de Delgadillo et al.,(22). Por lo que el (HH FSS) fue ubicado en la zona de Lucanas, siendo el agua el principal parámetro que ha permitido controlar fue la demanda bioquímica de oxígeno que está contribuyendo con medio ambiente, como la vida vegetal que concuerda con los trabajos de Ferrer-Sánchez et al., (15). El (HH FSS), consistió en una tecnología natural de bajo costo para el tratamiento terciario del afluente de aguas residuales, para posterior al proceso de descarga del efluente de aguas residuales se tomó el tiempo de retención hidráulica (TRH) de 4.51 días, con esa depuración se consiguió los “parámetros físicos, químicos y biológicos”. Otros datos del sistema en la celda unitaria de 4x1x0.6, se ubicó el material grava media filtrante, de diámetro 10 de 25 mm, con porosidad de 38% y la conductividad hidráulica de 25000 m³/m²/d., que permitió que estos exceden los límites máximos permisibles en la descarga del efluente de aguas residuales del (HH FSS) para ser empleados en los sembríos como reúso de agua para la agricultura.

El tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial y la calidad ambiental de agua

El tratamiento terciario del afluente de aguas residuales en el proceso del (HH FSS) se analizó el parámetro demanda bioquímica de oxígeno, con los datos de los códigos de muestreo de AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 y GAR-6 y se obtuvo una mejor calidad ambiental de agua, para tal efecto se empleó el estadístico de “prueba de t_{student} ” y se obtuvo un $t_{\text{Experimental}}$ (-15.7251) por lo que se aceptó la hipótesis alterna y se estimó que los tratamientos se encontraron dentro de la norma del “Decreto Supremo N°003-2010-MINAM”, que concuerda con el trabajo de Cueva y Rivadeneira, (26), en cuanto a la DBO5, además los investigadores probaron con varias especies vegetales.

CONCLUSIONES

El estudio de investigación se propuso que el tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial permitió una mejor eficiencia para reúso agrícola, en el distrito de Lucanas en la región de Ayacucho, porque al implementarse la celda unitaria llamada humedal de flujo subsuperficial donde sea logrado obtener los datos para los seis tratamientos del efluente de aguas residuales en fechas distintas al aplicarse la estadísticas de prueba de t_{student} , a los datos registrados, y sea obtenido una influencia significativa en todo el proceso con

descarga del efluente de aguas residuales en beneficio de la agricultura como agua residual para reúso agrícola y también al compararse con la norma se busca contribuir en la mejora del medio ambiente.

Del humedal de flujo subsuperficial, se analizó el efluente de aguas se consideró 6 tratamientos AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5 y GVMAR -6, que al ingresar al (HH-FSS) el “afluente de aguas residuales proveniente de la descarga del tratamiento terciario de aguas residuales”, mejoro significativamente como efluente de aguas residuales en la calidad ambiental de agua, en el distrito Lucanas, Ayacucho, porque se consideró los procedimientos de análisis para cada indicador, que permitió que los tratamientos respectivos se encuentre dentro de la noma de los estándares máximos permisibles.

Con el sistema humedal de flujo subsuperficial se busca contribuir con el medio ambiente, como lo plantea los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), definidos por Naciones Unidas que abordan los mayores retos de la humanidad desde una perspectiva global y transversal, con una visión a futuro hacia el año 2030. Por lo tanto, con esta investigación se permitió ser parte del fortalecimiento del objetivo 6 de la ODS, sobre la calidad de agua y saneamiento, además la escasez de agua, los problemas de calidad del agua y el saneamiento inadecuado trabajando por su uso racional y sostenible de ese recurso de primera necesidad y afrontando los riesgos relacionados con su escasez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Takeuchi H, Tanaka H. Water reuse and recycling in Japan — History, current situation, and future perspectives. *Water Cycle*. 2020;1(May):1-12. doi:10.1016/j.watcyc.2020.05.001
2. Chung TS, Li X, Ong RC, Ge Q, Wang H, Han G. Emerging forward osmosis (FO) technologies and challenges ahead for clean water and clean energy applications. *Curr Opin Chem Eng*. 2012;1(3):246-257. doi:10.1016/j.coche.2012.07.004
3. Sikosana ML, Sikhwivhilu K, Moutloali R, Madyira DM. Municipal wastewater treatment technologies: A review. *Procedia Manuf*. 2019;35:1018-1024. doi:10.1016/j.promfg.2019.06.051
4. Miranda Castañón JR. Determinación de parámetros de diseño, puesta en marcha y evaluación de la eficiencia de humedales de flujo subsuperficial en la planta piloto aurora II, para el tratamiento de aguas residuales domésticas". Published online 2012.
5. Wu H, Fan J, Zhang J, et al. Decentralized domestic wastewater treatment using intermittently aerated vertical flow constructed wetlands: Impact of influent strengths. *Bioresour Technol*. 2015;176:163-168. doi:10.1016/j.biortech.2014.11.041
6. Truu M, Juhanson J, Truu J. Microbial biomass, activity and community composition in constructed wetlands. *Sci Total Environ*. 2009;407(13):3958-3971. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.11.036
7. Lu S, Wang J, Pei L. Study on the effects of irrigation with reclaimed water on the content and distribution of heavy metals in soil. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(3):10 pag. doi:10.3390/ijerph13030298
8. Lu S, Zhang X, Liang P. Influence of drip irrigation by reclaimed water on the dynamic change of the nitrogen element in soil and tomato yield and quality. *J Clean Prod*. 2016;139:561-566. doi:10.1016/j.jclepro.2016.08.013
9. Lu S, Zhang X, Wang J, Pei L. Impacts of different media on constructed wetlands for rural household sewage treatment. *J Clean Prod*. 2016;127:325-330. doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.166
10. Huang X, Zhao F, Song C, Gao Y, Geng Z, Zhuang P. Effects of stereoscopic artificial floating wetlands on nekton abundance and biomass in the Yangtze Estuary. *Chemosphere*. 2017;183:510-518. doi:10.1016/j.chemosphere.2017.05.091
11. Adminmgv. Tratamiento agua residual, Tratamiento Secundario, Tratamiento terciario. Sumyt. Published 2016. <https://www.tratamientodelagua.com.mx/lagunas-de-maduracion/>
12. Rustige H, Platzer C. Nutrient removal in subsurface flow constructed wetlands for application in sensitive regions. *Water Sci Technol*. 2001;44(11-22):149-155. http://brasil.rotaria.net/wp-content/uploads/2017/09/01_2001-Platzer-Rustige-Water-Sci-Technol-Nutrient-removal.pdf
13. Hoffmann H, Platzer C. *Humedales Artificiales para el tratamiento de aguas grises y aguas residuales domésticas en países en desarrollo*. (Von Münch E, ed.). Technology review «Constructed Wetlands» Sustainable; 2010. <http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/ManualHumedal.pdf>
14. Rivas-Lucero BA, Nevárez-Moorillón VG, Bautista-Margulis RG, Pérez-Hernandez A, Saucedo-Terán R. Wastewater Treatment for Agricultural Use in a Fixed Bed Bioreactor. *Agrociencia*. 2003;37(2):157-166. <http://www.redalyc.org/pdf/302/30237206.pdf>
15. Ferrer-Sánchez MI, Bautista-Margulis RG, López-Hernández ES, et al. Environmental restoration and management of the seco river in tabasco, southern coast of the Gulf of Mexico. *WIT Trans Ecol Environ*. 2014;182(February):365-378. doi:10.2495/WP140321

- 16.** INEI. *Instituto Nacional de estadística e Informática. Sistema ESTADISTICO nacional.* Oficina Departamental de Estadística e Informática de ICA; 2017. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1496/libro.pdf
- 17.** Wikipedia. Wikipedia: Lucanas. Published online 2012:2. https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Lucanas
- 18.** Hernandez R, Fernandez C, Baptista P. *Metodología de la Investigación.* Sexta Edic. (McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES SADCV, ed.). Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736; 2014. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- 19.** Supo J. *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis.* Primera Ed. BIOESTADISTICO EIRL; 2015. <https://www.amazon.com/-/es/Dr-José-Supo/dp/1514270005>
- 20.** LMP: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. *Normas Leg El Peru.* Published online 2010:1-2. <https://n9.cl/nrcey>
- 21.** Huaman E, Tarazona E. *Estadística para Ingeniería 2 (CE55), ciclo 2013-1.* Primera Ed.; 2021. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/292963>
- 22.** Delgadillo O, Camacho A, Andrade M, Pérez L. *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales.* Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua; 2010.
- 23.** Lara J. *Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales.* Master. Published online 1999. <https://n9.cl/uw7i1>
- 24.** Romero M, Colín A, Sánchez E, Ortíz L. *Tratamiento de Aguas Residuales por un Sistema Piloto de Humedales Artificiales: Evaluación de la Remoción de la Carga Orgánica.* *Contam Ambient.* 2009;25(3):157-167. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n3/v25n3a4.pdf>
- 25.** Llagas Chafloque W, Guadalupe Gómez E. *Diseño de Humedales Artificiales para el Tratamiento de aguas Residuales en la UNMSM.* *Revista del Inst Investig FIGMG.* 2006;15(17):85-96.
- 26.** Cueva TE, Rivadeneira BF. *Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un humedal artificial de flujo subsuperficial con vegetación herbácea.* Tesis. Published online 2013.
- 27.** Young J, Bowman G, Kamhawy S, Mills T, Patillo M, Whittemore R. *Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.). 5210 A.* Published online 2001:12. doi:10.1007/978-1-4419-6247-8_1310
- Conflicto de Intereses.** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Metales pesados en las aguas provenientes de la Rampa San Marcelo, CIA de Minas Sillustani S.A.

Heavy metals in the waters coming from Rampa San Marcelo,
CIA de Minas Sillustani S.A.

Metais pesados nas águas provenientes da Rampa San Marcelo,
Cia de Minas Sillustani S.A.

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.187>

Sofía Lourdes Benavente Fernández
sofiabenavente@unap.edu.pe

Royer Daywis Huarcaya Quispe
royunap@gmail.com

Heber Nehemias Chui Betancur
hchui@unap.edu.pe

Katia Pérez Argollo
kperez@unap.edu.pe

Edgar Octavio Roque Huanca
eroque@unap.edu.pe

Nardy Guillen Sosa
nguillensosa@gmail.com

Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú

Artículo recibido el 7 de agosto 2022 / Arbitrado el 18 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

La actividad minera en Perú, representa el 10% del Producto Bruto, sin embargo, esta actividad genera residuos e incrementan los niveles de contaminantes. Por ello el propósito de este estudio fue identificar los niveles de concentración de metales pesados en las aguas de la Rampa San Marcelo CIA de Minas Sillustani S.A., seguidamente comparar con los estándares de calidad ambiental y los límites máximo permisibles vigentes en el estado peruano. La investigación fue de tipo descriptivo no experimental. Se determinaron los parámetros físico-químicos con un multiparámetro y la concentración de elementos químicos por medio de la técnica espectroscópica de plasma inducido. Los resultados evidencian que la concentración de metales pesados analizados (As, Cd, Cu, Hg, Se y Zn), presentes en los tres puntos de muestreo, se encuentran por encima de los límites máximo permisibles establecidos por el D.S 004-2017- MINAM, por lo tanto, podemos afirmar que el recurso hídrico de la Rampa San Marcelo se encuentra contaminado con los mencionados metales pesados y que es sumamente nocivo para la salud de los seres vivos.

Palabras clave: Concentración; Lixiviado; Metales pesados; Muestreo; Toxicidad

ABSTRACT

Mining activity in Peru represents 10% of the Gross Product, however, this activity generates waste and increases the levels of contaminants. Therefore, the purpose of this study was to identify the concentration levels of heavy metals in the waters of the San Marcelo Ramp CIA de Minas Sillustani S.A., then compare with the environmental quality standards and the maximum permissible limits in force in the Peruvian state. The research was descriptive and non-experimental. The physical-chemical parameters were determined with a multiparameter and the concentration of chemical elements by means of the induced plasma spectroscopic technique. The results show that the concentration of heavy metals analyzed (As, Cd, Cu, Hg, Se and Zn), present in the three sampling points, are above the maximum permissible limits established by D.S 004-2017- MINAM, therefore, we can affirm that the water resource of the San Marcelo Ramp is contaminated with the mentioned heavy metals and that it is extremely harmful to the health of living beings.

Key words: Concentration; Leachate; Heavy metals; Sampling; Toxicity

RESUMO

A atividade de mineração no Peru representa 10% do Produto Interno Bruto, entretanto, esta atividade gera resíduos e aumenta os níveis de poluentes. Portanto, o objetivo deste estudo foi identificar os níveis de concentração de metais pesados nas águas da Rampa San Marcelo CIA de Minas Sillustani S.A., depois comparar com os padrões de qualidade ambiental e os limites máximo permitidos em vigor no estado peruano. A pesquisa foi descritiva e não-experimental. Os parâmetros físico-químicos foram determinados com um multiparâmetro e a concentração de elementos químicos por meio da técnica espectroscópica de plasma induzido. Os resultados mostram que a concentração de metais pesados analisados (As, Cd, Cu, Hg, Se e Zn), presentes nos três pontos de amostragem, estão acima dos limites máximo permitidos estabelecidos pelo D.S 004-2017- MINAM, portanto, podemos afirmar que o recurso hídrico da Rampa de San Marcelo está contaminado com os metais pesados acima mencionados e que é extremamente prejudicial à saúde dos seres vivos.

Palavras-chave: Concentração; Lixiviado; Metais pesados; Amostragem; Toxicidade

INTRODUCCIÓN

La actividad minera en Perú, aporta el 10% del Producto Bruto Interno y representa el 16% del aporte privado en la inversión nacional, esta actividad dinamiza la inversión de manera descentralizada creando impacto económico en varias regiones del país, sin embargo, esta actividad genera residuos que cada vez más se van acumulando mayores niveles de contaminación cuyas consecuencias sobre la salud son devastadoras principalmente en la salud de las personas (1), esto trae como consecuencias económicas como en la compra de medicamentos para atenuar las graves consecuencias en la salud de las personas, originando pérdidas en las empresas de saneamiento; a la vez, origina conflictos sociales, restringe su uso para riego (2).

La contaminación por metales pesados como: Pb, Cd, Cu y Hg, pueden causar problemas de toxicidad en recursos hídricos, suelos y aire (1), que constituye una problemática global que influyen de manera negativa en la seguridad alimentaria de las personas, animales y plantas cuyas consecuencias en la salud pública que afecta a el globo terrestre y local (3); la presencia de estos metales pesados, afectan a la calidad de vida y salubridad dado a su elevado grado de toxicidad dañinos para los seres vivos, un claro ejemplo de alimentos contaminados es el caso de la región de Junín, donde se reportó la presencia de arsénico, cadmio,

cobre, mercurio, molibdeno, níquel, plomo y zinc con concentraciones de: 0.043mg/kg, 0.036mg/kg, 0.114mg/kg, <0.001mg/kg, 0.0075mg/kg, 0.0145mg/kg, 0.0565mg/kg y 1.138mg/kg, respectivamente, las cuales son alarmantes (4). Por otro lado, existen reportes sobre la contaminación ambiental como es el caso principalmente del agua que son afectados por la actividad minera de la Rinconada, vertiendo principalmente relaves y desechos mineros que contiene metales pesados de alta toxicidad como es el caso del mercurio ya que la MINA La Rinconada está relacionada con la explotación de oro, también se reportó que en las nacientes del nevado Ananea la presencia de concentraciones de mercurio (0.00034 ± 0.000032 mg/L), superan los niveles máximos permitidos por los estándares de Calidad ambiental (5).

En Perú, es uno de los 10 países con mayor cantidad de agua en el planeta, existen alrededor de 1 768 512 Hm³ de agua en promedio, del cual el 97.2 % del total podemos encontrarlos en la vertiente del Amazonas; en el altiplano existe el 5% de este recurso, en el lago más alto del mundo (Titicaca) y el 1.8 % se encuentra en la vertiente del Pacífico (2). Sin embargo, este preciado recurso hídrico se encuentra amenazada por la contaminación por metales pesados que proviene de la minería a pequeña, mediana y gran escala, que en muchos casos son informales y artesanales, investigaciones recientes reportaron la existencia elevada de metales como el: Cd,

Ni, Pb, Fe y Zn, que exceden ampliamente los estándares de calidad ambiental (6). Por ello el propósito de este estudio fue identificar los niveles de concentración de metales pesados en las aguas de la Rampa San Marcelo CIA de Minas Sillustani S.A., seguidamente comparar con los estándares de calidad ambiental y los límites máximo permisibles vigentes en el estado peruano (7).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se ejecutó en la Unidad Minera Regina del proyecto minero CIA de minas Sillustani S.A. Ubicados geográficamente en los distritos de Quilcapuncu y Ananea, de la provincia de San Antonio de Putina, Puno (Tabla 1). El tipo de investigación empleado en este estudio fue descriptivo comparativo.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Coordenadas	
	Este	Norte
RSM-01	426673	8373278
RSM-02	426989	8373133
PET-01	427322	8373021

La muestra de investigación fue seleccionada empleando la técnica del muestreo aleatorio simple, en el que se recolectó las muestras en los puntos detallados en la Tabla 1. Las muestras se guardaron en frascos de vidrio de 500 ml, se recolectaron dos muestras del efluente proveniente de la rampa San Marcelo y una de la planta de tratamiento que está ubicada en la laguna Choquene. Para la preservación de las muestras se utilizó Ácido Nítrico de 69-70%.

Se determinaron las concentraciones de los metales pesados como: Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio Selenio Zinc, Cobalto y Molibdeno por medio del análisis de la Espectrometría de Masa con Plasma

Acoplado Inductivamente (ICP-MS), de la Universidad Nacional del Altiplano. El periodo de investigación fue realizado durante el mes de Julio del año 2018. También, se determinaron los parámetros químicos y físicos como: Potencial de Hidrogeno; Conductividad Eléctrica; Turbidez; Oxígeno Disuelto; Temperatura; Profundidad; Salinidad; Solidos Totales Disueltos; Potencial Oxido Reducción, a través de un multiparámetro de calidad de agua (Horiba, Enviroequip S.A.C.), GPS marca Garmin.

RESULTADOS

Los valores físico-químicos que se muestran en la Tabla 2, de la rampa San

Marcelo, presentan un nivel de pH ácido lo cual no se recomienda para el consumo humano, tampoco para los animales. Lo recomendable sobre el nivel de pH es que debe de ser de 6.5 a 8.5 para las aguas superficiales y subterráneas.

Tabla 2. Propiedades Físico-Químicos.

Parámetros F-Q	Medida	Unidad
Potencial de Hidrogeno	4.85	pH
Conductividad Eléctrica	0.999	S/m
Turbidez	0	JTU
Oxígeno Disuelto	12.08	Ppm
Temperatura	19.8	°C
Profundidad	0	M
Salinidad	1.15	Ppm
Solidos Totales Disueltos	12.1	Ppm
Potencial Oxido Reducción	231	mV

En la Tabla 3, se presentan las concentraciones de los elementos pesados como: arsénico, cadmio, cobre, mercurio, selenio y zinc que fueron calculados por medio del análisis de ICP (Inductively Coupled Plasma).

Tabla 3. Metales pesados presente en la muestra.

Metales Pesados	Unidad	RSM-1	RSM-2	PET-1	Límite Máximo Permissible DS N° 04-2017-MINAM
Antimonio	mg/L	nd	nd	nd	0.64
Arsénico	mg/L	45.4086	10.4853	5.49157	0.15
Bario	mg/L	nd	nd	nd	0.7
Cadmio Disuelto	Mg/L	0.245066	-0.303957	0.0371122	0.00025
Cobre	mg/L	19.7396	12.02167	12.35874	0.1
Cromo	mg/L	nd	nd	nd	0.011
Mercurio	mg/L	5.98172	1.02591	0.360694	0.0001
Níquel	mg/L	nd	nd	nd	0.052
Plomo	mg/L	nd	nd	nd	0.0025
Selenio	mg/L	0.865567	1.81761	2.1546	0.005
Talio	mg/L	nd	nd	nd	0.0008
Zinc	mg/L	133.189	25.85438	18.334	0.12

En el punto RSM-1, la concentración del Arsénico fue de 45.4086 mg/L, siendo este valor, un valor muy alto respecto del Límite Máximo Permisible de 0.15 mg/L establecido por el MINAM (7). También notamos que, a pesar de que funciona una la planta de tratamiento los efluentes salientes (PET-1) que supone reducir las concentraciones de este metal, esta presenta una concentración de 5.49157 ml/L, el cual es alto para el Límite Máximo Permisible - LMP establecidos en los ECA (Tabla 3).

En el punto RSM-1, la concentración del Cd disuelto fue de 0.245066 mg/L, siendo este valor, muy alto respecto del Límite Máximo Permisible, señalado por el Minam (7), que establece una concentración equivalente a 0.00025 mg/L (Tabla 3). Se pudo observar también que la concentración del efluente de la planta de tratamiento (PET-1) tuvo una concentración de 0.0371122 ml/L el cual continúa siendo un valor muy alto en referencia a los Límites Máximos Permisibles señalados por el Minam (7).

En el punto RSM-1, la concentración del Cu fue de 19.7336 mg/L, siendo este valor muy alto respecto del Límite Máximo Permisible, señalado por el Minam (0.00025 mg/L) (7), a pesar de que va disminuyendo a lo largo del trayecto con una concentración a 12.02167 ml/L. Se pudo apreciar también que la concentración (12.35874 ml/L), del efluente de la planta de tratamiento (PET-1) presenta una concentración de aumentando en un pequeño porcentaje el cual sobrepasa los LMP establecidos por el Minam, (7).

En el punto RSM-1, la concentración del Mercurio, fue de 5.98172 mg/L, siendo un valor alto a comparación del Límite Máximo Permisible (0.0001 mg/L), señalado por el MINAM-2017. Además, debemos notar que la concentración en el trayecto (RSM-2) fue de 1.02591 ml/L que sigue siendo alto respecto del Límite Máximo Permisible. Finalmente, se puede apreciar también que la concentración del efluente PET-1 de la planta de tratamiento presenta una concentración de 0.360694 ml/L, los valores encontrados están por encima del Límite Máximo Permisible establecidos por el MINAM (7).

En el punto RSM-1, la concentración del selenio fue de 0.865567 mg/L, siendo un valor alto con respecto de la concentración de 0.005 mg/L establecido como un nivel del LMP establecido por el MINAM (7). La concentración en el trayecto (RSM-2) fue de 1.81761 ml/L. Se pudo apreciar también que la concentración del efluente (PET-1) de la planta de tratamiento fue de 2.1546 ml/L, al igual que los demás gráficos, los valores están muy por encima del Límite Máximo Permisible, señalados por el MINAM (7).

La concentración del Zinc, en el punto RSM-1 tuvo una concentración de 133.189 7 mg/L, el cual es un valor muy alto a comparación del LMP establecido por el MINAM-2017 que es de 0.12 mg/L, el cual va disminuyendo en el trayecto (RSM-2) con una concentración de 25.85438 ml/L. Al igual que en los gráficos anteriores el nivel de concentración del efluente (PET-1) de la planta de tratamiento presenta un valor de 18.334

ml/L, de igual manera los valores están muy por encima del Límite Máximo Permisible, señalados por el MINAM (7).

DISCUSIÓN

En este estudio se evaluaron las concentraciones de Cadmio, Arsénico, Cobre, Selenio, Mercurio, y Zinc. Los daños ocasionados por la excesiva concentración de arsénico en el agua causan el cáncer a la piel y cáncer al pulmón. Entre las tecnologías que permiten remediar el arsénico se recomienda la técnica de la coagulación-precipitación o la oxidación, la absorción, el intercambio de iones y diversas técnicas de membranas (1,8-10). Los daños causados por la concentración de cadmio por encima de los límites máximos permitidos, sobre la salud son: diarreas, dolor de estómago y vómitos severos (11-13). La concentración excesiva de cobre presente en los recursos hídricos causa efectos adversos sobre la salud como: la irritación de los ojos, la nariz, la boca, y dolores de cabeza y si son en cantidades muy altas pueden causar daños a los riñones, al hígado e incluso causar la muerte (14-16).

El Mercurio es un elemento pesado cuyas consecuencias graves para la salud son principalmente al sistema inmunitario, al sistema nervioso, al aparato digestivo, a los riñones y finalmente a los pulmones. Para poder mitigar y disminuir el uso de mercurio en las minerías artesanales y pequeña minería se pueden implementar las retortas y reactivadores de mercurio (5-6,17). El selenio

en cantidades pequeñas es necesario para el organismo para mantener la buena salud sin embargo en dosis elevadas que superan los límites máximos permitidos, pueden producir náuseas, vómitos y diarreas (2,10,18-19). La concentración de Zinc presente en el agua en cantidades elevadas produce graves afectaciones a la salud, así como: la irritación de la piel, úlceras, vómitos, náuseas y también está asociada a la anemia (17,20).

CONCLUSIONES

Los efluentes de la Rampa San Marcelo -RSM presentan valores muy altos, con respecto a los Límites Máximos Permisibles que establece el D.S N°004-2017-MINAM, en las concentraciones de As, Cd, Cu, Hg, Se y Zn, en los tres puntos de muestreo. Estos metales presentes en el agua pueden causar graves afecciones a la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre S, Piraneque N, Linero J. Heavy metals concentration and physical-chemical water quality of the Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgación Científica*, 2021; 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
2. Sánchez DV. Calidad del agua. *Boletín Científico de La Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 2017; 4(7), 1–42. <https://doi.org/10.29057/esat.v4i7.2202>
3. Bose SK, Chakraborty UC. Resolutions Adopted at the General Session of the VIII All India Pediatric Conference at Vellore on the 21st December, 1956. *The Indian Journal of Pediatrics*, 1957; 24(1), 14. <https://doi.org/10.1007/BF02796157>

- 4.** Borda BE, Lahura NE. Negra "Solanum Tuberosum" proveniente de la provincia de Tarma, Junín, Perú Impact of heavy metals on the quality of the black potato "Solanum Tuberosum" coming from the province of Tarma, Junin, Peru. 2021; 1–10. <https://revistas.unfv.edu.pe/RCV/article/view/1046/1086>
- 5.** Loza AL, Ccancapa Y. Mercury in a high altitude andes stream with strong impact by artisanal aurifer mining (La rinconada, puno, Peru). *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 2020; 36(1), 33–44. <https://doi.org/10.20937/RICA.2020.36.53317>
- 6.** Brousett MA, Rondan GG, Chirinos M, Biamont I. Impacto de la Minería en Aguas Superficiales de la Región Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, (2021). 21(21), 187–208. http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v21n21/v21n21_a11.pdf
- 7.** Ministerio Del Ambiente. Aprueban Estándares De Calidad Ambiental Para Agua Y Establecen Disposiciones Complementarias. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, MINAM, Lima. 2017: 1-10. <https://n9.cl/cs4to>
- 8.** Campos CN. La Contaminación Por Metales Pesados En La Ciénaga Grande De Santa Marta, Caribe Colombiano. *Instituto de Ciencias Naturales* 1990; 16. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/35544/36002>
- 9.** Salas UF. Determinación de metales pesados en las aguas del río Ananea debido a la actividad aurífera, Puno-Perú 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7616620>
- 10.** Salas UF. Estudio de los niveles de contaminación por metales pesados en la zona de Ananea de la cuenca del río Ramis. *Maestría en Ciencias de la Ingeniería Agrícola* 2010; 1-12. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3273951>
- 11.** Choque E, Carrasco A. Implicancias Ambientales Por La Actividad Minera de la zona de Ananea en la cuenca del río Ramis. *Boletín N°5* 2008; 1-22 <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/352#files>
- 12.** Contreras PJ, Mendoza GA. Determinación de Metales Pesados en Aguas y Sedimentos del Río Haina. *Ciencia y Sociedad*, 2004; 29(1), 3871. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029103.pdf>
- 13.** Graza EF, Quispe PR. Determinación De Pb, Cd, As en aguas del río santa en el pasivo minero ambiental de Recuay, Ticapampa; Recuay – Ancash. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 2015; 1-32 <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4205>
- 14.** Machaca E. Determinación de Metales Pesados En La Laguna Choquene Quilcapuncu - Putina - Puno. *Revista Investigación Altoandina*, 2013; 15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8054512>
- 15.** Romero LK. Contaminación Por Metales Pesados. *Científica Ciencia Médica SC* 2009; 12(1). <https://www.redalyc.org/pdf/4260/426041218013.pdf>
- 16.** Romero A, Flores S. Estudio de los Metales Pesados en el Relave Abandonado de Ticapampa. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 2008, 11(22), 13-16. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/RFIGMMG-22-1.pdf>
- 17.** Gonzáles J. Nivel De Concentración de metales pesados (Pb, Cu, Hg, As Y Fe) en el río toro, distrito de Huamachuco de la provincia de Sanchez Carrion durante Año 2009 – 2010. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. 2012; 1-121. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5812>
- 18.** Natalia E, McLaughlin M, Pennock D. La contaminación del suelo: una realidad oculta. In *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO*. 2019 <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

19. López C. Metodología para la descontaminación de Aguas Procedentes de Lavaderos de Instalaciones Mineras. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena 2012. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/3882?locale-attribute=es>

20. Loayza G, Galloso L. Implicancias Ambientales Por La Actividad Minera De La Zona De Ananea En La Cuenca Del Rio Ramis.

Boletín N°5, Intitución Geocientífica al Servicio Del País, Lima, Lima 2008. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/352>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Factores determinantes de la exportación de palta en Perú, 2008-2020

Determining factors of avocado exports in Peru, 2008-2020

Determinantes das exportações de abacate no Peru, 2008-2020

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.188>

Julio Cesar Quispe Mamani¹
jcquispe@unap.edu.pe

Santotomas Licimaco Aguilar Pinto²
licimacoaguilar@gmail.com

Balbina Esperanza Cutipa Quilca¹
becutipa@unap.edu.pe

Roxana Madueño Portilla³
rmaadueno@unamad.edu.pe

Ruth Nancy Tairo Huamán³
rtairo@unamad.edu.pe

¹Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú

²Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca, Perú

³Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú

Artículo recibido el 15 de agosto 2022 / Arbitrado el 18 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

La palta al ser uno de los productos con una creciente demanda en el mercado internacional en los últimos años, mostró un comportamiento favorable en el volumen de producción y su exportación estuvo sujeto al comportamiento de las variables del comercio internacional; el objetivo de la investigación fue identificar los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú durante el período 2008 - 2020, mediante el tipo de investigación correlacional-causal, con información del Ministerio de Agricultura y Riego, Banco Central de Reserva del Perú, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, Instituto Nacional de Estadística e Informática y la base de datos de COMTRADE de la ONU, aplicando el modelo de regresión lineal múltiple y enfoque de cointegración. Los factores que determinan a las exportaciones de la palta son la producción nacional y el precio promedio de la palta, las mismas que estas explican en 76.27% a las exportaciones de la palta; se estableció que no existe una relación en el largo plazo de los factores determinantes con la exportación de dicho producto.

Palabras clave: Palta; Exportación; Determinantes; Cointegración; Productos agrícolas

ABSTRACT

The avocado, being one of the products with a growing demand in the international market in recent years, showed a favorable behavior in the volume of production and its export was subject to the behavior of international trade variables; The objective of the research was to identify the factors that determine avocado exports in Peru during the period 2008 - 2020, through a correlational-causal type of research, with information from the Ministry of Agriculture and Irrigation, Central Reserve Bank of Peru, National Superintendence of Customs and Tax Administration, National Institute of Statistics and Informatics and the UN COMTRADE database, applying the multiple linear regression model and cointegration approach. The factors that determine avocado exports are national production and the average price of avocado, which explain 76.27% of avocado exports; it was established that there is no long-term relationship between the determining factors and avocado exports.

Key words: Avocado; Export; Determinants; Cointegration; Agricultural products

RESUMO

O abacate, sendo um dos produtos com uma demanda crescente no mercado internacional nos últimos anos, mostrou um comportamento favorável no volume de produção e sua exportação estava sujeita ao comportamento das variáveis do comércio internacional; O objetivo da pesquisa foi identificar os fatores que determinam as exportações de abacate no Peru durante o período 2008 - 2020, através de uma pesquisa de tipo correlacional, com informações do Ministério da Agricultura e Irrigação, Banco Central de Reserva do Peru, Superintendência Nacional de Administração Aduaneira e Fiscal, Instituto Nacional de Estatística e Informática e o banco de dados COMTRADE da ONU, aplicando o modelo de regressão linear múltipla e abordagem de cointegração. Os fatores que determinam as exportações de abacate são a produção nacional e o preço médio do abacate, o que explica 76,27% das exportações de abacate; foi estabelecido que não há relação de longo prazo entre os fatores determinantes e as exportações de abacate.

Palavras-chave: Abacate; Exportação; Determinantes; Cointegração; Produtos agrícolas

INTRODUCCIÓN

La globalización ha generado un cambio en la economía mundial, convirtiéndose en una oportunidad para el desarrollo de las economías por su inserción al mercado internacional a través de una mayor oferta de bienes, servicios y productos, complementado por una mayor competitividad, innovación y desarrollo productivo (1,2); por lo cual los países que han alcanzado desarrollarse en los últimos años, son los que se han adaptado rápidamente a los cambios de la modernidad y a las exigencias del comercio internacional, generando un mayor crecimiento y desarrollo económico, buscando que esta sea sostenible (3-6). Además, Latino América es una región caracterizada por la diversidad de riqueza natural-cultural, con abundancia en materia prima y en bienes básicos para la práctica del comercio internacional (2,7-8) y Perú es uno de los países con mayor potencial en productos agroalimentarios para la exportación, gracias a la biodiversidad con la que cuenta y las condiciones climatológicas y ecológicas que existen en ella (9). En consecuencia, esto permitió tener ventajas absolutas y comparativas para producir diversos cultivos de suma importancia como la papa, quinua, café, arroz; frutas como el aguay manto, naranja, plátanos y palta, siendo esta última una fruta bastante conocida a nivel mundial, gracias a sus propiedades nutricionales y medicinales, buena para la salud familiar (10-12).

El consumo de la palta ha incrementado exponencialmente en los últimos años, tal

es el caso que en Estado Unidos entre los periodos 2001 al 2018 el consumo per cápita en promedio anual incremento de 0.9 kg a 3.6 kg y forma parte de las 10 principales frutas consumidas por las familias; en Europa al 2019 el consumo per cápita en promedio anual fue de 1.7 kg, en Canadá fue de 2.5 kg, en México que es el primer productor de palta en el mundo su consumo asciende a 11 kg por persona, en los países de Asia está entre 0.5 a 0.8 kilos y en Perú fue de 2.5 a 3 kilos, lo que permite que la demanda mundial incremente cada día más y la oferta de igual manera, con mayor cantidad de plantaciones y hectáreas de siembra en Perú (13-16).

Las exportaciones de la palta en Perú tienen como punto de inicio al final la década de los noventa, periodo en el que se empezó a producir la palta Hass, donde a pesar de su crecimiento de exportación fue lenta y poco significativo en los indicadores de los productos no tradiciones de exportación, en el 2001 se exportó la cantidad de 2,8 mil toneladas métricas, cuyo destino fue Europa y a partir del 2010 se fue posicionando en países de Asia y EEUU, tal es que, en el 2015 el volumen de exportación alcanzó a 176 mil toneladas métricas, en el 2016 se exportó 194 mil, en el 2017 aumento a 248 mil, en el 2018 fue de 361 y en el 2019 se exportó 312 mil, con un crecimiento anual promedio de 20% (7,8,14,16); todo esto fue gracias a la diversificación de los mercados que permitió al país entrar en la etapa de crecimiento de la agro exportación y a los 21 acuerdos comerciales vigentes hasta la actualidad permitieron consolidar la inserción

de esta fruta en el mercado internacional (7,10,17-19).

A pesar de tener indicadores considerables en la exportación de este producto, el nivel de participación en el mercado internacional fue variante, con tendencia hacia la disminución, por ejemplo, en el 2015, tuvo una participación de 9.1% respecto a las exportaciones totales del mundo, en el 2016 esto se mantuvo en ese mismo porcentaje, incrementando a 10% en el 2017, aumentando en el 2018 a 12.4%, pero para el 2019 bajó a 11.6% (14,16,20-21).

Lo mencionado se debe a diferentes factores como las condiciones existentes para la producción óptima y eficiente, la certificación que te exige el mercado internacional, el precio de los insumos, materia prima y del producto a exportar, los acuerdos de tratado de libre comercio entre Perú los demás países, las condiciones económicas del país como la estabilidad económica, estabilidad en el tipo de cambio real y el crecimiento económico, entre otros. (21,22).

Por lo cual, a pesar que las exportaciones de la palta viene beneficiando en gran manera a los ingresos de las familias en Perú, generando oportunidades laborales y elevando los niveles de producción y una gran escala de la exportación, debido a una mayor demanda del consumo en el mercado internacional, no es suficiente garantizar sus crecimiento sostenible, toda vez que su participación en el mercado internacional de dicho producto es fluctuante y es necesario evidenciar las variables macroeconómicas que determinan el comportamiento de las exportaciones, ya

que la palta tiene un valor importante en la actualidad en la canasta familiar, toda vez que las familias vienen tomando una mayor conciencia sobre el consumo y la alimentación saludable y con productos altamente nutritivos (13,16,21).

Es necesario dar a conocer las determinantes de las exportaciones de la palta, por lo que la presente investigación buscó responder las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú, en el período 2008-2020?, ¿Cuál es la relación a largo plazo de las determinantes de las exportaciones de la palta en Perú, en el período 2008-2020?

El propósito del estudio es identificar los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú durante el período 2008-2020; asimismo, se buscó determinar la relación a largo plazo de los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú, en el período 2008-2020. Las hipótesis a comprobar fue que los factores que determinan a las exportaciones de la palta son el tipo de cambio real, la producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta; además, existe relación a largo plazo entre los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú, en el período 2008-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tiene el enfoque cuantitativo, con tipo no experimental, con diseño de tipo descriptivo-Correlacional (23), debido a que presenta las siguientes características: correlacional y longitudinal,

las cuales buscan explicar la relación causa – efecto entre las variables observadas, para realizar más adelante las inferencias necesarias.

Modelo econométrico

El modelo econométrico considerado para identificar los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú es regresión lineal múltiple, en este sentido se plantea el siguiente modelo:

$$\text{Exportaciones de la palta} = \beta_0 + \beta_1 \text{ Tipo de cambio real} + \beta_2 \text{ Producción nacional de la palta} + \beta_3 \text{ Precio de exportación de la palta} + e$$

Para determinar la relación a largo plazo de los factores determinantes de las

exportaciones de la palta en Perú se aplicó el modelo cointegración, mediante la prueba de Engle-Granger.

Análisis de variables y fuentes de información

El detalle de las variables en análisis está en la Tabla 1, cuya fuente de datos obtenidos para la obtención de los resultados es del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y base de datos de COMTRADE de la ONU.

Tabla 1. Análisis y fuente de información de las variables de la investigación.

Variable	Unidad de medida	Fuente de Información
Exportación de la palta	Valor FOB US\$	SUNAT-CONTRADE
Tipo de cambio real	De soles a dólares	BCRP
Producción nacional de la palta	Toneladas	INEI-MINAGRI
Precio de exportación de la palta	Dólares americanos (US\$) por Kg	SUNAT

RESULTADOS

Comportamiento de las variables macroeconómicas

El comportamiento de las variables macroeconómicas consideradas en la presente investigación se muestra en la

Figura 1, donde se puede evidenciar que las exportaciones de la palta, tipo de cambio real, producción nacional de la palta y precio de exportación de la palta han sido crecientes para el periodo de análisis con algunas particularidades por cada tipo de variable que a continuación se detalla.

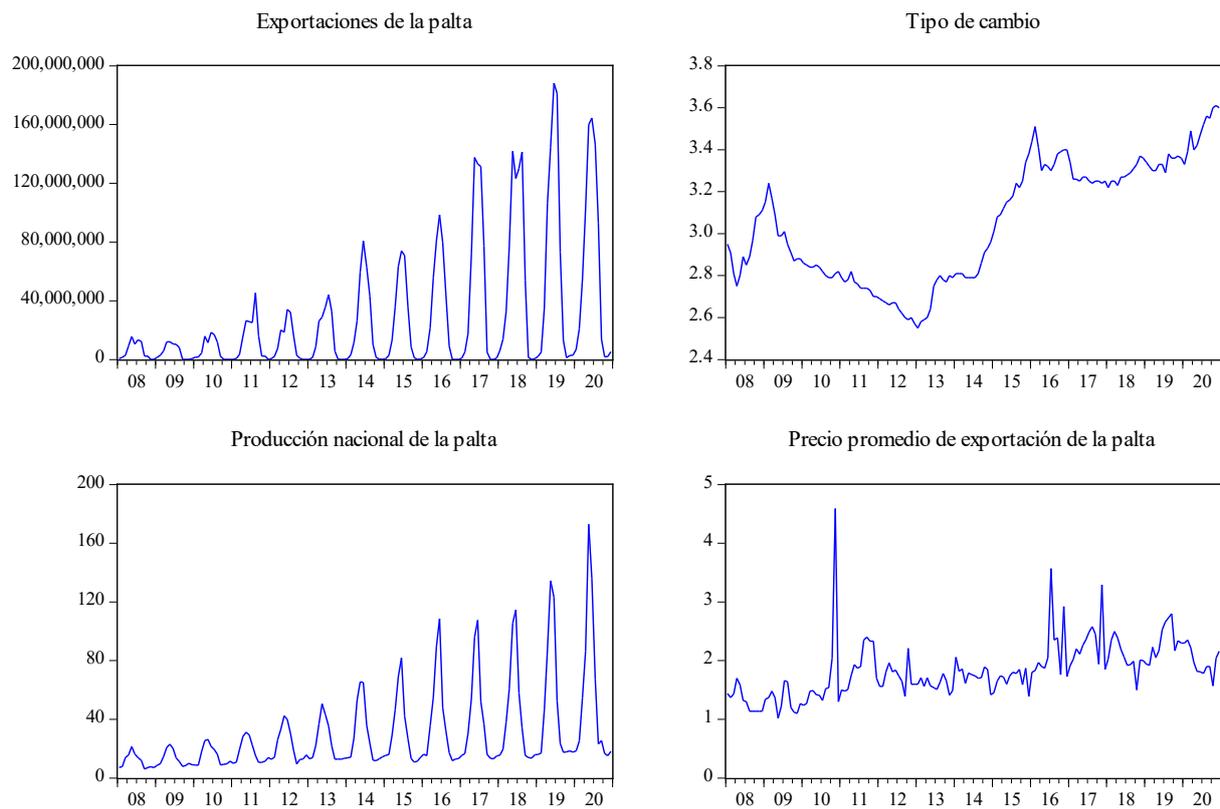


Figura 1. Comportamiento de las variables macroeconómicas en el periodo 2008-2020.

Las exportaciones de la palta tuvieron en cada año un crecimiento considerable en épocas de campaña de producción (Campaña agrícola) que normalmente corresponde entre los meses de mayo a agosto y disminuciones en los demás meses (Figura 1); además, estas alcanzaron un valor de exportación a precios FOB la cantidad de US\$ 29, 087,626 dólares en promedio, con una desviación estándar de US\$ 43, 918,456 dólares. Complementariamente, se tuvo la cantidad de US\$ 98,162 dólares que fue el valor mínimo de exportación en el mes de diciembre del 2013 y US\$ 188, 162,172 dólares el valor máximo de exportación alcanzado en el mes de junio del 2018 (Tabla 2).

Por otro lado, al analizar las variables independientes, se puede evidenciar que, la producción nacional de la palta al igual que las exportaciones muestra un comportamiento similar, en vista que su crecimiento en la producción en mayor volumen es entre los meses de marzo a agosto de todos los años y disminuye la producción en los demás meses, debido a las condiciones climatológicas y ecologías que exige dicho bien (Figura 1); motivo por el que se registró en promedio un valor de producción de 29.70 mil TM, con una desviación estándar que asciende a 29.26 mil TM, los valores índice mínimo y máximo alcanzado en la producción de la palta fueron

172.82 y 6.13 mil TM respectivamente (Tabla 2).

El tipo de cambio real tuvo un comportamiento creciente en el periodo de análisis (Figura 1), donde se registró en promedio un valor igual a 3.04 soles por US\$ y una desviación estándar de 0.28, el valor mínimo y máximo del tipo de cambio real fueron de 2.55 y 3.61 soles por US\$ en el

periodo 2008-2020 (Tabla 2). En el caso del precio promedio de exportación de la palta, esta tuvo un comportamiento variante, pero con tendencia a permanecer estable (Figura 1), donde se registró en promedio un valor de 1.83 US\$/Kg y una desviación estándar de 0.48 US\$/Kg, el valor mínimo y máximo del precio promedio de exportación fueron de 1.02 y 4.59 US\$/Kg respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables en análisis.

Estadístico	Exportación de la palta (Valor FOB US\$)	Tipo de cambio real (Soles por US\$)	Producción nacional de la palta (Miles de TM)	Precio de exportación de la palta (US\$/Kg)
Media	29087626	3.048718	29.70593	1.838013
Mediana	9119493	3.045	17.05848	1.785
Valor máximo	188162172	3.61	172.8228	4.59
Valor mínimo	98.162	2.55	6.13591	1.02
Desviación estándar	43918456	0.287042	29.26789	0.481018
Kurtosis	5.661111	1.669889	8.723323	9.717219
Jarque-Bera	137.4398	11.56966	355.2672	371.69

Relación entre las exportaciones de la palta con las variables que la determinan

En referencia a la relación entre las exportaciones de la palta con la producción nacional de la misma, estas tienen relación directa; es decir que, ante un incremento o disminución de la producción nacional de la palta, las exportaciones de dicho también tienden a incrementar o disminuir (Figura 1), el cual es corroborado por el diagrama de dispersión de estas variables (Figura 2), donde se muestra que existe una relación positiva o directa entre las exportaciones de la palta y su producción nacional [ρ de Pearson = 0.867,

correspondiente a una correlación positiva alta] (Tabla 3).

La relación entre las exportaciones de la palta con el tipo de cambio real es directa o positiva, pero independiente de los periodos de apreciación o depreciación del tipo de cambio real (Figura 1), el cual es corroborado por el diagrama de dispersión de estas variables (Figura 2), en la cual se verifica que existe una relación positiva o directa entre dichas variables, alcanzando obtener un valor ρ de Pearson = 0.353, correspondiente a una correlación positiva baja (Tabla 3). En el caso de la relación entre las exportaciones de la

palta con el precio promedio de exportación de la misma es directa; pero independiente de los periodos de disminución o incremento de los precios, toda vez que el precio está determinado por el mercado internacional (Figura 1), la misma que es corroborado por

el diagrama de dispersión de estas variables (Figura 2), donde se verifica que existe una relación positiva o directa entre dichas variables, ya que el valor ρ de Pearson = 0.301, correspondiente a una correlación positiva baja (Tabla 3).

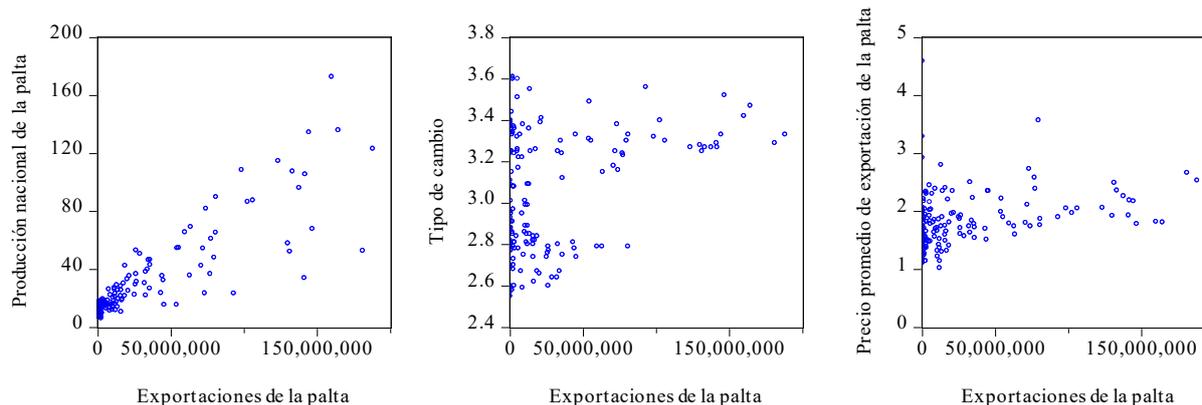


Figura 2. Relación entre el comportamiento de las variables determinantes de las exportaciones de la palta, 2008-2020.

Tabla 3. Matriz de correlación entre las exportaciones de la palta y sus determinantes.

Correlación	Exportación de la palta (Valor FOB US\$)	Producción nacional de la palta (Miles de TM)	Tipo de cambio real (Soles por US\$)	Precio de exportación de la palta (US\$/Kg)
Exportación de la palta (Valor FOB US\$)	1.000000	0.867105	0.353294	0.301794
Producción nacional de la palta (Miles de TM)	0.867105	1.000000	0.308955	0.225228
Tipo de cambio real (Soles por US\$)		0.308955	1.000000	0.347606
Precio de exportación de la palta (US\$/Kg)	0.301794	0.225228	0.347606	1.000000
Desviación estándar	43918456	0.287042	29.26789	0.481018
Kurtosis	5.661111	1.669889	8.723323	9.717219
Jarque-Bera	137.4398	11.56966	355.2672	371.69

Análisis de los factores determinantes de las exportaciones de la palta en Perú

Tomando en cuenta el comportamiento de las exportaciones de la palta (Valor FOB

US\$), la producción nacional de la palta (Miles de TM), el tipo de cambio real (Soles por US\$) y el precio de exportación de la palta (US\$/Kg), a continuación, se planteó la siguiente hipótesis:

Ho: Los factores determinantes de las exportaciones de la palta no son el tipo de cambio real, la producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta.

H1: Los factores determinantes de las exportaciones de la palta son el tipo de cambio real, la producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta.

Para lo cual, aplicando la regresión del modelo de tipo regresión lineal múltiple, se obtuvo los resultados que se muestran a continuación, donde producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta son significativos individualmente (t calculado= 19.90 y 2.20), y el tipo de cambio real no es significativo (t calculado= 1.52); y existe una significancia global consistente (F calculado= 167.15).

Tabla 4. Modelo de regresión de determinantes de la exportación de palta.

Variable	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Prob
Variable dependiente: Exportaciones de la palta (X)				
Método de regresión: Regresión lineal múltiple				
Muestra: 2008M01 2020M12				
Observaciones incluidas: 156				
Constante	-54034039	18796149	-2.874740	0.0046
Producción Nacional de la Palta	1239222.	62266.99	19.90175	0.0000
Tipo de cambio real	10076050	6597245.	1.527312	0.1288
Precio de exportación de la palta	8482198.	3842967.	2.207200	0.0288
R-cuadrado	0.767389	Media de la variable dependiente		29087626
R-cuadrado ajustado	0.762798	Desv. estándar de la variable dependiente		43918456
Error estándar de la regresión	21389754	Criterio de Akaike info		36.62003
Suma al cuadrado de los residuos	6.95E+16	Criterio de Schwarz		36.69823
Log likelihood	-2852.362	Criterio de Hannan-Quinn		36.65179
F-estadístico	167.1509	Estadístico Durbin-Watson		1.039911
Probabilidad (F-estadístico)	0.000000			

Se puede determinar que el modelo en análisis no tiene indicios de ser espurio, toda vez que tiene el R-cuadrado ajustado de 0.7627, lo que evidencia que la relación entre las variables producción nacional de la palta, tipo de cambio real y precio de exportación de la palta con las exportaciones de la palta es buena; en decir, la producción nacional de la palta, el tipo de cambio real y el precio de

exportación de la palta explican en 76.27% a las exportaciones de la palta. En el caso del estadístico Durbin-Wattson esta es igual a 1.03 y se puede decir que es engañoso, debido a que al evaluar los correlogramas no concuerda con la medida. De ahí que para determinar la estacionariedad del modelo se aplicó las pruebas de raíces unitarias a través del test de Dickey Fuller Aumentado (ADF),

determinando que existe estacionariedad en primeras diferencias en todas las variables en análisis, ya que el p-valor fueron menores a 5%. Del cual, el modelo que explica las determinantes de las exportaciones de la palta es la siguiente:

Exportaciones de la palta = $-54034039 + 10076050 \cdot \text{Tipo de cambio real} + 1239222 \cdot \text{Producción nacional de la palta} + 8482198 \cdot \text{Precio de exportación de la palta} + e$

Por lo tanto, considerando los resultados obtenidos en la Tabla 4, se puede indicar que los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú durante el período 2008-2020 son la producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta, más no el tipo de cambio real.

Determinación de la relación a largo plazo de los factores determinantes de las exportaciones de la palta en Perú

Para determinar la existencia de la relación de largo plazo entre las exportaciones de

la palta (Valor FOB US\$) y la producción nacional de la palta (Miles de TM), el tipo de cambio real (Soles por US\$) y el precio de exportación de la palta (US\$/Kg) se comprobó la existencia de estacionariedad, mediante la prueba de raíces unitarias por los métodos de Dickey Fuller Aumentado (DFA), Phillips Perron (PP) y el KPSS, estableciendo la existencia de estacionariedad en primeras diferencias, con un orden de integración I(1).

Al considerar la regresión de largo plazo en el Tabla 4, se determinó los residuos de largo plazo, son estacionarias en I (0), lo que permitió aplicar el modelo de cointegración mediante el método de fully modified OLS (FMOLS), cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 5. Modelo de regresión de tipo Fully Modified Least Squares (FMOLS).

Variable	Coficiente	Error estándar	t-Estadístico	Prob
Producción nacional de la palta	1286855	63615.29	20.2287	0
Tipo de cambio real	8495255	6732399	1.261847	0.2089
Precio de exportación de la palta	7903917	3927322	2.012546	0.0459
Constante	-49584421	19186374	-2.584356	0.0107
R-Cuadrado	0.765908	Media de la variable dependiente		29271279
R-Cuadrado ajustado	0.761257	Desviación estándar de la variable dependiente		44000680
Desviación estándar de la regresión	21499306	Suma al cuadrado de los residuos		6.98E+16
Varianza de largo plazo	4.76E+14			

Los coeficientes obtenidos en el modelo de largo plazo con el modelo inicial (Tabla 4 y 5) son muy similares en sus coeficientes, al igual que el nivel de significancia individual y global, demostrando que es consistente el

modelo para la determinación de la relación de largo plazo. Por lo cual aplicando la prueba de Engle-Granger para la determinación de la relación de largo plazo se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 6. Pruebas de relación de largo plazo.

Tipo de prueba	Método de prueba	Valor	Prob.
Engle-Granger	Tau - estadístico	-2.0882	0.843
	Z - estadístico	-13.1629	0.613

Por lo tanto, la H_0 es que no existe relación a largo plazo entre la producción nacional de la palta, tipo de cambio real y el precio de exportación de la palta con las exportaciones de la palta en Perú y la H_1 es que, si existe relación a largo plazo entre la producción nacional de la palta, tipo de cambio real y el precio de exportación de la palta con las exportaciones de la palta en Perú.

Aplicando la regla de decisión mediante el contraste de las probabilidades del método de prueba Tau-estadístico (0.843) y Z-estadístico (0.613) de Engle-Granger, estas son mayores al nivel de significancia de 0.05 (5%), concluyendo que se rechaza la H_1 y se acepta la H_0 , por lo tanto, se determina que no existe una relación en el largo plazo entre la producción nacional de la palta, tipo de cambio real y el precio de exportación de la palta con las exportaciones de la palta en Perú.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, estas coinciden con (24), donde pudo determinar que las variables de la producción y el precio de la

palta determinaron a las exportaciones de la palta del Perú hacia los Países Bajos, en el marco del Tratado de Libre Comercio entre Perú y UE durante los años 2012-2019. Resalta notoriamente en la producción el volumen que se produce a nivel de todo el país, traducido en el número de hectáreas sembradas de este cultivo.

Además, al igual que en los resultados obtenidos por (25), coincidimos parcialmente en establecer los factores determinantes de las exportaciones de la palta en Perú, en vista que dicha autora resalta que el precio de exportación de la palta no es un factor que afecta de manera directa en el aumento de las exportaciones, por el contrario, considera que los productores de esta fruta temen que gracias al incremento del precio afecte a la demanda internacional, ocasionando de esta manera inconvenientes hacia la exportación. Por el contrario, garantizar la producción local puede permitir tener mejores condiciones para la exportación, siempre y cuando se cumpla los estándares de calidad que exige el mercado internacional.

La producción nacional de la palta es un factor importante y muy significativo para la exportación de dicho producto y los resultados obtenidos concuerdan con (26), toda vez que concluye que el nivel de producción influye en las exportaciones de Palta Hass de la Región La Libertad, en Perú. Todo esto quizás gracia al aprovechamiento de la estacionalidad en la producción y a los programas de apoyo del Estado, que en los últimos años contribuyo de manera sustancial pero no es aún suficiente.

Por el contrario, la presente investigación no coincide con los resultados obtenidos por (27), en vista que en nuestra investigación determinó que el tipo de cambio real no determina a las exportaciones de la palta tanto en el corto y largo plazo, contradiciendo con dicho autor porque en dicho trabajo el tipo de cambio real si determina a las exportaciones, al igual que el ingreso. En el caso del precio de exportación de igual manera si determina en dicho trabajo al igual que en la presente investigación, en el corto plazo, pero no coincide en el largo plazo, porque se muestra una contradicción con respecto a la presente investigación.

CONCLUSIONES

Se identificó que los factores que determinan a las exportaciones de la palta en Perú durante el período 2008 al 2020 son la producción nacional de la palta y el precio promedio de la palta, más no el tipo de cambio real, en vista que la relación entre dichas variables es buena; toda vez que estas explican en 76.27% a las exportaciones de la

palta. La relación entre las exportaciones de la palta con la producción nacional de la misma es directa o positiva alta con un ρ de Pearson = 0.867; en el caso de la relación con el tipo de cambio real es directa o positiva baja, pero independiente de los periodos de apreciación o depreciación del tipo de cambio real, con un ρ de Pearson = 0.353 y la relación con el precio promedio de exportación es directa o positiva baja; pero independiente de los periodos de disminución o incremento de los precios, ya que el valor ρ de Pearson = 0.301.

De acuerdo a la prueba de Engle-Granger, considerando la regla de decisión mediante el contraste de las probabilidades por el método de prueba Tau-estadístico (0.843) y Z-estadístico (0.613), estas son mayores al nivel de significancia, lo que determinó que no existe una relación en el largo plazo entre la producción nacional de la palta, tipo de cambio real y el precio de exportación de la palta con las exportaciones de la palta en Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agosin MR. Crecimiento y diversificación de las exportaciones en economías emergentes [Internet]. 2009 [cited 2021 Sep 20]. Available from: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11274>
2. Tapia Iturrieta L. Situación sobre las exportaciones de las cinco principales especies frutales de Chile a los mercados de América del Sur entre los años 1993-2004. Idesia (Arica) [Internet]. 2007;25(1):37-45. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292007000100004
3. Aragon E, Campos ME, Fouquet A. The Emergence of Successful Export Activities in Mexico: Three Case Studies. SSRN Electron

- J [Internet]. 2009 Feb 1 [cited 2021 Sep 8]; Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=1815919>
- 4.** Esterhuizen D, Rooyen J van. Determinants of competitiveness of South African Agricultural export firms. *Compet Rev An Int Bus J* [Internet]. 2006 [cited 2021 Sep 8];16(3-4):223-32. Available from: <https://n9.cl/847h9>
- 5.** Mabeta J. Determinants of non-traditional agricultural exports growth in Zambia. A case of cotton and tobacco. 2015 [cited 2021 Sep 8]; Available from: <http://41.89.96.81:8080/xmlui/handle/123456789/1983>
- 6.** 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
- 7.** Arévalo JLS, Lima JRFD, Araújo AFVD. Determinantes de la oferta de exportación de mango: Estudio de caso para el Perú. *Rev Econ e Sociol Rural* [Internet]. 2013;51(1):101-20. Available from: <https://www.scielo.br/j/resr/a/v4QmWRfjBcMpQNr4ykhXZg/?lang=es>
- 8.** Cerda AU, García LP, Aguilera CP, Villagrán LR. Determinants of Competitiveness of Exports of Chilean Table Grapes. *Panor Socioeconómico* [Internet]. 2011 [cited 2021 Sep 8];29(42):62-73. Available from: <https://biblat.unam.mx/hevila/Panoramasocioeconomico/2011/no42/4.pdf>
- 9.** Álvarez AM. Retos de América Latina: Agenda para el Desarrollo Sostenible y Negociaciones del siglo XXI. *Probl Desarro* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Sep 25];47(186):9-30. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703616300219>
- 10.** Urriola NN, Aquino CA, Pradeep B. Impact of agricultural exports on economic growth of Peru: the case of avocado and grapes. *Russ J Agric Socio-Economic Sci* [Internet]. 2018 Mar 30 [cited 2021 Sep 8];75(3):3-11. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183138209>
- 11.** Rosa AO La, Zanelly GAL. Compuestos nutricionales y bioactivos de tres frutas provenientes de la sierra y la selva de Perú como fuente potencial de nutrientes para la alimentación humana. *Cienc Tecnol Agropecu* [Internet]. 2021 Aug 4 [cited 2021 Sep 25];22(2):1835. Available from: <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1835>
- 12.** Schwarz J, Mathijs E, Maertens M. A dynamic view on agricultural trade patterns and virtual water flows in Peru. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019 Sep 15 [cited 2021 Sep 25];683:719-28. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719321424>
- 13.** Añazco RFE, Vásquez DLP, Illescas MLG. Los superalimentos como tendencia del mercado: Un análisis de las oportunidades para las empresas exportadoras. *INNOVA Res J* [Internet]. 2021 May 10 [cited 2021 Sep 25];6(2):157-79. Available from: <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/1627/1872>
- 14.** Arias F, Montoya C, Velásquez O. Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Rev Virtual Univ Católica del Norte* [Internet]. 2018 Nov [cited 2021 Sep 25];(55):22-35. Available from: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/994>
- 15.** Hernández M, Rodríguez F. Capital social y desarrollo: origen, definiciones y dimensiones de análisis. 2014;
- 16.** Ministerio de Agricultura y Riego M. Análisis de Mercado Palta 2015-2019 [Internet]. Ministerio de Agricultura y Riego. 2019. Available from: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471795/Análisis de Mercado - Palta 2015 - 2019.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471795/Análisis_de_Mercado_-_Palta_2015_-_2019.pdf)
- 17.** Phaleng LT. Determinants of South Africa's fruit export performance to West Africa: A panel regression analysis. 2020 [cited 2021 Sep 20]; Available from: <https://repository.nwu.ac.za/handle/10394/35587>

- 18.** Amare M, Mariara J, Oostendorp R, Pradhan M. The impact of smallholder farmers' participation in avocado export markets on the labor market, farm yields, sales prices, and incomes in Kenya. Land use policy [Internet]. 2019;88(August):104168. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104168>
- 19.** Ghafoor A, Mustafa K, Zafar I, Mushtaq K. Determinants of mango export from Pakistan. J Agric Res [Internet]. 2010 [cited 2021 Sep 20];(1):48. Available from: https://apply.jar.punjab.gov.pk/upload/1374660655_81_34__1_05Paper-No.13.pdf
- 20.** Seminario EMP, Bazan RQ, Ormeno MYR, Begazo AY. Planeamiento Estratégico de la Palta en el Perú [Internet]. 2017 [cited 2021 Sep 20]. Available from: <https://www.proquest.com/openview/3cf7ed494da1683fac33f71e5b2c1105/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- 21.** Mosqueira MRC. Exportaciones de palta Hass y desarrollo del agro no tradicional, Región La Libertad (2010 - 2016). Neumann Bus Rev [Internet]. 2019 Jun 30 [cited 2021 Sep 20];5(1):62–77. Available from: https://journals.epneumann.edu.pe/index.php/NBR/article/view/150/html_12
- 22.** Seminario JF, Seminario A, Domínguez A, Escalante B. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. Sci Agropecu [Internet]. 2017 Oct 2 [cited 2021 Sep 10];8(3):181–91. Available from: <https://n9.cl/a8ux4e>
- 23.** Hernández, Fernández, Baptista. Metodología de la investigación [Internet]. McGraw Hill, editor. Mexico D.F; 2014. Available from: <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/166/1/1646.pdf>
- 24.** Armas Humareda ME, Yoshitomi Espejo DX. Factores determinantes en la evolución de la exportación de palta Hass con partida arancelaria 0804400000 a países bajos en el marco del TLC Perú–UE durante los años 2012-2019 [Internet]. 2021. Available from: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653440>
- 25.** Aldave C. Factores críticos de éxito que impulsaron el incremento de las exportaciones peruanas de palta Hass a EEUU durante los años 2011- 2016 [Internet]. 2017. 75 p. Available from: <http://hdl.handle.net/10757/623137>
- 26.** Jauregui J, Ramírez D. Factores que influyen en las exportaciones de palta hass de las empresas de la región La Libertad - Perú: características de la empresa, nivel de producción, estándares y certificaciones de calidad en el periodo 2014-2018 [Internet]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). 2021. Available from: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655597>
- 27.** Solano Martínez D. Análisis de los factores que determinan la exportación del aguacate mexicano a los Estados Unidos de América [Internet]. 2018. Available from: <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/handle/20.500.12098/669>



Diseño de huevos enriquecidos con astaxantina y hierro para reducir anemia infantil en la región Ica

Design of eggs enriched with astaxanthin and iron to reduce childhood anemia in the Ica region

ARTÍCULO ORIGINAL

Desenho de ovos enriquecidos com astaxantina e ferro para reduzir a anemia infantil na região de Ica



Elías Salvador Tasayco
elias.salvador@unica.edu.pe

Sandra Jackeline Bonifacio Huallanca
20171497@unica.edu.pe

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.189>

Artículo recibido el 14 de agosto 2022 / Arbitrado el 23 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

La anemia y desnutrición infantil son problemas de salud pública en la región. La región de Ica es la principal productora de huevos del país. Modular la dieta para diseñar un huevo fortificado con Hierro y astaxantina podría ser una estrategia que contribuya a combatir este problema de salud pública. En este sentido se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar una dieta suplementada con Fe orgánico y astaxantina y su efecto sobre la composición de Fe del huevo, respuesta productiva y calidad de huevo. Se utilizaron 140 gallinas de la línea DEKALB White de 50 semanas de edad, que fueron distribuidas bajo un Diseño de bloques completo al Azar. Se establecieron cuatro tratamientos: dieta testigo (T-1), dieta con astaxantina (T-2), dieta con Fe orgánico (T-3) y dieta con astaxantina + Fe orgánico (T-4). Se evaluó la respuesta productiva, contenido de Fe en el huevo y calidad de huevo. Para los análisis estadísticos se usó el procedimiento GLM de SAS v 9.4. El consumo de alimento fue significativamente ($P < 0.05$) más alto para la dieta testigo comparado a los otros tres tratamientos. El color de yema fue significativamente ($P < 0.05$) más alto en las dietas con astaxantina. El índice de yema fue más alto con la dieta con astaxantina + Fe orgánico. Las otras características productivas y calidad de huevo no fueron afectadas ($P > 0.05$). Se concluye que la suplementación de astaxantina y Fe orgánico mejoran el índice de yema y color de yema de huevo de gallinas de postura

Palabras clave: Ponedoras astaxantina; Hierro dieta huevo anemia desnutrición infantil

ABSTRACT

Anemia and child malnutrition are public health problems in the region. The Ica region is the main egg producer in the country. Modulating the diet to design an egg fortified with iron and astaxanthin could be a strategy that contributes to combat this public health problem. The objective of the present study was to evaluate a diet supplemented with organic Fe and astaxanthin and its effect on egg Fe composition, productive response and egg quality. A total of 140 hens of the DEKALB White line of 50 weeks of age were used, which were distributed under a Randomized Complete Block Design. Four treatments were established: control diet (T-1), diet with astaxanthin (T-2), diet with organic Fe (T-3) and diet with astaxanthin + organic Fe (T-4). The productive response, egg Fe content and egg quality were evaluated. The GLM procedure of SAS v 9.4 was used for statistical analysis. Feed intake was significantly ($P < 0.05$) higher for the control diet compared to the other three treatments. Yolk color was significantly ($P < 0.05$) higher for the diets with astaxanthin. The yolk index was higher for the astaxanthin + organic Fe diet. The other productive characteristics and egg quality were not affected ($P > 0.05$). It is concluded that astaxanthin and organic Fe supplementation improve yolk index and yolk color of laying hen eggs.

Key words: Layer hens astaxanthin; Iron in egg diet anemia infant malnutrition

RESUMO

A anemia infantil e a desnutrição são problemas de saúde pública na região. A região de Ica é o principal produtor de ovos do país. Modular a dieta para projetar um ovo fortificado com ferro e astaxantina poderia ser uma estratégia para ajudar a combater este problema de saúde pública. O objetivo do presente estudo foi avaliar uma dieta suplementada com Fe orgânico e astaxantina e seu efeito na composição do Fe do ovo, na resposta produtiva e na qualidade do ovo. Um total de 140 galinhas da linha branca DEKALB de 50 semanas de idade foram utilizadas, que foram distribuídas sob um projeto de bloco completo aleatorizado. Foram estabelecidos quatro tratamentos: dieta de controle (T-1), dieta com astaxantina (T-2), dieta com Fe orgânico (T-3) e dieta com astaxantina + Fe orgânico (T-4). A resposta produtiva, o conteúdo de Fe de ovo e a qualidade do ovo foram avaliados. O procedimento GLM do SAS v 9.4 foi utilizado para análises estatísticas. A ingestão de ração foi significativamente ($P < 0,05$) maior para a dieta de controle em comparação com os outros três tratamentos. A cor da gema era significativamente ($P < 0,05$) mais alta para as dietas com astaxantina. O índice de gema era maior para a dieta de astaxantina + Fe orgânico. As outras características de produção e a qualidade dos ovos não foram afetadas ($P > 0,05$). Conclui-se que a astaxantina e a suplementação de Fe orgânica melhoram o índice de gema e a cor da gema das galinhas poedeiras.

Palavras-chave: galinhas poedeiras astaxantina; anemia dos ovos da dieta do ferro desnutrição infantil

INTRODUCCIÓN

La industria avícola de la región de Ica es la principal productora de huevos de Perú. Esta actividad no solo tiene un impacto económico beneficioso ya que genera fuentes de trabajo a la población, sino que principalmente juega un rol importante en la producción de la proteína más económica al alcance de la población, es decir contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Sin embargo, en nuestra región de Ica, tenemos problemas de anemia y desnutrición crónica en nuestros infantes y niños, mala alimentación en nuestra población joven y adulta. Urge promocionar una cultura alimentaria en beneficio de la salud. Para ello, la academia, los productores avícolas, las instituciones, entre otros, deben jugar un rol efectivo en promocionar el consumo de proteína animal como es el huevo.

Según datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) del 2018 (1) más de 700 mil niños menores de tres años tienen anemia (4 de 10 niños entre 6 y 35 meses de edad). La prevalencia de anemia para niños entre 6 y 35 meses de edad fue de 43.1% en la región de Ica. Si bien para el año 2019 se reporta una disminución de la prevalencia de anemia de niños entre 6 y 35 meses de edad, que bajó a 37.5%, siendo aun una cifra muy alta que se debe reducir. La desnutrición infantil también es un problema que afecta a nuestros niños, siendo los 2 principales problemas de los niños de nuestra región que se debe combatir. La anemia y desnutrición

afectan el desarrollo cognitivo, bienestar, crecimiento y desempeño de nuestros niños. Conociendo que las reservas de hierro en los lactantes amamantados se agotan a los 6 meses, debido a que la leche materna no es una buena fuente de hierro, los alimentos de destete ricos en hierro se consideran importantes para evitar la deficiencia de hierro (2). Es en este periodo que se debe promocionar el consumo de huevos a partir de los 6 meses de edad.

La industria avícola de la región de Ica generalmente está limitada a producir huevos convencionales. Sin embargo, por parte del público consumidor hay un gran interés por productos novedosos innovadores como es un huevo fortificado con Hierro y astaxantina. En esta línea se crea la necesidad de evaluar estrategias para contribuir con tecnología a la industria avícola y puedan diversificar su producción para atender a las demandas del público consumidor.

Existen algunos estudios sobre la fortificación del huevo con Hierro. Xie et al. (3) evaluaron los efectos del quelato de hierro-glicina (Fe-Gly) sobre la calidad del huevo de gallinas ponedoras y encontraron que el Fe-Gly (60 mg Fe / kg) mejoró la calidad del huevo y el enriquecimiento de hierro del huevo. En general, no hubo diferencias significativas entre Fe-Gly (40) y el grupo control en la altura de la albúmina, la unidad Haugh, la concentración de Fe en la cáscara y la yema de huevo. Este estudio además reveló que el FeSO₄ podría ser sustituido por una menor concentración

de Fe-Gly y Fe-Gly y puede ser superior a FeSO₄ para la calidad del huevo en gallinas ponedoras. Bess et al. (4) encontraron que el suministro de una concentración adecuada de Fe podría mejorar la concentración de hierro del huevo.

Por otro lado, la astaxantina es un carotenoide xantófilo que se encuentra naturalmente en levaduras, en la microalga *Haematococcus pluvialis* y algunas especies silvestres de peces, crustáceos y aves (5,6). En el huevo común proveniente de gallinas que no han consumido dietas con estas fuentes no se encuentra la astaxantina. Los avances en la investigación nutricional que últimamente conducen al enfoque de "huevos de diseño" permiten un mayor enriquecimiento del huevo con los nutrientes deseados, incluidos los carotenoides, al actuar sobre la formulación de la dieta de una ponedora (7), esta estrategia permitirá obtener huevos fortificados con el carotenoide astaxantina para disponibilidad de los consumidores y aumenten su consumo de carotenoides.

Parte de nuestra responsabilidad académica es generar información y tecnología para contribuir a la salud pública de nuestra región, en este sentido se realizó el siguiente estudio sobre el diseño de huevos enriquecidos con astaxantina y hierro orgánico para consumo de infantes como estrategia para reducir la anemia y desnutrición infantil en la región de Ica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad experimental de nutrición en gallinas de postura del Laboratorio de Investigación en Nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". El estudio se desarrolló durante los meses de agosto del 2021 a marzo del 2022. La temperatura promedio del galpón fue de 19°C. Se calculó el tamaño de muestra que fue de 140 gallinas de postura de la línea genética DEKALB White, de 50 semanas de edad, criadas en el sistema de jaulas convencionales. Se evaluaron cuatro dietas: dieta testigo convencional, dieta con astaxantina (7.5 ppm), dieta con suplemento de Fe orgánico (100 ppm) y una dieta con astaxantina + Fe orgánico. Se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar con 4 tratamientos y 7 repeticiones. Se evaluaron las características productivas de producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de huevo, masa de huevo y peso vivo final de las gallinas. Las características de calidad de huevo evaluados fueron: unidad Haugh, color de yema, índice de yema, cascara de huevo (%) y contenido de Fe en el huevo. Se realizaron análisis estadístico de varianza, Kruskal-Wallis y Tukey, con el procedimiento GLM de SAS v 9.4 (8). Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se observa que la producción de huevo e índice de conversión alimenticia no fueron afectados significativamente ($P > 0.05$), mientras que se encontró diferencias

estadísticas ($P < 0.05$) en el consumo de alimento. El consumo de alimento fue más alto para el grupo testigo comparado a los otros tres tratamientos con menor consumo.

Tabla 1. Efecto de la suplementación de astaxantina y Fe orgánico en la dieta sobre la producción de huevos (PRH), consumo de alimento (CA) e índice de conversión alimenticia (ICA) de gallinas de postura.

Tratamientos	PRH (%)	CA (g/día)	ICA (Kg/Kg)
T-1: testigo	95.17 ±1.67	119.54a ±0.29	1.896 ±0.082
T-2: astaxantina	95.22 ±1.50	118.79b ±0.38	1.869 ±0.039
T-3: Fe orgánico	95.17 ±2.36	118.91b ±0.23	1.871 ±0.054
T-4: Fe orgánico +astaxantina	96.09 ±1.33	118.57b ±0.72	1.844 ±0.047
Probabilidad			
P-value	0.7366NS	0.0006*	0.4854NS

$P < 0.05$ = diferencia significativa (*)

(a,b) = Letras como superíndices diferentes entre promedios para cada variable indica diferencia significativa

En la Tabla 2, se observa que el peso de huevo, masa de huevo y contenido de Fe en el huevo no fueron afectados significativamente ($P > 0.05$).

Tabla 2. Efecto de la suplementación de astaxantina y Fe orgánico en la dieta sobre el peso de huevo (PH), masa de huevo (MH) y contenido de Fe en el huevo (FeH) de gallinas de postura.

Tratamientos	PH (g/huevo)	MH (g/día)	FeH (mg/Kg)
T-1: testigo	66.31 ±2.32	63.12 ±2.63	8.99 ±2.18
T-2: astaxantina	66.75 ±1.19	63.56 ±1.27	8.02 ±0.54
T-3: Fe orgánico	66.80 ±1.25	63.58 ±1.82	12.35 ±4.07
T-4: Fe orgánico +astaxantina	66.96 ±2.22	64.33 ±1.78	10.36 ±2.06
Probabilidad			
P-value	0.9291NS	0.7501NS	0.1258NS

$P > 0.05$ = diferencia no significativa (NS).

En la Tabla 3 se observa que la suplementación con astaxantina y Fe orgánico afectó significativamente ($P < 0.05$) el color de yema e índice de yema de huevo. La dieta con astaxantina tanto solo o con Fe orgánico logró la más alta pigmentación de yema. La suplementación de Fe orgánico

redujo el color de yema. El índice de yema fue más alto con la suplementación de astaxantina + Fe orgánico que el tratamiento testigo de más bajo índice de yema. La unidad Haugh no fue afectado por la suplementación con astaxantina y Fe orgánico.

Tabla 3. Efecto de la suplementación con astaxantina y Fe orgánico en la dieta sobre el color de yema (CY), índice de yema (IY) y unidad Haugh (UH) de huevo de gallinas de postura.

Tratamientos	CY (score)	IY (relación)	UH (relación)
T-1: testigo	7.25c \pm 0.38	0.391b \pm 0.008	94.27 \pm 2.35
T-2: astaxantina	13.96a \pm 0.30	0.394ab \pm 0.012	92.91 \pm 1.23
T-3: Fe orgánico	6.39d \pm 0.34	0.401ab \pm 0.007	93.47 \pm 1.27
T-4: Fe orgánico +astaxantina	12.85b \pm 0.30	0.405a \pm 0.007	92.77 \pm 2.43
Probabilidad			
P-value	<.0001*	0.0376*	0.5111NS

$P < 0.05$ = diferencia significativa (*).

DISCUSIÓN

Las cuatro formulas alimenticias utilizadas fueron diseñadas de acuerdo con las recomendaciones nutricionales de la línea genética que consideran una suplementación de microminerales a través de una premezcla comercial con un aporte de 25 mg/Kg de Hierro inorgánico. Sobre esta base, las dietas 3 y 4 recibieron un suplemento adicional de 100 ppm de Hierro en forma orgánica.

En las características de respuestas productivas las dietas con astaxantina y Fe orgánico suplementadas independiente o juntas lograron un menor consumo de alimento y manteniendo las otras

características productivas. Este hallazgo es de interés ya que permite un ahorro económico en los costos de alimentación y mejorando la rentabilidad a favor de estas dietas suplementadas con Fe orgánico y astaxantina.

Respecto al contenido de Fe en el huevo, según los resultados del presente estudio si bien se encontró una diferencia numérica entre 1.37 a 3.36 mg en las dietas con Fe orgánico en comparación con la dieta testigo, sin embargo, estas diferencias numéricas fueron estadísticamente no significativa ($P > 0.05$). Estos resultados concuerdan con el estudio de Buckiuniene et al. (9) quienes encontraron que la

suplementación de diferentes cantidades de hierro orgánico e inorgánico al alimento de gallinas ponedoras no afectó la productividad y no aumentó la cantidad de Fe en la yema de huevo.

Sin embargo, estudios como el de Ramadán et al. (10), encontraron que, al utilizar dosis creciente de 0, 100 y 200 mg de Fe/Kg de alimento, lograron un aumento creciente del contenido de Fe en el huevo, resultado que no concuerda con nuestro estudio, probablemente debido a que la transferencia y deposición de Fe en el huevo, depende de diversos factores como la fuente de Fe, dosis, tipo de dieta, línea genética y edad de la gallina, tiempo de alimentación, estado sanitario de la gallina, salud intestinal, entre otros que podrían explicar en cierta medida las causas que el contenido de Fe en el huevo no fue incrementado significativamente.

Según reportes de Stadelman y Pratt (11) la deposición de minerales traza en los huevos depende de sus formas químicas y la dosis a utilizar. Sarlak et al. (12) evaluaron los efectos del hierro orgánico (glicina ferrosa [FG]) versus inorgánico (sulfato ferroso [FS]) en gallinas ponedoras Shaver White. Una dieta basal (19 mg de hierro/kg) sirvió como control, mientras que las otras seis dietas se complementaron con FS o FG para proporcionar 30, 60 y 120 mg/kg de hierro añadido. Los tratamientos dietéticos FG y FS mejoraron ($P < 0,05$) la tasa de postura, el peso del huevo y la calidad del huevo de las ponedoras, en relación con el

control, aunque la resistencia y el calcio de la cáscara también se deterioraron con el nivel más alto de FS ($P < 0,05$). Las fracciones de suero y huevo (yema, albúmina y cáscara) mostraron aumentos graduales en el contenido de hierro a medida que aumentaba el nivel de hierro en la dieta ($P < 0,05$), mientras que FG fue superior a FS en todos los niveles evaluados ($P < 0,05$).

Con respecto al color de yema que se considera una característica de mucho valor en la calidad y preferencia del consumidor, la suplementación con astaxantina mejoró grandemente el color de yema, esto se explicaría a razón que la astaxantina es un carotenoide con potencial pigmentación. De acuerdo con Lim et al. (13), la astaxantina se puede almacenar directamente en los tejidos sin modificación o transformación bioquímica después de ser absorbida por los animales, lo que torna de un color más intenso la yema de huevo como en el presente estudio. El estudio de Dansou et al. (7) sobre los huevos fortificados con astaxantina, encontraron que una suplementación a largo plazo de astaxantina en la dieta hasta 42,6 mg/kg no tiene consecuencias adversas sobre el rendimiento de las gallinas ponedoras ni sobre la calidad física del huevo. Según estos autores la astaxantina se deposita bien en la yema de huevo de gallina ponedora con una ligera disminución del contenido en el huevo después de la suplementación a largo plazo y se percibe una mejor acumulación de astaxantina

total e isómeros cis a medida que aumenta la dosis de suplementación.

Por otro lado, la suplementación con Fe orgánico y astaxantina mejoró significativamente el índice de yema. Este hallazgo se puede explicar parcialmente por las propiedades antioxidantes de la astaxantina. Según Nabi et al. (14) la inclusión de carotenoides en las dietas puede aumentar la estabilidad oxidativa de los productos avícolas. Nishida et al. (15) reporta que la actividad antioxidante de la astaxantina es mucho mejor que la de otros carotenoides, y su capacidad para eliminar el oxígeno singlete es alrededor de 6000 veces mayor que la de la vitamina C. Nuestro resultado concuerda con el estudio de Heng et al. (16) quienes encontraron que la suplementación con astaxantina retrasó la disminución del índice de yema, lo que puede prolongar el tiempo de almacenamiento de los huevos.

Del mismo modo, resultados de estudios indican que la utilización de Fe orgánico como la glicina ferrosa en comparación con fuente inorgánica como sulfato ferroso pueden mejorar la capacidad antioxidante (17). Saleh et al. (18), encontraron que la suplementación con hierro mejoró la defensa antioxidante enzimática en el suero de gallinas ponedoras.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del estudio se concluye que la suplementación con

astaxantina y Fe orgánico en la dieta reduce el consumo de alimento, manteniendo las otras características productivas. Respecto a la calidad de huevo, la suplementación con astaxantina mejora el color de yema e índice de yema. Si bien el contenido de Fe en el huevo no fue afectado significativamente, con el suplemento de Fe orgánico se logró un mayor contenido numéricamente, sin embargo, se recomienda estudios adicionales con mayor dosis y un mayor número de repeticiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. - Bases de datos e informes Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES), 2018. <http://inei.inei.gov.pe/microdatos/>
2. Michaelsen KF, Weaver L, Branca F, Robertson A. Feeding and nutrition of infants and young children. Guidelines for the WHO European Region, with emphasis on the former Soviet countries. Copenhagen, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen, 2000.
3. Xie C, Elwan HAM, Elnesr SS, Dong XY, Zou T. Effect of iron glycine chelate supplementation on egg quality and egg iron enrichment in laying hens. *Poultry Science*. 2019; 98:7101–7109. <https://doi.org/10.3382/ps/pez421>
4. Bess F, Vieira SL, Favero A, Cruz, RA, Nascimento PC. Dietary iron effects on broiler breeder performance and egg iron contents. *Anim. Feed Sci. Technol*. 2012; 178:67–73. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.10.002>
5. Ambati RR, Phang S-M, Ravi S, Aswathanarayana RG. Astaxanthin: Sources,

Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications—A Review. *Marine Drugs*. 2014; 12(1):128-152. <https://doi.org/10.3390/md12010128>

6. Visioli F, and Artaria C. Astaxanthin in cardiovascular health and disease: Mechanisms of action, therapeutic merits, and knowledge gaps. *Food Funct*. 2017; 8: 39-63. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101304>

7. Dansou DM, Wang H, Nugroho RD, He W, Zhao Q, Tang C, Zhang H, Zhang J. Effects of duration and supplementation dose with astaxanthin on egg fortification. *Poultry Science*, 2021; 100:9, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101304>

8. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. 2021. User's Guide: Statistics. Version 9.4. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

9. Buckiuniene V, Grashorn MA, Gruzauskas R, Kliseviciute V, Raceviciute-Stupeliene A, Svirnickas G, Bliznikas S, Miezeliene A, Alencikiene G. Effect of organic and inorganic iron in the diet on yolk iron content, fatty acids profile, malondialdehyde concentration, and sensory quality of chicken eggs. *Europ. Poult. Sci*. 2016; 80. ISSN 1612-9199, DOI: 10.1399/eps.2016.139

10. Ramadan NA, Omar AS, Bahakaim ASA, Osman SM. Effect of using different levels of iron with zinc and copper in layer's diet on egg iron enrichment. *Int J Poult Sci*. 2010; 9:842-850. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2010.842.850>

11. Stadelman WJ, and Pratt DE. Factors influencing composition of the hen's egg. *Worlds Poult. Sci. J*. 1989; 45:247-266.

12. Sarlak S, Tabeidian SA, Toghyani M, Shahraki ADF, Goli M, Habibian M. Effects of Replacing Inorganic with Organic Iron on Performance, Egg Quality, Serum and Egg Yolk Lipids, Antioxidant Status, and Iron Accumulation in Eggs of Laying Hens.

Biological Trace Element Research. July 2020. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02284-8>

13. Lim KC, Yusoff FM, Shariff M, Kamarudin MS. Astaxanthin as feed supplement in aquatic animals. *Rev Aquac*. 2018; 10:738-73. doi: 10.1111/raq.12200

14. Nabi F, Arain MA, Rajput N, et al. Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: a review. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2020; 104:1809-18. doi: 10.1111/jpn.13375

15. Nishida Y, Yamashita E, Miki W. Quenching activities of common hydrophilic and lipophilic antioxidants against singlet oxygen using chemiluminescence detection system. *Carotenoid Sci*. 2007; 11:16-20

16. Heng N, Gao S, Guo Y, et al. Effects of supplementing natural astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* to laying hens on egg quality during storage at 4°C and 25°C. *Poult Sci*. 2020; 99:6877- 83. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.010

17. Sun J, Liu D, Shi R. Supplemental dietary iron glycine modifies growth, immune function, and antioxidant enzyme activities in broiler chickens. *Livest Sci*. 2015; 176:129-134. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.004>

18. Saleh AA, Eltantawy MS, Gawish EM, Younis HH, Amber KA, Abd EL-Moneim EAE, Ebeid TA. Impact of dietary organic mineral supplementation on reproductive performance, egg quality characteristics, lipid oxidation, ovarian follicular development, and immune response in laying hens under high ambient temperature. *Biol Trace Elem Res*. 2020; 195:506-514. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01861-w>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.



Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente

Antioxidant activity of the functional drink from the stem extract of *Oxalis tuberosa* Mol. and heat-treated *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer juice

ARTÍCULO ORIGINAL

Atividade antioxidante da bebida funcional do extrato do caule de *Oxalis tuberosa* Mol. e suco de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado termicamente



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190>

Franklin Ore Areche
franklin.ore@unh.edu.pe

Rosmery Verónica Muñoz Ccencho
2018122017@unh.edu.pe

Alfonso Ruiz Rodríguez
alfonso.ruiz@unh.edu.pe

Denis Dante Corilla Flores
corillafdd@gmail.com

Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú

Artículo recibido el 14 de agosto 2022 / Arbitrado el 23 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

Los alimentos funcionales se encuentran en diferentes consistencias o formulaciones, básicamente se pueden encontrar líquida y polvo. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" y el jugo del fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa" en la capacidad antioxidante de la bebida funcional. Los tallos de "oca" y el fruto de "laqa-laqa" se recolectaron para obtener el jugo. Se formularon tres tratamientos (B1, B2 y B3) con dos repeticiones cada uno, con diferentes concentraciones de jugo de "oca" y "laqa-laqa", a los cuales se realizó una evaluación sensorial con 30 panelistas semi entrenados, en la evaluación se determinó que el tratamiento B2 (300 ml de jugo de tallo de "oca", 800 ml de jugo de "laqa-laqa", 1000 ml de agua tratada y 220 g de azúcar refinada) obtuvo mayor puntuación para todos sus atributos (color, olor, sabor y apariencia general), el cual fue sometido a una evaluación fisicoquímica. Los resultados obtenidos fueron 89,50 de humedad, 1,38 de proteína, 1,08 de grasa, 1,82 de ceniza y 6,22 de carbohidratos, mientras que Energía total: 40,13 kcal/100 g, Polifenoles totales: 1825,13 mg de ácido gálico/100 g y Actividad Antioxidante: 89,56% μmol de trolox/100 g. Estos resultados demuestran que es una bebida alta en energía con buena actividad antioxidante, lo cual es recomendable su consumo por las personas que se encuentran en constante actividad física.

Palabras clave: Oca; Laqa-laqa; Antioxidantes; Energía; Polifenoles

ABSTRACT

Functional foods are found in different consistencies or formulations, basically they can be found in liquid and powder form. The objective of the research was to evaluate the effect of the stem juice of *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" and the juice of the fruit of *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa" in the antioxidant capacity of the functional drink. The stems of "oca" and the fruit of "laqa-laqa" were collected to obtain the juice. Three treatments (B1, B2 and B3) were formulated with two repetitions each, with different concentrations of "oca" and "laqa-laqa" juice, to which a sensory evaluation was carried out with 30 semi-trained panelists, in the evaluation It was determined that treatment B2 (300 ml of "oca" stem juice, 800 ml of "laqa-laqa" juice, 1000 ml of treated water and 220 g of refined sugar) obtained a higher score for all its attributes (color, smell, taste and general appearance), which was subjected to a physicochemical evaluation. The results obtained were 89.50 for moisture, 1.38 for protein, 1.08 for fat, 1.82 for ash and 6.22 for carbohydrates, while Total Energy: 40.13 kcal/100 g, Total Polyphenols: 1825.13 mg of gallic acid/100 g and Antioxidant Activity: 89.56% μmol of trolox/100 g. These results show that it is a high-energy drink with good antioxidant activity, which is recommended for consumption by people who are in constant physical activity.

Key words: Oca; laqa-laqa; Antioxidants; Energy; Polyphenols

RESUMO

Os alimentos funcionais são encontrados em diferentes consistências ou formulações, basicamente líquidos e em pó. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do suco de caule *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" e *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa" sobre a capacidade antioxidante da bebida funcional. Os caules de "oca" e os frutos de "laqa-laqa" foram colhidos para obter o suco. Três tratamentos (B1, B2 e B3) foram formulados com duas réplicas cada um, com diferentes concentrações de suco "oca" e "laqa-laqa", aos quais foi feita uma avaliação sensorial com 30 panelistas semi-treinados, na avaliação foi determinado que o tratamento B2 (300 ml de suco de caule "oca", 800 ml de suco de "laqa-laqa", 1000 ml de água tratada e 220 g de açúcar refinado) obtiveram pontuações mais altas para todos os atributos (cor, cheiro, sabor e aparência geral), o que foi submetido a uma avaliação físico-química. Os resultados obtidos foram 89,50 umidades, 1,38 proteína, 1,08 gordura, 1,82 cinzas e 6,22 carboidratos, enquanto a energia total: 40,13 kcal/100 g, polifenóis totais: 1825,13 mg de ácido gálico/100 g e atividade antioxidante: 89,56% μmol de trolox/100 g. Estes resultados mostram que se trata de uma bebida de alta energia com boa atividade antioxidante, que é recomendada para o consumo por pessoas que estão em atividade física constante.

Palavras-chave: Oca; Laqa-laqa; Antioxidantes; Energia; Polifenóis

INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales se están utilizando en todo el mundo como agentes dirigidos a prevenir enfermedades (1). Hoy en día la demanda hacia a las bebidas más saludables ha aumentado principalmente debido a la presencia de antioxidantes, vitaminas y minerales. Su aumento en la popularidad se puede atribuir la creencia de que son una forma rápida de consumir una porción dietética de fruta (2). Un alimento funcional es elaborado para cumplir una función específica como puede ser mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades (3), de la misma manera los jugos de frutas se han vuelto muy populares debido a que los consumidores los asocian con productos saludables, lo que ha llevado a un aumento en su consumo durante los últimos años (4). En general, los alimentos funcionales ejercen efectos beneficiosos para la salud e incluyen alimentos que contienen compuestos bioactivos y probióticos (1). Desde el punto de vista práctico, pueden ser naturales, o de origen sintético (5). Las bebidas funcionales en la industria de alimentos son aquellas que ofrecen beneficios para la salud al prevenir enfermedades a los consumidores. Distintas especies vegetales son propicias para su empleo en la preparación de bebidas (6), dentro de ellas el tallo de la *Oxalis tuberosa* Mol. que presenta un amplio

espectro de ingredientes fitoquímicos y que muestran actividad antioxidante. Por lo tanto, la formulación de bebidas funcionales basadas en los jugos de frutos silvestres podría ser una solución de compromiso, ya que aportan varios compuestos bioactivos, como vitaminas, antioxidantes, aminoácidos y péptidos, y cuando se consumen pueden ofrecer una sinergia de beneficios para la salud. Tales productos pueden considerarse como un nuevo tipo de alimento funcional (7).

La *Oxalis tuberosa* Mol., también conocido como papa, oca o ibia, es un cultivo muy antiguo; es un tubérculo andino originario del sur del Perú y se cultiva desde los 3200 hasta los 3900 msnm. es una planta de rápido desarrollo (8), es un tubérculo andino de cultivo anual, el cual puede llegar a crecer entre 0,20 y 0,40 m de altura (9) y se puede aprovechar en su totalidad, contiene proteínas, carbohidratos y principalmente la vitamina C (8), y una gran variedad de nutrientes, así como azúcares reductores (10), se consume mayormente sancochada, es muy dulce y agradable sobre todo si se deja solear (11). La *Oxalis tuberosa* Mol. se considera como una fuente de antioxidantes, por lo que puede considerarse como una excelente opción de materia prima para la elaboración de alimentos con propiedades funcionales (11,12). La oca muestra una alta variación en sus niveles nutritivos; la mayoría incluso

tan buenos o mejores que la papa, de acuerdo al estado en que se encuentren en su almacenamiento o cocción, pues este alimento contiene las propiedades de color, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (13).

Frente a la creciente demanda de alimentos funcionales con alto contenido de compuestos bioactivos, se tiene la alternativa del consumo de frutos nativos con colorantes naturales entre ellas la *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer, conocida comúnmente como “laqa-laqa”. Esta planta pertenece a la familia Ericaceae y al género *Gaultheria*, existe alrededor de 330 especies distribuidas en Asia, América y Australia (14). En el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica en Perú, ubicado a 3400 msnm exactamente en el lugar denominado Torowishqana, está distribuida la *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer más conocido como “laqa-laqa”, es una planta subfrutescente, semipostrada, litofita, alcanza un tamaño de 30 cm el cual da fruto durante los meses de marzo y abril, es de producción anual, su fruto es una baya esférica, el polispermo que varía de 0,5 cm hasta los 1,8 cm de diámetro por 1 cm de altura, distribuido en una inflorescencia en racimo; en estado maduro es de color morado oscuro, contiene las semillas embebidas en el mesocarpio del mismo

color; los pobladores locales consumen el fruto como medicina alternativa, para disminuir el dolor de cabeza, estrés, dolor de estómago, también son consumidos por su agradable aroma y sabor dulce. El fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer contiene 112,88 mg de antocianinas por cada 100 g de fruto, y se consideran como los principales metabolitos que brindan color a las plantas. De la misma forma, posee 344,37 mg de compuestos fenólicos y 13,87 mg de vitamina C (15). Por su contenido de compuestos bioactivos, los frutos de *G. glomerata* (Cav.) Sleumer podrían utilizarse como alimento funcional saludable, siendo el mejor estado de conservación el congelado con referencia a los frutos secos (16). El fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer, debido a su atractiva coloración natural y solubilidad, puede ser considerada una alternativa de fuente de antocianinas en lugar de los colorantes sintéticos utilizados en la actualidad, para el procesamiento de alimentos y bebidas funcionales. En este sentido, es una opción viable, natural y con potencial antioxidante que puede incorporarse gracias a su contenido de antocianinas como colorante en la formulación de bebidas funcionales.

Las antocianinas son una clase de flavonoides extraídos de plantas solubles en agua, muestran actividades antioxidantes, antiinflamatorias y antiapoptóticas (17). Las antocianinas ubicadas en los diferentes

órganos de la planta, son de suma importancia, debido a que cumplen un rol en la adaptación fisiológica, en el proceso de propagación de plantas; atracción de organismos polinizadores y forman parte de los mecanismos de defensa contra elementos de estrés biótico y ambiental (18). Comúnmente se sintetizan a partir de diversas especies siendo causantes de la presencia de colores rojo, azul, naranja y púrpura de gran variedad de flores, frutas y verduras a diferenciales de pH (19).

Los tratamientos térmicos siguen siendo al menos una de las formas de estabilización más aplicadas para la conservación y prolongación de la vida útil de los jugos, debido a su excelente comportamiento frente a los microorganismos. Sin embargo, muchos de los compuestos relacionados con la salud de los jugos pueden verse afectados por la temperatura elevada alcanzada durante el procesamiento. La alta demanda de productos saludables ha obligado a la industria alimentaria a desarrollar nuevas tecnologías que produzcan menos destrucción a la calidad nutricional de los productos alimenticios (20,21).

La oca y la laqa, así como otros productos nativos son ricos en compuestos bioactivos, especialmente en fenoles y antioxidantes, que son sustancias existentes en determinados alimentos que cumplen la función de proteger

frente a los radicales libres causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades, el cuerpo las produce, pero, la acción de estas enzimas barredoras, pueden ser suplementadas por una dieta rica en antioxidantes. A fin de aprovechar y dar un valor agregado y analizar la posibilidad de obtener nuevos productos del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" y del fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa", se ha realizado la formulación de la bebida funcional a partir de la mezcla de ambos productos, con ensayos de laboratorio. En tal sentido en la presente investigación se evaluó el efecto del jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo del fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer en la capacidad antioxidante de la bebida funcional. La investigación realizada contribuye a incrementar la información de la bebida funcional en la obtención de un producto nuevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de materia prima y preparación de jugos

El tallo de oca se recolecto luego de la cosecha de oca, en una cantidad de 10 kg, y por otra parte el fruto de laqa-laqa se recolecto 5 kg en estado maduro, ambas materias primas se recolectaron del lugar denominado de "Torowishqana" del distrito

y provincia de Acobamba en Huancavelica en Perú; los cuales se trasladaron al Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, donde se mantuvieron a 4° C antes de ser procesado. Los tallos y frutos fueron lavados, escurridos y el tallo se troceo. La extracción del jugo del tallo de oca se realizó utilizando una extractora de marca Imaco, obteniéndose

6 litros de jugo y el fruto de laqa-laqa fue licuado en una licuadora de marca Oster, obteniéndose 3 litros de jugo. Luego los jugos obtenidos se centrifugaron a 24,000 × g durante 15 min, y los sobrenadantes se filtraron mediante un tamiz de acero con malla de 2 mm. Los jugos se congelaron a -16 °C y se mantuvieron en la oscuridad antes de los tratamientos.



Figura 1. a) Fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa" en su planta. b) Fruto recolectado de "laqa-laqa".



Figura 2. a) Planta de *Oxalis tuberosa* Mol. b) Tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. luego de la cosecha.

Para la obtención de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer

se realizó tres tratamientos (formulaciones), con 2 repeticiones, como se detallan las cantidades en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulaciones de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa".

Componente	Tratamientos		
	B1	B2	B3
Jugo de tallo de oca	400 ml	300 ml	200 ml
Jugo de laqa-laqa	1000 ml	800 ml	600 ml
Agua	1000 ml	1000 ml	1000 ml
Azúcar	270 g	220 g	198 g

Método

Formulación y homogenización: Se procedió a medir en un vaso de precipitación los jugos del tallo de oca y del fruto de laqa-laqa, el agua y el azúcar (ver Tabla 1) para cada tratamiento respectivamente, los cuales se agregaron a una olla de acero inoxidable en donde se homogenizo.

Tratamiento térmico: La bebida se trató térmicamente a 90 °C durante 1 min en una olla de acero inoxidable.

Filtrado: El filtrado se realizó mediante un tamiz de acero con malla de 1 mm, con la finalidad de obtener una bebida sin partículas.

Envasado: El envasado se realizó en envases de vidrio de capacidad de 250 ml, sellándolos inmediatamente y los cuales se sumergieron a agua fría, el llenado se realizó a 75 °C.

Almacenado: La bebida funcional se almaceno por 14 días en una refrigeradora a 4 °C con la finalidad de conservar y posteriormente se sometió a una evaluación sensorial.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó empleando 30 jueces semi entrenados, se determinó los atributos de color, olor, sabor, apariencia general y textura; para lo cual se empleó una escala de 1 a 5, siendo 1 la menor calificación y 5 la máxima calificación.

Determinación del contenido de polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de Stevia fue determinado usando el método de Folin-Ciocalteu (mezcla de ácido fosfotúngstico

y fosfomolibdico) y reportado como equivalentes de ácido gálico, a través de una curva de calibración (22). Se tomaron 20 µL de muestra diluida con agua destilada, o solución estándar de ácido gálico en el caso de la curva, se agregaron 1580 µL de agua, 100 µL de reactivo Folin-Ciocalteu y 300 µL de solución de carbonato de sodio al 20% (m/v). La mezcla fue agitada e incubada por 60 min en la oscuridad. La absorbancia fue medida a 725 nm usando como blanco agua (G10S UV-Vis). Las soluciones acuosas de ácido gálico (entre 0 y 1000 ppm) fueron usadas para la curva de calibración. Los resultados fueron emocionantes como mg equivalentes de ácido gálico (GAEs) por gramo de muestra seca.

Determinación de la actividad antioxidante

La capacidad antioxidante in vitro se estudió evaluando el efecto secuestrante de radicales libres en los ensayos DPPH, TEAC, FRAP y Folin-Ciocalteu (23-26). La actividad antioxidante final determinada a través de todos los métodos se calculó mediante una ecuación de regresión entre la concentración de Trolox (0–20 µM) y los cambios de absorbancia. Los resultados finales se expresaron en micro moles equivalentes de Trolox por litro de jugo.

Análisis estadístico

Los tratamientos se realizaron por duplicado y se realizaron dos análisis

repetidos para cada muestra para obtener el valor medio. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa MS Excel 2021. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza multifactorial y se empleó una prueba de rango múltiple de Duncan para encontrar diferencias entre las medias. Se consideraron diferencias significativas en el nivel $p < 0,05$.

RESULTADOS

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de la bebida funcional del jugo de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente se realizó con 30 panelistas, los cuales evaluaron los atributos de color, olor, sabor y apariencia general. Como resultado de la evaluación sensorial de la bebida funcional se determinó mediante los promedios obtenidos de la escala de Likert (ver Figura 3), donde se determinó como tratamiento con mayor aceptabilidad al tratamiento B2, el cual se formuló con 300 ml de jugo de tallo de “oca”, 800 ml de jugo de “laqa-laqa”, 1000 ml de agua tratada y 220 g de azúcar refinada. Los promedios obtenidos con el puntaje más alto fueron 4,07 para el color, 4,00 para el olor, 3,87 para el sabor y 3,67 para la apariencia general.

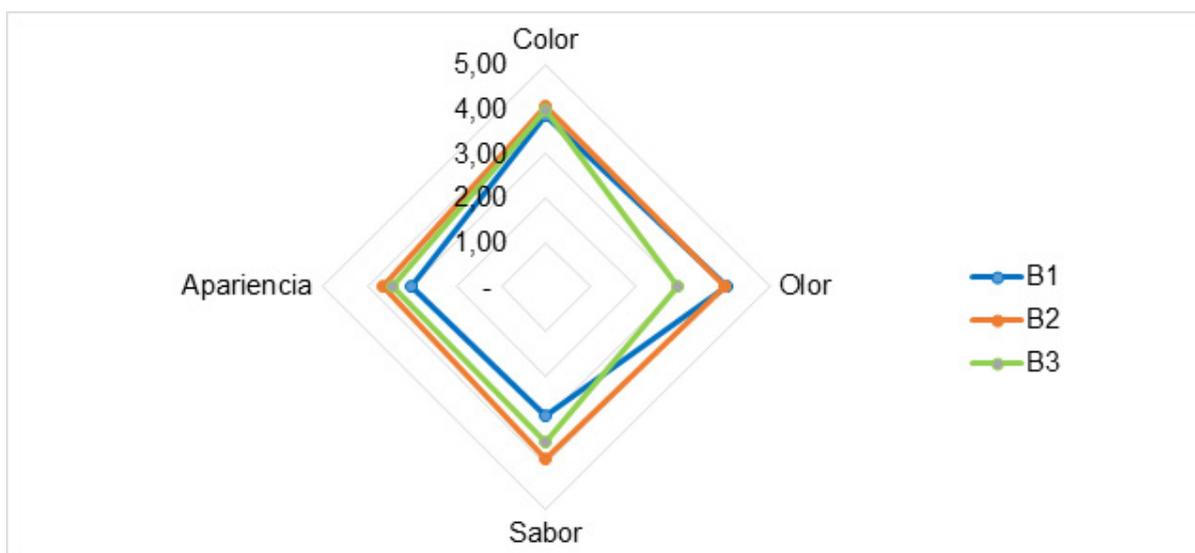


Figura 3. a) Evaluación sensorial de la bebida funcional del jugo de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer “laqa-laqa” tratado térmicamente.

Análisis fisicoquímico

El análisis químico proximal se realizó al tratamiento B2, por haber obtenido la mayor aceptabilidad entre los panelistas; el tratamiento B2 de formulo con 300 ml de jugo de tallo de “oca”, 800 ml de jugo de

“laqa-laqa”, 1000 ml de agua tratada y 220 g de azúcar refinada. Los resultados del análisis químico proximal de la bebida funcional se muestran en la Tabla 2, mientras que en la Tabla 3 se muestra los resultados del análisis fisicoquímico de la bebida funcional.

Tabla 2. Composición químico proximal de la bebida funcional del jugo de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer “laqa-laqa”.

Componente	Cantidad (%)
Humedad	89,50
Proteína	1,38
Grasa	1,08
Ceniza	1,82
Carbohidratos	6,22

Tabla 3. Composición fisicoquímica de la bebida funcional del jugo de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer “laqa-laqa”.

Componente	Cantidad
Energía total	40,13 kcal/100 g
Polifenoles Totales	1825,13 mg de ácido gálico/100 g
Actividad Antioxidante	89,56% μ mol de trolox/100 g

DISCUSIÓN

La composición química proximal de la bebida funcional del jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" (Figura 2a y 2b) y el *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Figura 1a y 1b) contiene 1,38% de proteína, este valor es muy inferior al obtenido por Enriquez y Ore (3) que obtuvieron 8.53%. El perfil nutricional, combinado con una dieta hipocalórica, convierte a la bebida funcional en un elemento sumamente beneficioso para los pacientes con hígado graso no alcohólico que necesitan esta medida Vázquez-Frías, et al (27).

Las diferencias en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la bebida funcional evaluadas demuestran que las propiedades químicas del fruto de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa" afectan en la composición y actividad fisicoquímica de la bebida funcional, M'hiri et al. (28). Las diferencias en el contenido de polifenoles determinados por métodos in vitro y la capacidad antioxidante en comparación con los informes de la literatura pueden deberse a los métodos de extracción y las condiciones climáticas como la temperatura, la precipitación, la humedad y las condiciones ambientales. Suelo, altitud, etc. que modifican la bioactividad de los productos vegetales, Granato et al. (29). Esto propone que los tallos de *Oxalis*

tuberosa Mol. "oca" y el *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer pueden utilizarse como potenciador de la actividad antioxidante en múltiples productos.

CONCLUSIONES

Se ha realizado tres formulaciones de la bebida funcional a partir de la mezcla de jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. "oca" y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer "laqa-laqa", los cuales se sometieron a una evaluación sensorial con 30 panelistas que determinaron al tratamiento B2 como aceptable. En tal sentido al tratamiento B2 se realizó el análisis fisicoquímico, los resultados demuestran que la bebida presenta 40,13 kcal/100 g de energía total, lo cual es fundamental en el consumo de las personas que se encuentran en constante actividad física, mientras que el resultado de los polifenoles totales fue de 1825,13 mg de ácido gálico/100 g, este resultado de polifenoles totales muestra la más alta correlación con la actividad antioxidante para DPPH y FRAP ($r = 0.800$, $r = 0.795$) respectivamente. Los resultados de la actividad antioxidante fueron 89,56% μmol de trolox/100 g, esto demuestra que la actividad antioxidante de la bebida determinada podría atribuirse principalmente a los compuestos fenólicos más que a la concentración de vitamina C.

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Agradecimiento. Los autores agradecen al Programa 0066-2021 y al Vicerrectorado de investigación, al Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01 de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial y a la Universidad Nacional de Huancavelica – Perú, por el apoyo brindado para la culminación de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brown L, Caligiuri PB, Brown D, Pierce GN. Los ensayos clínicos que utilizan alimentos funcionales proporcionan desafíos únicos. *J. Funct. Alimentos* 2018; 45:233–238. <https://doi.org/10.3390/foods8010004>
2. Žuntar I, Petric Z, Bursać Kovačević D, Putnik P. Seguridad de los probióticos: bebidas de frutas funcionales y nutracéuticos. *Alimentos* [Internet]. 2020; 9:947. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/foods9070947>
3. Enriquez I, Ore F. Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*, *Ciencia Latina*, 2021; 5(3):3353-3366. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536
4. Odriozola-Serrano I, Bellí G, Puigpinós J, Herrero E, Martín-Belloso O. Detección de la actividad antioxidante de jugos de frutas tratados térmicamente o no térmicamente mediante ensayos in vitro e in vivo. *Bebidas* [Internet]. 2022; 8:36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/beverages8020036>
5. Heredia M.R. Alimentos Funcionales. Farmacia profesional. Fundación española para la ciencia y tecnología (FECYT). 2016;30: 12-14.
6. Flores-Aguilar E, Flores-Rivera E. Capacidad antioxidante de extractos acuosos de hojas de moringa y diseño de una bebida funcional. *RTQ, Santiago de Cuba*, 2022; 42(2):323-340. <https://n9.cl/wa8ue>
7. Mantzourani I, Kazakos S, Terpou A, Alexopoulos A, Bezirtzoglou E, Bekatorou A, et al. Potencial de la cepa probiótica *Lactobacillus Plantarum* ATCC 14917 para producir jugo de granada fermentado funcional. *Alimentos* [Internet]. 2018;8(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/foods8010004>
8. Oré F, De la Cruz R, Montalvo J, Muñoz K. Evaluación de la aceptabilidad y contenido de alcohol del vino de oca (*Oxalis tuberosa*) de cinco variedades, *Journal of Agro-Industry Sciences*. 2019; 1(2): 39-43. <http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2019.005>
9. Cruz A, Tubay D. Estudio farmacognóstico y fitoquímico preliminar de *Oxalis tuberosa* Molina (Oca). Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, Guayaquil, Ecuador. 2019. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43535>
10. Cáceres M, Valerio M. Secado solar y de bandejas en el contenido de azúcares reductores y de ácido oxálico de *Oxalis tuberosa*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. 2021. <https://n9.cl/fldlx>
11. Ore F, Aguirre L, Ticsihua J. Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*. 2020;4(12):200-210. <https://n9.cl/ytlrf>
12. Güemes-Vera N, Dimas-López D.J, Piloni-Martini J, Soto-Simental S, Bernardino-Nicanor A, González-Cruz L, Quintero-Lir A. Antioxidant Activity of *Oxalis tuberosa* peel extracts. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 2019;5(9):1-3. <https://n9.cl/kiu4nt>
13. Baldeón C. Formulación y evaluación de un alimento deshidratado dulce a partir de la mezcla de harina y residuos sólidos de oca púrpura (*Oxalis tuberosa*). Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú. 2013. <https://n9.cl/aqno5>

- 14.** Middleton DJ. Ecology, Reproductive Biology and Hybridization in *Gaultheria* L. *Edinburgh Journal of Botany*. Prensa de la Universidad de Cambridge; 1991; 48(1):81–9. <https://n9.cl/ujwa8>
- 15.** Zapata L, Heredia A, Quinteros C, Malleret A, Clemente G, Cárcel, J. Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología [Internet]*. 2014;25(49):166-192. Recuperado de: <https://n9.cl/9am4o>
- 16.** Barragan-Condori M, Delgado-Laime M, Carrasco-Saune E, Quispe-Gutierrez U. Antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de frutos secos y congelados de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer. *Inf. tecnol. [online]*. 2021; 32(5) 3-12. Disponible en: <https://n9.cl/uobzn>
- 17.** Zhang J, Wu J, Liu F, Tong L, Chen Z, Chen J, He H, Xu R, Ma Y, Huang C. Neuroprotective effects of anthocyanins and its major component cyanidin-3-O-glucoside (C3G) in the central nervous system: An outlined review. *Eur J Pharmacol*. Artículo. 2019; 858, 172500, <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2019.172500>
- 18.** Menzies IJ, Youard LW, Señor JM, Carpintero KL, Klink JW, Perry NB, Schaefer HM, Gould KS. Leaf Colour Polymorphisms: A Balance Between Plant Defence and Photosynthesis, *Journal of ecology*. 2016; 104:104-113. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12494>
- 19.** Navas MJ, Jiménez-Moreno AM, Bueno JM, Sáez-Plaza P, Asuero AG. Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Part IV: Extraction of Anthocyanins, *Crit Rev Anal Chem*. 2012; 42(4): 313-342 <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.680343>
- 20.** Odriozola-Serrano I, Bellí G, Puigpinós J, Herrero E, Martín-Belloso O. Detección de la actividad antioxidante de jugos de frutas tratados térmicamente o no térmicamente mediante ensayos in vitro e in vivo. *Bebidas* 2022; 8:36. <http://dx.doi.org/10.3390/beverages8020036>
- 21.** Odriozola-Serrano I; Hernández-Jover T, Martín-Belloso O. Estudio comparativo de métodos UV-HPLC y agentes reductores para la determinación de vitamina C en frutos. *Química alimentaria*. 2007; 105:1151–1158. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.037>
- 22.** Lester GE, Lewers KS, Medina MB, Saftner RA. Análisis comparativo de fenoles totales de fresa a través de Fast Blue BBvs. Folin-Ciocalteu: Ensayo de interferencia por ácido ascórbico. *J. Alimentos Compos. Anal.* 2012;27:102–107. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.05.003>
- 23.** Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 1995;28,25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- 24.** Re R, Pellegrin N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decoloration assay. *Free Radic. Biol. Med.* 1999; 26:1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- 25.** Benzie IF, Strain JJ. Ferric reducing antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurements of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.* 1999; 299:15–27. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99005-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99005-5)
- 26.** Singleton VL, Orthofer RM, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299:152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- 27.** Vázquez-Frías R, Icaza-Chávez ME, Ruiz-Castillo MA, Amieva-Balmori M, Argüello-Arévalo GA, Carmona-Sánchez RI, Flores-Bello MV, Hernández-Rosiles V, Hernández-

Vez G, Medina-Vera I, Montijo-Barrios E, Núñez-Barrera I, Pinzón-Navarro BA, Sánchez-Ramírez CA. Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soja. *Revista de Gastroenterología de México*. 2020; 85(4): 461-471. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2020.07.005>

28. M'hiri N, Ioannou I, Mihoubi Boudhrioua N, Ghoul M. Efecto de diferentes condiciones de operación en la extracción de compuestos fenólicos en piel de naranja. *Food and Bioproducts Processing*. 2015; 96:161-170. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.07.010>

29. Granato D, De Magalhães Carrapeiro M, Fogliano V, Van SM. Efectos del origen geográfico, varietal y sistema de cultivo sobre la composición química y propiedades funcionales de los jugos de uva morada: una revisión. *Trends in Food Science & Technology*. 2016; 52:31-48. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.013>



Agua por suero de leche y su influencia en la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*)

Whey water and its influence on weight gain in guinea pigs (*Cavia porcellus*)

Água por leiteiro e sua influência no ganho de peso em cobaias (*Cavia porcellus*)

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.191>

Felipe Escobar Ramírez¹
felipe.escobar@unsch.edu.pe

Rene Antonio Hinojosa Benavides²
rhinojosa@unah.edu.pe

Teodoro Espinoza Ochoa¹
teodoro.espinoza@unsch.edu.pe

Adelfa Yzarra Aguilar²
ayzarra@unah.edu.pe

Carlos Enrique Espinoza Quispe³
carlos.espinoza@unh.edu.pe

¹Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

²Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Ayacucho, Perú

³Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

Artículo recibido el 17 de agosto 2022 / Arbitrado el 26 de noviembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

En la crianza de cuyes, la alimentación representa el 80% de los costos de producción, que al irse encareciendo dificultan la adecuada provisión de nutrientes, con su subsecuente decaimiento del potencial productivo. Por ello, el estudio busca evaluar la influencia del suero de leche sobre nivel de consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes. Se trabajó con 36 cuyes machos de tres semanas de edad, 333 g de peso vivo en promedio, raza Perú, los que fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos, cuatro repeticiones de tres cuyes cada una, alimentados con alfalfa (*Medicago sativa*) + concentrado, ración base que se complementó para tratamiento 1, con agua potable; tratamiento 2, con suero de leche; y tratamiento 3, con agua potable + suero de leche. Durante ocho semanas se evaluó el consumo de alimento, realizando el análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente al azar. El consumo de suero de leche solo o en adición al agua, mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia; el incremento de peso (750 y 729 g) en los tratamientos 2 y 3, estadísticamente similares entre sí, fueron superiores ($P < 0.05$) al incremento (622 g) en el Tratamiento 1; la conversión alimenticia de 3,4 y 3,8 en estos tratamientos resultaron superiores ($P < 0.05$) a 5,2 del tratamiento 1. Se concluyó que, sobre el nivel de consumo de alimento, el suero de leche no ejerce influencia; mediante su complemento solo o en adición al agua, se disminuye costos de producción y el periodo de engorde.

Palabras clave: *Cavia porcellus*; Suero de leche; Peso; Alimentación; costos

ABSTRACT

In guinea pig breeding, feed represents 80% of production costs, which, as it becomes more expensive, hinders the adequate supply of nutrients, with a subsequent decline in productive potential. Therefore, the study seeks to evaluate the influence of whey on the level of consumption, weight gain and feed conversion in guinea pigs. We worked with 36 male guinea pigs of three weeks of age, 333 g live weight on average, Peru breed, which were randomly distributed in three treatments, four replicates of three guinea pigs each, fed with alfalfa (*Medicago sativa*) + concentrate, base ration that was supplemented for treatment 1, with drinking water; treatment 2, with whey; and treatment 3, with drinking water + whey. Feed intake was evaluated for eight weeks, performing the analysis of variance corresponding to a completely randomized design. The consumption of whey alone or in addition to water improved weight gain and feed conversion; weight gain (750 and 729 g) in treatments 2 and 3, statistically similar to each other, were higher ($P < 0.05$) to the increase (622 g) in Treatment 1; feed conversion of 3.2 and 3.8 in these treatments were higher ($P < 0.05$) than 5.2 in Treatment 1. It was concluded that whey has no influence on the level of feed consumption; by supplementing it alone or in addition to water, production costs and fattening period are reduced.

Key words: *Cavia porcellus*; Whey; Weight; Feed; Feeding; Costs

RESUMO

Na criação de cobaias, a ração representa 80% dos custos de produção, o que, ao se tornar mais cara, dificulta o fornecimento adequado de nutrientes, com um subsequente declínio no potencial de produção. Portanto, o estudo tem como objetivo avaliar a influência do soro de leite no nível de consumo, ganho de peso e conversão alimentar em cobaias. Trabalhamos com 36 cobaias machos de três semanas de idade, 333 g de peso vivo em média, raça Peru, que foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos, quatro réplicas de três cobaias cada, alimentadas com alfafa (*Medicago sativa*) + concentrado, ração base que foi suplementada para o tratamento 1, com água potável; tratamento 2, com soro; e tratamento 3, com água potável + soro. Durante oito semanas, a ingestão de ração foi avaliada através da análise de variância correspondente a um projeto completamente aleatório. O consumo de soro de leite sozinho ou em adição à água melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar; o ganho de peso (750 e 729 g) nos tratamentos 2 e 3, estatisticamente semelhantes um ao outro, foram maiores ($P < 0.05$) ao aumento (622 g) no Tratamento 1; a conversão alimentar de 3,2 e 3,8 nestes tratamentos foi maior ($P < 0.05$) do que 5,2 no Tratamento 1. Concluiu-se que, no nível de consumo de ração, o soro de leite não tem influência; ao complementá-lo sozinho ou em adição à água, os custos de produção e o período de engorda são reduzidos.

Palavras-chave: *Cavia porcellus*; Soro de leite; Peso; Alimentação; custos

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, la Región Ayacucho ubicada en la sierra sur de Perú, se ha convertido en una microcuenca lechera importante, a tal grado que, actualmente se ubica en el cuarto lugar en producción láctea de Perú. Una de las principales cuencas lecheras de esta región es la Cuenca "Cachi Alto" donde los pequeños productores se dedican a la crianza de ganado bovino lechero (*Brown Swiss*), reemplazando en tiempo relativamente corto la actividad agrícola. Esta microcuenca cuenta con aproximadamente 4 500 has de pasto cultivado instalado con una producción diaria de 27 tn de leche (1,2), de las que, 60% de este volumen es destinada a la elaboración de queso fresco en diferentes formas de presentación ("cachipa", "andino", "aromatizado" y otros), cuyo subproducto principal es el suero de leche o lactosuero (SL), actualmente sin uso significativo en alimentación de animales en las comunidades campesinas.

El SL representa entre 85 y 90% de la leche empleada en la elaboración del queso (3- 5), se estima que diariamente 23 a 24 tn de este subproducto es vertido a los suelos y ríos provocando su contaminación, con un poder de 100 a 200 veces mayor que las aguas residuales (4,6-7). Se estima que el 55% de los nutrientes de la leche se encuentran en el SL (5,8), parte de esta, constituida por proteínas de buena

calidad y alta digestibilidad que va de 93 al 95%, lactosa, grasas y minerales (9-11), no obstante, al contenido de nutrientes, la posibilidad de disminuir el costo del alimento, toda vez que, el ahorro en costos de producción de cuyes posibilita a los cuyicultores conseguir mayores ingresos para la satisfacción de sus necesidades primarias (12) y las experiencias exitosas en alimentación en becerros, lechones y otras especies animales (13), el uso de este subproducto en la sierra de Perú, aún no está difundido.

Solo a los perros, gatos y en ocasiones a los cerdos les suministran cantidades limitadas de este líquido; de otro lado, la crianza del cuy en Perú viene experimentando cambios relativamente rápidos; desde la crianza familiar, caracterizada por bajos índices productivos y reproductivos, hasta la crianza comercial, de tal manera que el productor adiciona mejoras en el genotipo, manejo y alimentación animal. Para la mejora alimenticia, una de las alternativas es la utilización de concentrados comerciales o mezclas preparadas con insumos regionales, ya que el empleo de dietas nutricionales es una óptima alternativa, siempre en cuando sean elaborados en base a insumos propios de la zona de influencia, aminorando los costos de producción (14), con los cuales se logra mejorar la ganancia de peso (GP)

y la conversión alimenticia (CA), pero con la desventaja de utilizar en muchos casos, productos de uso directo en la alimentación del hombre, creando una competencia por los mismos; no obstante, muchos subproductos de la agroindustria y otras actividades antrópicas, no son aptos para consumo humano, pero por su contenido de nutrientes y costos relativamente baratos, queda como alternativa para ampliar fuentes de alimento para los animales.

En esta perspectiva, el SL constituye una alternativa para la alimentación de cuyes, utilización que adicionalmente podría contribuir en disminuir la contaminación de alcantarillas, los suelos y los ríos. Considerando la respuesta positiva en la alimentación de otras especies, principalmente porcinos y bovinos, y la falta de información en cuyes, se plantea evaluar la influencia del SL sobre el nivel de consumo, la GP y la CA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el galpón de cuyes del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, a una altitud de 2760 m s.n.m., donde la temperatura diurna alcanza hasta 27°C en el periodo de mayor calor (octubre-marzo), con disminución significativa entre los meses de mayo-agosto (15-18°C), con variaciones relativamente bruscas de temperatura. Se

destinaron 12 pozas para la crianza de cuyes, las que fueron divididas a través de muros de ladrillos superpuestos en una superficie de 0,36 m² (0,6 x 0,6), durante ocho semanas se utilizó un total de 36 cuyes machos de genotipo Perú, de 21 días de edad, con peso promedio de 333 g al momento del destete; identificados con aretes metálicos y distribuidos en sus pozas.

Diariamente a cada grupo de animales se les ofreció por la mañana alfalfa en verde equivalente al 10% del peso corporal, ración que se complementó con un concentrado comercial ofrecido *ad libitum*. Producto de la variación en el peso corporal de cada grupo, la cantidad ofrecida de forraje fue aumentando gradualmente para cada semana de alimentación a fin de mantener constante la oferta del 10% PV de forraje fresco. Para el cálculo de consumo neto de concentrado, se registró la cantidad ofrecida y la residual al final de cada semana, pesando semanalmente cada animal en una canastilla de pesaje y una balanza de 3 kg de capacidad y 0,5 g de sensibilidad.

Los semovientes fueron distribuidos en tres tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): alfalfa + concentrado + agua potable; Tratamiento 2 (T2): alfalfa + concentrado + suero y Tratamiento 3 (T3): alfalfa + concentrado + suero y agua potable; alimentados

con la misma ración sólida como base, haciendo la diferencia en la oferta de la fracción líquida. El forraje fue distribuido directamente sobre el piso; el concentrado y los líquidos, en comederos y bebederos artesanales, respectivamente; cabe mencionar que, el agua y suero para el segundo tratamiento se ofrecieron simultánea y separadamente. El estudio se organizó de tal manera que se pudiera analizar mediante el Diseño Completamente al Azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones, donde cada repetición o unidad experimental estuvo constituida por 3 cuyes cada una. Se aplicó la prueba de Tuckey ($P < 0,05$) para la determinación de la diferencia entre medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de suero de leche

En la zona de influencia donde prioritariamente los pequeños ganaderos elaboran queso del tipo "andino" clasificado en el grupo de queso fresco, de 100 litros de leche se obtuvo en promedio 87,8 litros de SL, valor ligeramente inferior a 90 litros que señalan otros investigadores (3-5), volumen elevado cuyos componentes si no son aprovechados o tratados adecuadamente podrían constituir fuente importante de contaminación ambiental, debido al contenido de grasa y materia orgánica (6,7).

Consumo de alimento

La ingesta de forraje en las ocho semanas de alimentación muestra diferencias numéricas, situación que se repite al evaluar la ingesta de concentrado, con la observancia de que, en este caso, la diferencia numérica resultante es mayor. A través de la sumatoria entre las dos partes de la ración diaria, los cuyes de T1, si bien han consumido numéricamente más alimento; las diferencias de 637 y 195 g a favor de T2 y T3, respectivamente, resultan estadísticamente similares, resultado discrepante con el reporte en otras especies, en los que observaron que, la inclusión de SL estimuló mayor consumo de alimento en becerros y lechones (13,15). Independiente al tipo de ración total, la proporción de consumo de forraje y concentrado al final de las 8 semanas de experimentación fue de 1 a 4, respectivamente, con ligeras modificaciones para las evaluaciones semanales que se realizaron; esta ingesta adicional de concentrado sobre el forraje en razón del 10% del peso vivo (PV), muestra que el cuy, especie monogástrica, consume mayor cantidad de alimento por unidad de peso que otras especies animales como bovinos, ovinos, caprinos (16), situación atribuible al mayor ritmo metabólico por tratarse de una especie animal de tamaño pequeño pero de crecimiento rápido (17).

A través de un estudio de alimentación de cuyes con forraje más un concentrado donde incluyeron harina de especies arbustivas tropicales, informan haber determinado que cada cuy consumió entre 2472 y 2567g MS durante 56 días de alimentación (18); en otro estudio que duró 49 días, aun incluyendo concentrado en la ración determinaron menor consumo (19). Para 11 semanas de alimentación, fueron reportados ingestas de 4 200 g MS (20), resultados que demuestran que la cantidad total de ingesta de alimento está sujeta al tipo de ración o al periodo de alimentación. Asimismo, al análisis de varianza no se determinó diferencia estadística para la media de consumo de MS diaria. Para condiciones similares de alimentación al presente estudio, otros investigadores reportan similares resultados (21,22); no obstante, otros estudios (23,24), encontraron valores mayores pudiendo alcanzar entre 63,1 y 72,4 g día⁻¹, situación que podría atribuirse a mayor proporción de forraje en la ración; en estos casos, el forraje fue complementado con cantidades limitadas de grano de cebada y semilla de girasol, y grano de cebada molida, respectivamente. Al respecto, se ha reportado que la respuesta del cuy a la baja densidad de nutrientes es compensada por mayor consumo de la ración (16).

La ingesta de agua o SL T1 y T2, durante las ocho semanas de experimentación

resulta estadísticamente similar; sin embargo, cuando se les ha ofrecido ambos líquidos, estos fueron ingeridos en cantidad estadísticamente superior ($P < 0.05$).

Los cuyes de T3, resultan consumiendo alrededor de la mitad de agua (2042 cc) que los cuyes de T1 y T2; pero complementan la ingesta de líquido con 3 051 cc de SL. En este grupo, el SL representa 60% del líquido total ingerido, característica que demuestra buena aceptación de este líquido. Los valores determinados para la ingesta diaria de líquido se encuentran dentro de rangos reportados (105 cc kg⁻¹ PV, 84-105 cc día⁻¹) para cuyes alimentados con raciones similares utilizadas en este estudio (7,25).

Ganancia de peso

La Tabla 1 muestra el incremento de peso de 750 y 729 para T2 y T3, respectivamente, ambos tratamientos estadísticamente similares entre sí, pero superiores ($P < 0.05$) al incremento de 622 g en T1; Al cabo de ocho semanas de alimentación, el incremento de peso corporal total y promedio diario mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$). El T2 y T3 estadísticamente similares entre sí, superan al primer tratamiento en ambas variables, resultado que muestra, que la inclusión de SL en la ración de cuyes suministrados sola o sumado al agua de bebida, promueve mayor GP. Esta mejora representa 14,6 y

17,0%, respectivamente para los cuyes de T2 y T3. Para cuyes alimentados con ración mixta (forraje + concentrado), similares al primer tratamiento fueron reportados en Perú, cuyos investigadores informan haber determinado incrementos totales o promedio diario similares; pero estos mismos valores comparados con los obtenidos para cuyes con inclusión de SL, resultan inferiores (20,24, 26); aunque otros investigadores reportan incrementos mayores, resultados que podrían atribuirse al genotipo animal, tipo de ración o al mayor tiempo de alimentación (21,22,27). Los resultados que mencionan el primer y tercero de los nombrados, son producto de cinco y cuatro semanas adicionales de alimentación. De otro lado, el esfuerzo por darle uso a especies autóctonas en diferentes países no siempre descubre resultados positivos, por cuanto, los resultados en GP son estadísticamente inferiores, pero es rescatable la importancia, en razón a que; por un lado, se posibilita el uso de especies forrajeras, arbustivas y arbóreas tradicionalmente sin uso en alimentación animal; por otro lado, el uso de estos recursos abarata los costos de alimentación (28-31). En otras especies animales, también han sido reportados resultados favorables por estimular crecimiento más rápido, situación que conlleva a acortar el tiempo de engorde (10,12-13,15).

Conversión alimenticia

La Tabla 1 muestra la CA de 3,4 y 3,8 para T2 y T3, respectivamente que resultaron superiores ($P<0.05$) a 5,2 del tratamiento 1. La diferencia en los resultados muestra el efecto del SL. Al análisis estadístico, resulta que los grupos de cuyes que en su ración líquida consumieron SL, además de estimular mayor GP, resultan más eficientes en la utilización de sus alimentos para dicha GP ($P<0.05$). A diferencia del agua potable, el SL suministra aminoácidos; varios de ellos esenciales, lactosa y minerales, nutrientes de alta digestibilidad, que por la disponibilidad de proteína de fácil digestión podría influir sobre la digestibilidad de otros nutrientes de la ración total (5,9-11).

Los valores determinados para esta variable en cuyes que consumieron SL son comparables a resultados que otros investigadores reportan cuando los cuyes han sido alimentados con raciones ricas en nutrientes (19,22) y de mayor costo. El resultado determinado en el Tratamiento 1, es comparable al índice de conversión que informan para cuyes alimentados con raciones mixtas, de forraje complementado con granos molidos o residuos de molinería u otras fuentes de mediana calidad (20,21,32). En el caso del segundo de los mencionados, estos valores resultan similares a la calidad de la ración, pero la eficiencia es baja por el mayor tiempo de

alimentación, que en este caso se prolongó hasta las 16 semanas de edad de los animales.

Otros estudios muestran con claridad que, el índice de CA está influenciado por el tipo de ración y la edad de los animales; la alimentación únicamente a base de forraje u otros recursos tradicionalmente no empleados, los hace menos eficientes en su utilización; similar situación ocurre con los animales de mayor edad (23,26,30,33).

En general, otras investigaciones en especies rumiantes y no rumiantes han demostrado efectos favorables sobre el consumo de alimento, GP y el costo de la alimentación (10,15,34); sin embargo, recomiendan tener cuidado en la dosis a emplear cuando se complementa la alimentación en las primeras etapas de vida a fin de evitar problemas diarreicos por el uso de cantidades elevadas.

Costo de alimento a peso de comercialización

Actualmente el mercado regional demanda cuyes sacrificados de entre 930 y 960 g de PV. Los cuyes a los que solo se complementó únicamente con agua, alcanzaron el peso de comercialización en ocho semanas de alimentación; pero aquellos complementados con SL solo o SL + agua, acortan en una semana para lograr dicho peso. Calculados los costos de alimento para el periodo necesario en el engorde, fueron 1,34; 0,84 y 0,94 dólares, para el mismo orden de tratamientos. En consecuencia, aparte de disminuir el costo de alimentación debido al menor consumo de concentrado, se acorta en una semana el periodo de engorde, mediante la complementación de suero en la ración de cuyes.

Tabla 1. Respuesta animal al tratamiento de ingesta de agua, suero, agua + suero.

Variable	Tratamientos		
	Agua	Suero	Agua + suero
Consumo forraje g MS	645 a	692 a	729 a
Consumo concentrado g	2 589 a	1 905 a	2 063 a
Total MS consumida g	3 234 a	2 597 a	2 792 a
Promedio día -1 g	57,8	46,4	49,9
Consumo de agua, suero, agua + suero cc	4 278 a	4 217 a	5 093 b
Consumo promedio día-1 agua cc	76,4	75,4	91,0
Peso corporal inicial g	321 a	321 a	358 a
Peso corporal final g	943 a	1 071 b	1 087 b
Incremento de peso g	622 a	750 b	729 b
Incremento promedio día-1 g	10,4 a	11,8 b	12,4 b
Conversión alimenticia	5,2 a	3,4 b	3,8 b

CONCLUSIONES

La ingesta de suero de leche sola o + agua de bebida mejora la ganancia de peso corporal y la conversión alimenticia, con ingesta similar de alimento seco; asimismo, el SL disminuye el costo de alimentación y el periodo de engorde en una semana

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moncada W, Pereda A, Verde L. Evaluación de los modos funcionales del método de máquina de soporte vectorial para la clasificación del uso de suelo en la cuenca cachi, región Ayacucho, 2019. *Investigación*, 2020; 28(1):366–373. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.28.1.2020.388>
2. Ramírez H. Suero fresco de queso de leche de vaca en recría de cuyes (*Cavia porcellus* L) en Lambayeque [Tesis de pregrado]. Lambayeque: Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. 2017. <https://n9.cl/z2dql>
3. Teneva T, Balabanova T, Boyanova P, Beshkova D. Traditional Balkan fermented milk products. *Eng. Life Sci.*, 2018; 18:807-819. <http://dx.doi.org/10.1002/elsc.201800050>
4. Alava C, Gómez M, Maya J. Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2014; 1: 22-32. <http://dx.doi.org/10.23850/24220582.110>
5. Liu X, Chung K., Yang S, Yousef, A. Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry*, 2005; 40:13-24. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.11.032>
6. Tovar X, Arana A, Téllez A, Abreu A, Muro C. Traditional Methods for Whey Protein Isolation and Concentration: Effects on Nutritional Properties and Biological Activity. *J. Mex. Chem. Soc.*, 2012; 56(4): 369-377. <https://acortar.link/Zaq5rj>
7. Hernández PA, Alfaro I, Arrieta R. Microbiología industrial. Universidad estatal a distancia. 2003:81-82. San José de Costa Rica. Euned. <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a03pechin.pdf>
8. Torres Q, Romero K. Alternativas tecnológicas para uso del lactosuero: valorización económica de residuos. *Estud. soc. Rev. aliment. contemp. desarro. Reg*, 2020; 30(55):1-26. <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.908>
9. Parra R. Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 2009; 62(1):4967-4982. <https://acortar.link/BRrBfG>
10. Yáñez D, Montalvo M. Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos [Tesis de pregrado]. Quito: Universidad Central del Ecuador. 2013. <https://acortar.link/kAYnPh>
11. Zavala M. Características, formas de obtención, variedades y utilización del suero de queso [Tesis de pregrado]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2014. <https://acortar.link/YK5dLQ>
12. Hinojosa R, León Ch, Condori G, Espinoza C, Yzarra A. Dietas alimenticias y valor nutritivo de la canal en (*Cavia porcellus*). *ALFA*, 2022; 6(17):346-356. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.173>
13. Montero M, Juárez F, García H. Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el Trópico. *Agrociencia*, 2009; 43(6):585-593.
14. Hinojosa R, Yzarra A, 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>
15. Pérez R, López M, Bautista E, García A, Román R, Ortiz R. Efecto del suero de leche

- como complemento de la dieta sobre el crecimiento de las vellosidades intestinales y el peso de lechones en la etapa de 6 a 20 kg. *Revista Científica*, 2014;24(4):319-324 <https://www.redalyc.org/pdf/959/95931404009.pdf>
- 16.** Escobar F. Influencia de la edad de beneficio en el rendimiento de carcasa y masa muscular en cuyes machos de recría (*Cavia porcellus*), Ayacucho 2016 [Tesis doctoral]. Ayacucho: Universidad Nacional de Huancavelica. 2019. <https://n9.cl/6fkn14>
- 17.** Church D, Pond W, Pond K. Fundamentos de Nutrición y Alimentación Animal. Editorial Limusa S.A. México. 2012. 635p. ISBN 9789681852993
- 18.** Meza G, Cabrera R, Morán J, Meza F, Cabrera C, Meza C, Meza J, Cabanilla M, López F, Pincay J, Bohórquez T, Ortiz J. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Rev. IDESIA*, 2014; 32(3): 75- 80. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>
- 19.** Huamaní G, Zea O, Gutiérrez G, Vílchez C. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *RIVEP*, 2016; 27(3): 486-494. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- 20.** Yamada G, Bazán V, Fuentes N. Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *RIVEP*, 2019; 30(1): 240-246.
- 21.** Apráez J, Fernández L, Hernández A. Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y la calidad de la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev. Vet. Zootec.*, 2011; 5(1): 20-25.
- 22.** Camino J, Hidalgo V. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) con concentrado y exclusión de forraje verde. *RIVEP*, 2014; 25(2):190-197.
- 23.** Lozada P, Jiménez R, San Martín F, Huamán A. Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. *RIVEP*, 2013; 24(1): 25-31.
- 24.** Sarria J, Barrantes C, Cantaro J. Evaluación de niveles de ensilado fijado y seco de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). *Anales Científicos*, 2018; 79 (2): 443-448.
- 25.** Sánchez R, Jiménez R, Huamán H, Bustamante J, Huamán A. Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de bebederos y a la adición de vitamina C en la crianza de cuyes en época seca en el valle del Mantaro. *RIVEP*, 2013; 24(3): 283-292.
- 26.** Sánchez R, Jiménez R, Huamán H, Bustamante J, Huamán A. Respuesta productiva y económica del uso de cuatro tipos de comederos para forraje en la crianza de cuyes. *RIVEP*, 2013; 24 (4): 441-450.
- 27.** Andrade P, Chicaiza S, Toro B, Labrada J, Chacón E. Inclusión de heno de avena en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en engorde. *REDVET*, 2017; 18 (10): 1-7.
- 28.** Meza G, Looz N, Sánchez A, Avellaneda J, Meza C, Vera D. Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia* *E Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L). *RIVEP*, 2014; 61(3): 258-269.
- 29.** Meza G, Cabrera R, Morán J, Meza F, Cabrera C, Meza C, Meza J, Cabanilla M, López F, Pincay J, Bohórquez T, Ortiz J. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Rev. IDESIA*, 2014; 32 (3): 75-80.
- 30.** Yoplac I, Yalta J, Vásquez H, Maicelo J. Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) en los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus* L) raza Perú. *RIVEP*, 2017; 28(3): 549-561.
- 31.** Cárdenas L, Sarmiento V, Ramos R. Características productivas y tecnológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) utilizando

dietas basadas en pisonay (*Erythrina sp.*). Rev Investig. Altoandín, 2018; 20(4): 451-460. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.422>

32. Basay G, Carcelén F, Ara M, Jiménez R, Gonzáles R, Quevedo W. Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de engorde. RIVEP, 2014; 25 (2): 198-204.

33. Núñez O, Cruz S, Velástegui G, Almeida R, Salazar D. Comportamiento de los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo tres niveles de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*). J. Selva Andina Anim. Sci., 2018; 5(1): 1-8.

34. Martínez K. Evaluación de parámetros de operación en un reactor de lecho empacado a flujo para la obtención de galacto oligosacáridos mediante enzimas inmovilizadas [Tesis de pregrado]. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. 2022. <https://acortar.link/Zxfake>



Sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (*Raphanus sativus* L.), Barranca

Sustainability with compost based on market residues to obtain a higher yield of radish (*Raphanus sativus* L.), Barranca

ARTÍCULO ORIGINAL

Sustentabilidade com composto à base de resíduos de mercado para obtenção de maior rendimento de rabanete (*Raphanus sativus* L.), Barranca



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.192>

Elvira Teófila Castañeda Chirre
ecastaneda@unjfsc.edu.pe

José Vicente Nunja García
josevicente5@hotmail.com

Alberto Irhaam Sánchez Guzmán
asanchezg@unjfsc.edu.pe

María Cleofé Saucedo López
amaymery71@gmail.com

Berardo Beder Ruiz Sánchez
bruiz@unjfsc.edu.pe

Héctor Jorge Castro Bartolomé
hcastro@unab.edu.pe

Norma Elvira Muguruza Crispin
nmuguruza@unjfsc.edu.pe

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

Artículo recibido el 28 de agosto 2022 / Arbitrado el 9 de diciembre 2022 / Publicado el 15 de diciembre 2022

RESUMEN

La subida de precios de alimentos y energéticos por causa de la pandemia y el problema geopolítico entre Rusia y Ucrania han afectado a nivel global la economía. Motivo que se investigó sobre sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito en Barranca. El objetivo fue determinar la dosis adecuada del compost para obtener rendimiento sostenible en rabanito. Se basa en metodología aplicada; por lo que empleó el diseño de bloques completamente al azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos. Se aplicaron las dosis de compost y evaluaron las características físicas, cantidad de nitrógeno aprovechable y análisis económico. Se determinaron que en características físicas destacó el T5 con 10 tn/ha en longitud de planta con 28.23 cm, peso de planta con 41.86 g, diámetro ecuatorial con 3.65 cm, diámetro polar con 4.11 cm, rendimiento comercial con 12.051 tn/ha, aprovechamiento de nitrógeno con 194.44 Kg/ha, análisis económico con S/. 3000 soles (\$777.54 dólares americano). Se concluye que a mayor dosis de compost a base de residuos de mercado que es T5 con 10 tn/ha se obtuvo mayor rendimiento con 12.051 tn/ha diferenciándose en 23.50 % con respecto al T1 (testigo); sin embargo, no alcanzó a lo convencional que duplica el rendimiento y menor precio; sin embargo, es sostenible porque mejora y conserva las propiedades suelo, obtiene fruto ecológico y reduce la contaminación ambiental.

Palabras clave: Compost; Residuos de mercado; Rendimiento; Sostenibilidad

ABSTRACT

The rise in food and energy prices due to the pandemic and the geopolitical problem between Russia and Ukraine have affected the global economy. For this reason, research was conducted on sustainability with compost based on market waste to obtain higher yields of radish in Barranca. The objective was to determine the appropriate dose of compost to obtain sustainable yields of radish. It is based on applied methodology; therefore, it used a completely randomized block design consisting of 3 blocks and 5 treatments. The compost doses were applied and the physical characteristics, amount of usable nitrogen and economic analysis were evaluated. It was determined that in physical characteristics the T5 with 10 tn/ha stood out in plant length with 28.23 cm, plant weight with 41.86 g, equatorial diameter with 3.65 cm, polar diameter with 4.11 cm, commercial yield with 12.051 tn/ha, nitrogen utilization with 194.44 kg/ha, economic analysis with S/. 3000 soles (\$777.54 US dollars). It is concluded that the highest dose of compost based on market residues, T5 with 10 tn/ha, obtained a higher yield of 12.051 tn/ha, differing by 23.50% with respect to T1 (control); however, it did not reach the conventional, which doubles the yield and lower price; however, it is sustainable because it improves and preserves the soil properties, obtains ecological fruit and reduces environmental pollution.

Key words: Compost; Market residues; Yield; Sustainability

RESUMO

O aumento dos preços dos alimentos e da energia devido à pandemia e ao problema geopolítico entre a Rússia e a Ucrânia afetaram a economia global. Por esta razão, foi realizada uma pesquisa sobre sustentabilidade com composto baseado em resíduos do mercado para obter maiores rendimentos de rabanete em Barranca. O objetivo era determinar a dosagem apropriada de composto para obter rendimentos sustentáveis de rabanete. Baseia-se na metodologia aplicada; portanto, utilizou um projeto de blocos completamente aleatórios, consistindo em 3 blocos e 5 tratamentos. As doses de composto foram aplicadas e as características físicas, quantidade de nitrogênio utilizável e análise econômica foram avaliadas. Foi determinado que nas características físicas o T5 com 10 tn/ha se destacava no comprimento da planta com 28,23 cm, peso da planta com 41,86 g, diâmetro equatorial com 3,65 cm, diâmetro polar com 4,11 cm, rendimento comercial com 12,051 tn/ha, uso de nitrogênio com 194,44 kg/ha, análise econômica com S/. 3000 solas (\$777,54 dólares americanos). Conclui-se que a maior dose de composto à base de resíduos do mercado, T5 com 10 tn/ha, obteve um rendimento maior de 12.051 tn/ha, diferindo em 23,50% em relação ao T1 (controle); no entanto, não atingiu o convencional que duplica o rendimento e diminui o preço; no entanto, é sustentável porque melhora e preserva as propriedades do solo, obtém frutos ecológicos e reduz a poluição ambiental.

Palavras-chave: Composto; Resíduos do mercado; Rendimento; Sustentabilidade

INTRODUCCIÓN

La subida de los precios de los alimentos y energéticos por causa de la pandemia y el problema geopolítico entre Rusia y Ucrania han afectado a nivel global la economía ocasionando inestabilidad social. En Perú la pandemia evidenció los problemas estructurales como en la salud, financiera, laboral y en presupuesto para el siguiente año para aspectos socioeconómicos (1). Asimismo, esto se percibe en el alza de los alimentos por causa del encarecimiento de los fertilizantes y otros suministros para la agricultura que cada vez más productores son afectadas (2).

También es necesario mencionar que la subida de los precios de los fertilizantes como la Urea, Fosfato Diamónico, Sulfato de Potasio, Nitrato y otros productos necesarios para la agricultura han afectado la producción de hortalizas que influye en los precios de los alimentos. Este problema también se ha visto afectado muchos países de Latinoamérica que según el Banco Internacional e Desarrollo (BID) menciona que Brasil, Ecuador, Nicaragua, Perú y Surinam importan más del 30 % de fertilizantes de Rusia lo cual está afectado por el alza de estos insumos (3).

Debido a esta situación es necesario plantear alternativas con enfoque sostenible con la finalidad de que supla el

déficit de fertilizante y de esta manera se mantenga la producción de hortalizas y reduzca el precio de los alimentos. Por lo cual, una alternativa es el uso de los residuos de mercado que se genera en demasía en los mercados del centro y en pequeños mercados del entorno de la ciudad de Barranca. Estas cantidades de residuos se genera 6.29 tn, por mes 188.02 tn y anual 2295.75 tn en 2018 (4). Esto se puede darle un valor agregado como es la elaboración del compost.

Cabe resaltar que la transformación de estos residuos a fertilizante orgánico es una alternativa sostenible lo cual favorece a la comunidad. Se aprovechará residuos de frutas y otros residuos orgánicos, lo cual es viable para la transformación en abono; por lo que reducirá el costo de fertilizantes sintéticos, se ahorrará y reducirá la contaminación ambiental (5). Este abono aportará al suelo, cantidades de nitrógeno 0.28%, 0.2 % de fósforo, 0.9 % de potasio con adiciones de eficiencia de microorganismos (6). Pues su uso reducirá el costo de fertilizantes sintéticos se ahorrará y se obtendrá rentabilidad. Esto se sostiene que investigaciones se obtuvo mayor rentabilidad en coliflor (*Brassica oleracea* L. Var. *Botrytis*) Cv. "Bola de nieve" que alcanzó a 63.9 % por efecto de la dosis de 8 tn/ha de compost más 100 litros de ácido húmico por hectárea (7).

Por este motivo, se realizó la investigación sobre la sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito en Barranca. Con el objetivo de determinar la dosis adecuada del compost a base de residuos de mercado para obtener rendimiento en rabanito. Puesto que, el propósito de la investigación es aprovechar este recurso que está disponible en los mercados al beneficio de la comunidad de los agricultores de Barranca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se basa en la investigación aplicada; puesto que mediante continuas evaluaciones en campo se determinó la dosis adecuada de compost a base de residuos de mercado para el cultivo de rabanito. La población está referido a las plantas de rabanito que se desarrolla desde los 0 a 150 metros sobre el nivel

del mar (m.s.n.m.), por lo que los datos obtenidos son validados. En cuanto a la muestra se tomaron plantas de los surcos centrales con la finalidad de evitar el efecto de borde. Asimismo, estas plantas se les evaluaron las características físicas de la planta.

Tratamiento

Se establecieron las dosis de compost de acuerdo al análisis de suelo, lo que aplican los agricultores de la zona que está entre 6 a 10 tn/ha para hortalizas como rabanito, la dosis estándar que es de 6 tn/ha y Testigo (T_1) (ver Tabla 1). También se tuvo en cuenta la recomendación de investigaciones que para el cultivo de rabanito es de 6 a 12 tn/ha de compost que compongan residuos de vegetales mezclados con otros residuos de animales (8).

Tabla 1. Dosis de compost a base residuos de mercado por tratamiento.

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

Para la recolección de datos durante las evaluaciones de las características físicas del cultivo de rabanito se emplearon técnicas de observación y medición con el fin resaltar los

efectos de las dosis de compost, para lo cual se usaron instrumentos de ficha de anotación y materiales de medición y equipos de laboratorio.

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Recolectado los datos de las características físicas del rabanito como longitud de planta, peso de bulbo, rendimiento, diámetro polar y diámetro ecuatorial de bulbo, se procesaron mediante

el análisis de varianza, lo cual se determinó si hubo efecto de dosis o no (F calculado <F tabulado, al 5 % de error); es decir si las aplicaciones de compost a base de residuos de mercado influyeron estadísticamente. A continuación, se detalla los componentes del análisis de varianza en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de varianza (ANVA) para tratamiento y bloque.

Fuente de Variación	SC	Gl	CM	Modelo I E(CM)	Modelo II E(CM)	F. cal
Bloques	SCb	b - 1	CMb=SCb/b-1	$\frac{\sigma_{e+}^2 \sum \beta_j^2}{(b - 1)}$	$\sigma_{e+}^2 + t\sigma_{\beta}^2$	CMb/CMe
Tratamientos	SCTR	T - 1	CMtr=SCtr/t-1	$\frac{\sigma_{e+}^2 + b\sum T_i^2}{(t - 1)}$	$\sigma_{e+b}^2 + \sigma_t^2$	CMtr/CMe
Error	SCe	(b-1)(t-1)	CMe=SCe/(b-1)(t-1)	σ_e^2	σ_e^2	
Total	SCT	bt - 1				

Fuente: Anderson et al. "Estadística para administración y economía" EE.UU. (9)

Prueba de Duncan

Luego de efectuar la operación del análisis de varianza se procesaron los datos mediante la prueba de Duncan al 5 % de error, esta operación determinó la homogeneidad o diferenciación de los promedios de los tratamientos, lo cual se calificaron y agruparon por letras de abecedario. También permitió conocer que tratamiento destacó con relación a los demás.

Características físicas y químicas de residuos de comida

Respecto a las características físicas y químicas de los residuos de comida que se detalla en la Tabla 3, se aprecia la cantidad de nutrientes que en promedios que es de nitrógeno con 1.42 %, Carbono orgánico (CO) con 29%, Relación carbono y nitrógeno con 22.2, humedad con 65 %, pH con 9.7. Por lo que, quiere decir que este compost se encuentra dentro de los

valores normales. También se corroboran con investigaciones de compost a base de residuos de mercado pH 8.54, materia orgánica con 12.93 %, nitrógeno 1.06 %, fósforo con 2.17 %, potasio con 0.65 % y otros micro elementos (10)

Tabla 3. Características físico química del compost a base de residuos de 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 (11).

Cálculo de la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo

Para calcular el nitrógeno del suelo se empleó la fórmula de peso de volumen de suelo.

[P.ha]= (Prof. del suelo) * Densidad Ap. * Ha

P.ha: peso del volumen de suelo por hectárea igual 2800 tn/ha

Prof. de suelo: 0.20 m. de profundidad de suelo para cultivo de rabanito

Densidad Ap.: 1.4 g/cm³ de densidad aparente.

Ha: 1 hectárea equivale a 10 000 m²

Cálculo del carbono orgánico aplicando el factor de Van Bemmelen, [Carbono org.]= (Materia.Org.x 0.58) (12)

Dónde:

Carbono org.: Carbono orgánico es igual a 0.79
Materia Orgánica.: Materia orgánica: 1.37% (Tabla 5)
Reemplazando en la ecuación de la relación C/N:

$$\frac{C}{N} = \frac{(1.37 \times 0.58)}{0.07} = \frac{0.79}{0.07} = 11.3$$

Donde:

C: Carbono orgánico igual a 0.79
N: nitrógeno: 0.07
C/N_: relación carbono nitrógeno igual a 11.3

Seguido se hizo la comparación y reemplazamiento del nitrógeno total a nitrógeno disponible [N.D.] (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Factor de conversión del nitrógeno total a disponible en ppm utilizando el dato de la relación carbono 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 (13).

Seguido se comparó el dato de la relación carbono que es 11.3, lo cual está dentro de los márgenes de 10 a 12 entonces el valor es de 140 ppm de nitrógeno disponible. Este valor se multiplicó con el nitrógeno del suelo obteniéndose 140 ppm *0.07 (tabla 5) que es igual a 9.8 ppm, luego se efectuó la proyección a 2800 tn/ha de peso de suelo o capara arable resultando 27.44 kg de nitrógeno disponible por hectárea.

Estableciendo la dosis de compost en relación al nitrógeno

Cálculo de la dosis de compost con relación al nitrógeno

Para calcular la cantidad de compost por hectárea, se realizaron los siguientes pasos:

Se tomó el nitrógeno de la recomendación para el cultivo de rabanito que es 200 kg de nitrógeno/ha (Ver Tabla 6) se le restó

27.44kg de nitrógeno/ha que es 172.56kg de nitrógeno/ha.

Luego se tomó el valor de nitrógeno de compost de residuos de comida que es de 1.67% (Ver Tabla 3), lo cual se proyectó a 167kg de nitrógeno en 10 tn/ha de compost.

Realizado las operaciones se aprecia las proyecciones que está en 167kg de la proyección en 10 tn/ha de compost y 172.56Kg de nitrógeno restado del nitrógeno suelo y recomendado por INIA (instituto Nacional de Innovación Agraria). Por consiguiente, estas cantidades están dentro de estos valores, lo cual se usó para establecer las dosis de o tratamientos.

Procedimientos

- Se realizaron los siguientes procedimientos
- Se hizo la preparación de terreno de manera convencional; es decir como lo realizan los agricultores de Barranca.
- Luego se tomaron muestras de suelo de manera escalonada y se llevó al INIA Huaral, lo cual determinó las concentraciones de nutrientes.
- Seguido se instaló, implementó y delimitó el área experimental empleándose el modelo estadístico del Diseño de Bloques Complementase al Azar con 3 bloques y 5 tratamientos
- De allí se sembraron semillas de rabanito a distanciamiento de 0.10 m entre plantas de ambos lados de

los surcos y entre surco a 0.50 m, en parcelas de 1.60 m de longitud y 1 m de ancho.

- Después de 15 días de siembra se aplicaron las dosis de compost a base de residuos de mercado (Ver Tabla 1) y se evaluaron las características físicas de la planta.
- Obtenidos los datos de las evaluaciones se procesaron mediante análisis de varianza y prueba de Duncan al 5 % de error.
- En el análisis químico se determinó la concentración de nitrógeno de suelo se sumó con la concentración de nitrógeno de los tratamientos y se comparó con el rendimiento.
- Por último, se compararon los costos de los fertilizantes sintéticos con el abono a base de residuos de mercado y sus rendimientos, para conocer su viabilidad económica.

RESULTADOS

Análisis de suelo

De acuerdo al análisis de suelo que se detalla en la Tabla 5, se aprecia que el pH con 6.88 está en nivel neutro (6.8–7.2), materia orgánica bajo (valor medio 2 %-4 %), nitrógeno bajo (valor medio 0.1 % - 0.2 %), fósforo en nivel normal (7 ppm -14 ppm) y potasio nivel normales (valor medio 100 ppm – 240 ppm) (14). Respecto a los valores de

intercambio catiónico de calcio, magnesio, sodio y potasio se encuentran en alto, medio y bajo respectivamente de acuerdo a los parámetros de McKean (15). Por lo tanto,

las características químicas de este suelo indican que es adecuado para la siembra de rabanito.

Tabla 5. Análisis de suelo del área experimental.

C.E. 1:2:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. (%)	N %	P Ppm	K Ppm	CaCO ₃ %	Intercambio catiónico (mEq/100 g suelo)				C.I.C
							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

Fuente: Gálvez *et al.* (2019) (16).

Recomendación de nutrientes para el cultivo de rabanito

Continuo al análisis de suelo sobre la concentración de nutrientes en la Tabla 6, se

determinó la concentración de Nitrógeno, fósforo y potasio que se debe de adicionar para obtener rendimiento óptimo en el cultivo de rabanito.

Tabla 6. Fertilización recomendada para el cultivo de rabanito.

Cultivo	N	P	K
Kg/ha	200	100	140

Fuente: Gálvez *et al.* (2019) (16).

Características físicas del rabanito

En cuanto a las características físicas del cultivo de rabanito que se detalla en la Tabla 7, se aprecia que el T5 con 10 tn/ha destacó en la longitud de planta, rendimiento

y calidad de bulbo. También se observa que hubo homogeneidad en los promedios de los tratamientos estando calificado (a y ab). Por lo que, quiere decir que no influyó estadísticamente las dosis de compost.

Tabla 7. Características físicas del rabanito de acuerdo a las dosis de compost.

Tratamiento	Compost tn/ha)	Longitud de planta (cm)	Peso de planta(g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Rendimiento comercial tn/ha
T ₅	10	28.23 a	41.86 a	3.65 a	4.11 a	12.051 a
T ₄	8	27.51 a	38.75 a	3.42 a	3.85 ab	10.953 ab
T ₃	6	26.11 a	36.01 a	3.31 a	3.71 ab	10.365 ab

Tratamiento	Compost tn/ha	Longitud de planta (cm)	Peso de planta(g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Rendimiento comercial tn/ha
T ₂	4	25.05 a	33.05 a	3.22 a	3.42 ab	9.894 ab
T ₁	0	24.65 a	30.86 a	3.06 a	3.11 b	9.218 b
Significancia		**	**	**	**	**
Coeficiente de variación		11.75	17.86	13.06	16.52	19.56

Significancia (*)

No significancia (**)

Análisis químico de aprovechamiento de nitrógeno

Respecto al aprovechamiento de nitrógeno que se indica en la Tabla 8, se aprecia que a medida que se aplicó las dosis de compost se incrementó la concentración de nitrógeno en función a 1.67kg/100kg

de compost. Por lo que a mayor dosis concentración de nitrógeno total que es T₅ con 194 kg de nitrógeno total / ha obtuvo el mayor rendimiento de rabanito con 12.051 tn/ha que se diferenció de 23.50% con relación al testigo (T₁).

Tabla 8. Aprovechamiento de nitrógeno total para el rendimiento de rabanito.

Tratamiento	Dosis de compost (tn/ha)	*Nitrógeno del compost (kg/ha)	Nitrógeno del suelo (Kg/ha)	Nitrógeno total (kg/ha)	Rendimiento tn/ha
T ₁	0	0	27.44	27.44	9.218
T ₂	4	66.8	27.44	94.24	9.894
T ₃	6	100.2	27.44	127.64	10.365
T ₄	8	133.6	27.44	161.04	10.953
T ₅	10	167.0	27.44	194.44	12.051

Nota: (*) El valor del nitrógeno que es de 1.67 Kg en 100 Kg de compost, equivale a 167 kg en 10 tn/ha, está en relación a las dosis de compost (Ver Tabla 3).

Análisis económico del costo de fertilizantes sintético y orgánico

Con respecto al análisis económico de costo de fertilizantes que se detalla en la Tabla 9, se aprecia los precios y cantidades de las fuentes de nutrientes principales como la Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de Potasio que se emplea en hortalizas. Se indica

que de acuerdo a recomendación de INIA - Huaral para el cultivo de rabanito se usará un total de 17 sacos en promedio que cuesta S/ 2889.6 Soles equivalente al tipo de cambio a \$748.93 dólares americano por hectárea para rendimiento de 24 628 kg/ha de rabanito en promedio de acuerdo a la fertilización convencional.

Tabla 9. Precios de fertilizantes sintéticos por hectárea.

Productos	Precios Unidad (S/.)	Cantidad (Kg/ha)	Cantidad (Sacos/ha)	Precios total (S/.)
Urea	120	349.72	7.00	840
Fosfato Diamónico	240	217.39	4.34	1041.6
Sulfato de potasio	180	280.00	5.60	1008
Total		847.11	16.94	2889.6

Nota: 1 saco equivale a 50 kg de fertilizante sintético.

Fuentes estadísticas mencionan que en Lima metropolitana el rendimiento de rabanito es de 24 628 kg/ha (17).

En cuanto al costo de fertilizantes orgánico que se indica en la Tabla 10, se aprecia que la mayor inversión que es T₅ con S/. 3000 Soles (\$777.54 dólares americano) obtuvo el mayor rendimiento de rabanito con 12.051 tn/ha. Por lo que, este resultado se

diferencia en rendimiento de 23.50 % y S/. 3000 Soles con relación al testigo (T₁), siendo este resultado viable en obtener fruto ecológico y mejorar las propiedades del suelo.

Tabla 10. Precios de fertilizantes por dosis de compost a base de residuo de mercados.

Tratamiento	Dosis (tn/ha)	Sacos por tratamiento	Precios (S/./saco)	Precios total S/.	Rendimiento (Tn/ha)
T ₁	0	0	0	0	9.218
T ₂	4	80	15	1200	9.894
T ₃	6	120	15	1800	10.365
T ₄	8	160	15	2400	10.953
T ₅	10	200	15	3000	12.051

Nota: 1 saco equivale a 50 kg de compost.

DISCUSIÓN

Análisis químico del suelo

En análisis de suelo del área experimental que se indica en la tabla 5, se indica que el suelo de Barranca presenta bajas concentraciones de materia orgánica, nitrógeno y niveles de calificación medio

como fósforo, potasio y bajos en otros micronutrientes. Cabe mencionar que investigaciones determinaron que sectores de Barranca tienen elementos disponibles en promedio: como Nt (nitrógeno total) con 0.083 %, P – disponible con 19.44 ppm, K – disponible con 108 ppm y los cationes cambiables: Ca con 6.45 meq / 100 g y Mg

con 1.45 meq / 100 g de suelo (18). Por lo que estos necesitan aplicación de compost lo cual adiciona nutrientes al suelo que mejora la disponibilidad de absorción para el desarrollo de la planta y por ende a mayor rendimiento de hortalizas como rabanito.

Características físicas del rabanito

Respecto a las características físicas del rabanito que se indica en la Tabla 7, se aprecia que el T₅ con 10 tn/ha de compost destacó en la longitud de planta, peso de planta, rendimiento y calidad de bulbo. También son estadísticamente homogéneos; es decir no influyeron las dosis del fertilizante. Por lo que se analiza que esta dosis se adicionó nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes, lo cual mejoró la disponibilidad para una óptima absorción y esto influyó en el desarrollo de la planta, fortaleció frente al estrés ambiental y por ende obtuvo mayor rendimiento de rabanito que se diferenció en 23.50 % con respecto al T₁ (testigo). Este resultado se debe a que el compost está compuesto de materiales vegetales, animales y otros compuestos orgánicos, lo cual mejora la fertilidad del suelo y por ende influye en el rendimiento (19).

Análisis químico de aprovechamiento de nitrógeno

Con respecto al aprovechamiento de nitrógeno que se indica en la Tabla 8, se aprecia que a mayor concentración

de compost que es T₅ con 194.44 kg/ha de nitrógeno total se obtuvo mayor rendimiento de rabanito con 12.051 tn/ha. Este resultado se analiza que a estas cantidades de nitrógeno se aportó nutrientes al suelo que mejoró la disponibilidad de estos elementos, lo cual influyó en el desarrollo de la planta, fortalecimiento frente a factores ambientales, plagas y enfermedades obteniéndose de esta manera mayor rendimiento con esta cantidad de nitrógeno. Cabe mencionar que este abono aporta más nitrógeno en comparación con el compost a base de bora y pergamino de café que son 0.52 y 0,50 % respectivamente diferenciándose del compost de residuos de jardinería con 0,43% (20). Por lo tanto se indica que este fertilizante aportó más nitrógeno

Análisis económico del costo de fertilizantes sintético y orgánico

En cuanto al análisis económico del costo de fertilizantes que se detalla en la tabla 9 y 10, se aprecia que el costo total del fertilizante sintético no es tan costoso a lo orgánico con S/. 2889.6 Soles equivalente al tipo de cambio a \$748.93 dólares americano por hectárea y S/3000 soles que equivale a \$777.54 dólares americano diferenciándose de \$28.61 dólares americano más caro lo orgánico. Por lo que este resultado indica que el uso de fertilizante sintético es eficiente para reducir costo y obtener mayor rendimiento; sin embargo, el compost a base de residuos

de mercado mejora las propiedades del suelo, lo cual adocena nutrientes para toda la campaña anual, obtiene fruto ecológico, reduce la contaminación ambiental y está al alcance de la comunidad de Barranca.

CONCLUSIONES

Se determinó que a mayor dosis de compost a base de residuo de mercado que es T₅ con 10 tn/ha se obtuvo mayor rendimiento de rabanito con 12.051 tn/ha lo cual se diferencia en 23.50 % con relación al testigo (T₁). Por lo que, es viable como una alternativa ecológico y sostenible; puesto que mejora las propiedades del suelo reduce el costo de producción, se obtiene fruto ecológico y reduce la contaminación ambiental.

También se concluye que en la concentración de nitrógeno total destacó el T₅ con 194.44 kg/ha de uso de nitrógeno total obteniéndose mayor rendimiento de rabanito con 12.051 tn/ha. Este resultado se debe a que esta dosis se adicionaron nutrientes como nitrógeno lo cual mejoró las propiedades del suelo y para todo la campaña anual.

Con respecto a la comparación entre el costo económico de fertilizante sintético y del compost a base de residuo de mercado se determinó que el fertilizante orgánico resulta más costo en a \$777.54 dólares americano con relación al fertilizante sintético; sin embargo este abono mejora las propiedades física, químicas y biológicas del suelo, aporta

nutrientes y con ello conserva y promueve la eficiente de los nutrientes para el desarrollo de la planta; por lo que resulta viable en ese enfoque.

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias L. Política fiscal y tributaria frente a la pandemia global del coronavirus. Primera edición, Proyecto Perú Debate 2021: propuestas hacia un mejor gobierno, Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), Perú. 2021; 1-50 (Acceso 28 de noviembre del 2022). https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2021/05/4._dp_politica_fiscal_tributaria.pdf
2. Díez Pérez Ó. Seguridad nacional y la crisis energética. Revista Cuadernos De Trabajo. 2022; 19: 75 -86. <http://revistas.caen.edu.pe/index.php/cuadernodetrabajo/article/view/22/16>
3. Cárdenas M, Hernández A. Las repercusiones económicas de la guerra en Ucrania sobre América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2022, 1 -24. (Acceso 30 de noviembre del 2022) <https://n9.cl/lq77m>
4. Ramírez 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://n9.cl/qicmx>
5. Amaya J. Aprovechamiento del lodo de las pozas de almacenamiento del jugo recocado de limón para la elaboración de compost en una agroindustria. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Industrial. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. 2019: 1-142 <https://n9.cl/wxpp9>

- 6.** Avellaneda F. Protocolo para la producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque en el año 2018. Tesis presentada para Optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Lambayeque, Perú. 2019: 1-55 <https://n9.cl/ap9z2>
- 7.** Condori Pacha W. Impacto del abonamiento orgánico con niveles de compost y ácidos húmicos en el rendimiento de Pellas de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) Cv. "Bola de Nieve. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. 2019: 1-72. <https://n9.cl/4ik7x>
- 8.** Hirzel J, 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 noviembre del 2022). <https://n9.cl/0n2kw>
- 9.** Anderson D, Sweeney D, Williams T. Estadística para Administración y Economía. Edición N° 10. Traducción: Ma. del Carmen Hano Roa. Universidad de Cincinnati-Estados Unidos. 2008: 1 -1056 (Acceso 29 de noviembre 2022) <https://n9.cl/1jv0>
- 10.** Cruz Nieto D, Rodríguez Espinoza F, Legua Cardenas J, Natividad Huasupoma D, Ipanaque Rona J, Abarca Rodríguez J, Ramos Pacheco R. Analysis of the Yield of Radish (*Raphanus Sativus* L.) Fertilized with Compost Based on Organic Waste from Markets and Its Relationship with Its Stomatal Density. Chemical Engineering Transactions. 2022; 94: 1387-1392. <https://n9.cl/1egfi>
- 11.** Cruz 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 Donald CL. Fertilidad de suelos. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED), Primera Edición, San José, Costa Rica. 2005; 1-231. (Acceso 16 de noviembre del 2022). <https://n9.cl/gjqpa>
- 14.** Prialé C. Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA), Estación Experimental Agraria Pichanaki. 2016; 1-11. (acceso 18 de noviembre del 2022) http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf
- 15.** McKean, S. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. Una guía teórica y práctica de metodologías. Documento de trabajo No. 129, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1993; 1-103. (Acceso 219 de noviembre del 2022). <https://n9.cl/afzz>
- 16.** Gálvez Torres E, Legua Cárdenas J, Cruz Nieto D, Caro Soto F, Inga Sotelo M. Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.). 2019; 12 (2): 236 -249. http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/645/804
- 17.** Albuja E, Santa María J, Castro E. Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017. Anuario Estadístico, Edición: Agosto 2018. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego) - La Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP). Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA), Perú. 2017; 1 – 370. https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2017.pdf
- 18.** Vicuña A. Evaluación biológica de los suelos agrícolas del distrito y provincia de Barranca – Lima. Tesis: para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional

Santiago Antúnez de Mayolo. 2016;1-67. <https://n9.cl/kp538>

19. Bernal G., Landázuri P., Cartagena Y., Mendoza L. Compost Una alternativa de bajo costo que mejora la fertilidad de los suelos y el rendimiento de los cultivos. Editorial Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador. 2003; 1-6 (Acceso 30 de noviembre del 2022). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2590>

20. Rivas-Nichorzon M, Silva-Acuña R. Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhornia Crassipes*). Revista Ciencia Unemi, Ecuador. 2020; 13 (32): 87 -100. <https://n9.cl/ck951>

Adelfa Yzarra Aguilar

Maestra en Planeación Estratégica y Gestión en Ingeniería de Proyectos. Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Huancavelica. Docente en la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Perú.

Alberto Irhaam Sánchez Guzmán

Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. Docente Principal a Dedicación Exclusiva de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Alex Aurelio Ibarra Velásquez

Máster en Comercio Internacional y Marketing, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Economista Agrícola, Universidad Agraria del Ecuador. Docente Invitado Universidad Católica en la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y Economía Agrícola. Docente de la Universidad Península de Santa Elena, Ecuador.

Alfonso Ruiz Rodríguez

Ingeniero en Industrias Alimentarias. Maestro en Investigación científica, Universidad Nacional de Centro del Perú. Doctorado en Administración de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Experiencia en ciencia y tecnología de alimentos, secado de productos agroindustriales por energía solar, compuestos bioactivos e innovación de alimentos andinos con énfasis en leguminosas y granos andinos; inspección y supervisión del procesamiento de alimentos de origen animal y vegetal, Perú.

Antonina Juana García Espinoza

Ingeniero Químico. Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad San Luis Gonzaga de Ida. Especializado en Medio Ambiente, Tratamiento de Aguas Residuales. Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles, Perú.

Astrid Seperiza Wittwer

Médico Veterinario Ingeniera Comercial, Universidad Austral de Chile. Directora del Centro de Estudios CEUS Llanquihue de la Universidad de Santiago. Directora principal de diversas iniciativas financiadas por ANID, FIA, FIC y CORFO. Experta en gestión comercial y empresarial, trabajos asociados a la producción lechera, alimentos funcionales y creación de cooperativas en la región de Los Lagos, Perú.

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.

Bella Cecilia Crespo Moncada

Ingeniera Agropecuaria, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Máster en Agroindustria rural, Desarrollo territorial y turismo Agroalimentario, Universidad Autónoma del Estado de México. Docente titular Auxiliar 2, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Participación como exponente en el II Congreso Internacional de Estudios Rurales. Miembro del grupo de Investigación de Desarrollo y Gestión Agroindustrial, Ecuador.

Benito Filemón Buendía Quispe

Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Magister en Sistemas Ecológicos y Agropecuarios, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Pasco. Doctor Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo. Docente principal, Vicerrector Académico, Decano y Director general, Director Escuela Agronomía Oxapampa-UNDAC. Responsable del proyecto forestal actualmente, publicaciones internacionales, Perú.

Berardo Beder Ruiz Sánchez

Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Trujillo. Docente nombrado principal con dedicación exclusiva en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

CURRÍCULO DE AUTORES***Carlos Enrique Espinoza Quispe***

Doctor en Ciencias Ambientales. Maestro en Planeación Estratégica y Gestión en Ingeniería de Proyectos, Universidad Nacional de Huancavelica (UNH). Ingeniero Industrial en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Jefe de la Unidad Formuladora de la UNH, Perú.

Carmen Elizabeth Silverio Calderón

Maestría en Biotecnología Molecular, Universidad de Guayaquil, Ecuador..

César Marcelino Mazuelos Cardoza

Maestro en docencia superior e investigación universitaria. Licenciado en administración. Bachiller en administración. Doctor en Ciencias de la Educación. Experiencia como Rector de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Corina Flores Calderón

Ingeniera en Alimentos. Magíster en Ciencia de los Alimentos, Universidad Austral de Chile, Proyectos a nivel nacional e internacional, Perú.

Denis Dante Corilla Flores

Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú. Magister en Tecnología y Gestión de la Calidad en Alimentos. Catedrático de Matemática e Ingeniería de alimentos, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Participación en proyectos de investigación aprobados por CONCYTEC y Fondos del Canon Minero, Perú.

Denisse Jesús Vélez Chang

Maestría de Ecología y Gestión Ambiental en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Diego Rodrigo López Ramos

Título profesional de Químico Farmacéutico, UCSM, Arequipa Perú. Maestro en Planificación y Gestión Ambiental UCSM. Master de Administración de Negocios, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid España. Estudiante (egresado) del Doctorado en Ciencias Ambientales, UCSM Arequipa Perú. Universitario en la escuela profesional de ingeniería ambiental, UCSM Perú.

Edgar Leonardo Peña Casas

Ingeniero Mecánico. Docente Universitario de la Facultad de Sistemas de la Universidad San Luis Gonzaga de Ida. Especializado en Tecnologías Limpias, Tratamiento de Aguas Residuales. Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles, Perú.

Edgar Octavio Roque Huanca

Doctor por la Universidad Nacional del Altiplano. Docente universitario. Investigador en temas de contaminación ambiental, Ganadería nutrición, producción y medio ambiente; procesos pedagógicos y didácticos. Participación en diversos proyectos de investigación, colaborador de concursos nacionales de proyectos de investigación en ciencia y tecnología (PROCYT) del CONCYTEC, Perú.

Edwin Fredy Bocado Delgado

Doctor en ciencias y tecnologías ambientales en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Docente Principal, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, docente de Post grado en la Universidad Católica de Santa María. Participantes como ponentes en congresos nacionales e internacionales, docente Investigador Renacyt, Perú.

Elena Villafuerte Pucha

Docente e investigadora del Instituto Tecnológico Superior San Isidro, Cuenca-Ecuador.

Elías Salvador Tasayco

Profesor investigador en nutrición avícola. Profesor del curso de nutrición animal. Jefe de laboratorio de investigación en nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"–Perú. Consultor en nutrición avícola, Perú.

Elvira Teófila Castañeda Chirre

Maestría en Ecología y gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. Docente a Tiempo Completo de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Erwin Pablo Peña Casas

Ingeniero Químico. Docente Universitario de la Facultad de Sistemas de la Universidad San Luis Gonzaga de Ida. Especializado en Tecnologías Limpias, Tratamiento de Aguas Residuales. Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles.

Felipe Escobar Ramírez

Doctor en ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Huancavelica. Magister scientiae, especialidad: Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina. Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, UNSCH. Docente principal de la UNSCH, Perú.

Félix David Freire Sierra

Máster en Administración de Empresas, Universidad Carlos III de Madrid. Ingeniero Comercial, Universidad de Guayaquil. Docente la Universidad de Guayaquil, Docente Tutor de la Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.

Franklin Ore Areche

Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. Magíster en Agronegocios y Comercio Internacional, Universidad Nacional de Huancavelica. Docente ordinario en la Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Línea de Investigación: Ciencia y Tecnología de los alimentos, Fermentaciones industriales, Biotecnología e Ingeniería de procesos, Perú.

Guillermo Gomer Cotrina Cabello

Ingeniero Agrónomo de profesión, Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco. Doctor En medio ambiente y desarrollo Sostenible, Postdoctor en ciencias, con participación en congreso internacionales con publicación de artículo científicos en revistas internacionales de impactos y con publicación de libros de consulta y capítulos de libros de Investigación, Perú.

Heber Nehemias Chui Betancur

Doctor por la Universidad Nacional del Altiplano. Investigador en temas de contaminación ambiental en la región de Puno, Arqueometría y procesos pedagógicos. Participación en diversos proyectos de investigación, en colaboración con institutos científicos del país (IPEN; FCF-UNMSM; UNI) y del extranjero como: IFUNAM - México.

Héctor Jorge Castro Bartolomé

Ingeniero Químico. Maestría en Docencia Superior e Investigación Universitaria. Experiencia como docencia e investigación, Universidad Nacional de Barranca y Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Héctor Rodríguez Papuico

Estudios de pre y posgrado en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima. Docente de la UNJBG de Tacna, vicerrector de Investigación, Investigador de proyectos científicos, Perú.

Hugo Daniel García Juárez

Ingeniería Industrial. Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo. Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura. Experiencia como Docente Universitario, docente investigador en universidades públicas y privadas. Ponente en eventos nacionales e internacionales. Línea de investigación: producción y logística, Perú.

Hugo Flores Aybar

Doctor en Epidemiología Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Vicerrector de Investigación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Docente Ordinario en Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Investigador de proyectos científicos, Perú.

Isabel Álvarez Ochoa

Bioquímica Farmacéutica, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Jannie Caroll Mendoza Zuta

Ingeniera Industrial. Maestría en Ingeniería Industrial con mención en Gerencia de Operaciones. Técnica en Computación e Informática. Especialización en Logística. Experiencia profesional en el sector minero, industrial y docencia universitaria. Doctorando en Administración, Perú.

Jefferson Peter Ponce Alvino

Licenciado en Ingeniería Mecatrónica, especialista en Seguridad, Salud Ocupacional y Medioambiente, gestión de procesos industriales, Perú.

Jennyfer Florez Mendez.

PhD. Food Science and technology. Master Degree in Food Science and technology. Especialista en el desarrollo de productos funcionales. Proyectos a nivel nacional e internacional como coordinadora y/o asesora en el desarrollo de productos. Ponente en eventos científicos a nivel nacional e internacionales. Investigadora del CEUS Llanquihue con publicaciones científicas en revistas arbitradas, Perú.

José Vicente Nunja García

Maestría en Ecología y gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Jovencio Ticsihua Huaman

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. Experiencia en ciencia y tecnología de alimentos, 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 de la Universidad Nacional del Altiplano, con Especialización en Proyectos de Inversión Pública, Universidad Nacional del Altiplano-Perú. Magíster en Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Universidad de Valparaíso-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 (Scopus – WoS) en temas de Economía Ambiental, Economía Agraria, Desarrollo Sostenible, Gestión Pública y Economía de la Salud; becario de la Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo AGCID-Chile.

Katia Pérez Argollo

Doctora en educación por la Universidad Nacional del Altiplano. Investigadora en temas de educativos. Docente universitario del Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Licenciada en Educación con especialidad en Educación Primaria UNA-PUNO. Maestría en Educación, UNA-PUNO. Doctorado en Educación, UNA-PUNO, Perú.

Luis Adolfo Ramos-Mamani

Maestro en Ciencias con Mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Docente Ordinario en Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Investigador de proyectos científicos, Perú.

Luis Edgardo Cruz Salinas

Bachiller en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo. Maestro en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo. Doctor en Administración, Universidad César Vallejo. Docente en la Universidad César Vallejo, Universidad Privada del Norte y Universidad Nacional de Trujillo. Línea de investigación: gestión empresarial y productiva, Perú.

María Cleofé Saucedo López

Maestría en Docencia Superior e Investigación Universitaria, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Marisol Jacqueline Mercedes Idrovo

Avecillas. Licenciado en Mercadotecnia, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Diplomado Superior de Cuarto Nivel en Gerencia Estratégica de Mercadeo, Universidad Técnica Particular de Loja. Magíster en Gerencia Educativa, Universidad Estatal de Bolívar. Docente de la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Martha Beatriz Hernández Armendáriz

Master en Contabilidad y Auditoría, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Licenciada en Ciencias de la Educación, Especialidad Asignaturas Secretariales, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Docente de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.

Miguel Angel Padilla Mamani

Médico Veterinario y Zootecnista. Docente de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Investigador de proyectos científicos, Perú.

Misael Gutiérrez Velásquez

Ingeniero ambiental y sanitario, Universidad San Luis Gonzaga de Ica. Especializado en tratamiento y reúso de aguas domésticas e industriales, CITREA SAC. Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles. Experiencia como investigador, Perú.

Nardy Guillen Sosa

Magister por la Universidad Nacional del Altiplano. Docente universitario. Investigador en temas de contaminación ambiental, procesos pedagógicos y didácticos, Perú.

Norma Elvira Muguruza Crispin

Maestría en Ciencias de Alimentos, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. Docente Asociada de dedicación exclusiva de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Pedro Andrés Cordero Washima

Docente del Instituto Tecnológico Superior San Isidro, Cuenca-Ecuador.

Pedro Córdoba Mendoza

Ingeniero Químico. Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad San Luis Gonzaga de Ida. Especializado en Medio Ambiente, Energías Limpias. Calidad del Aire, Calidad del Agua. Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles, Perú.

Pedro David Córdoba Trujillo

Ingeniero Agrícola. M.Sc. Ingeniería Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Doctorado en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Federico Villareal, Expositor en un Congreso internacional de ingeniería civil, Docente Universitario de Pre grado. Maestría y Doctorado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, Consultor en la especialidad de Hidrologías e Hidráulica, investigación en Aguas, Perú.

Pedro Miguel Portillo Mendoza

Licenciado en Electricidad. Magister en Educación y Gestión. Docente de Educación Superior Universitaria y Tecnológica, en el área de Ingeniería Mecatrónica, Biomédica y Eléctrica. Publicaciones de investigaciones en revistas indexadas y asesor de tesis de ingeniería. Especialista en Automatización Industrial, Perú.

Rene Antonio Hinojosa Benavides

Doctor en ciencias agropecuarias. Maestro en Planeación Estratégica y Gestión en Ingeniería de Proyectos. Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica. Licenciado en Educación: mención agropecuaria y nutrición, Universidad Nacional de Educación "Enrique Guzmán y Valle- La Cantuta". Docente principal de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Perú.

Ricardo Antonio Armas Juárez

Bachiller en Ciencias Estadísticas. Maestro en Ciencias con mención en Estadística Aplicada, Universidad Nacional de Trujillo; Bachiller en educación secundaria. Licenciado en Educación Secundaria: Matemáticas de la Universidad Cesar Vallejo. Doctorado de Ciencias de la Educación. Docente universitario, Universidad Nacional de Piura. Participación como asistente y ponente en diferentes eventos nacionales e internacionales, Perú.

Rosario del Pilar Telles Velásquez

Magister en Producción y Salud Animal. Doctor en Epidemiología. Docente Ordinario, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Investigador Principal de proyectos científicos, Perú.

Rosmery Verónica Muñoz Ccencho

Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. Línea de Investigación: Ciencia y Tecnología de los alimentos, Perú.

Roxana Madueño Portilla

Doctora en Ciencias de la Educación. Magister en Docencia Universitaria, UNE. Maestría en Ciencias Químicas, Mención Química Orgánica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM. Diplomados: Metodología de la Investigación Científica, Gestión de Proyectos de Innovación e Inversión Productiva, Gestión de la Calidad Universitaria. Docente de Pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios UNAMAD. Investigación en líneas Productivas Agropecuarias, Amplia experiencia en cargos directivos en la UNAMAD. Directora de Departamento de Medicina Veterinaria-Zootecnia, UNAMAD. Miembro del equipo formulador del Diseño Curricular, Comité Especial de Revisión de Producción Intelectual de la Facultad de Ingeniería, UNAMAD, Perú.

Royer Daywis Huarcaya Quispe

Ingeniero Geólogo. Magister en Química del Medio Ambiente. Experiencia en elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en Minería y Vivienda, Inspectora de Defensa Civil y Perito Ambiental, Perú.

Ruth Nancy Tairo Huamán

Maestro en Matemática, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-Perú. Experiencia académica en participación en distintos eventos nacionales e internacionales, desarrollo de investigación en las líneas de investigación de Ciencias de la Educación y Salud, publicaciones de artículos científicos en revistas indexadas de Scopus y WOS de alto impacto, Perú.

Sandra Jackeline Bonifacio Huallanca

Asistente de investigación del laboratorio de investigación en nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"–Perú. Responsable de unidad experimental en nutrición avícola. Experiencia en investigaciones en nutrición avícola, Perú.

Santotomas Licimaco Aguilar Pinto

Licenciado en Administración, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Bachiller en Educación, Bachiller en Ciencias Contables. Magister en Economía. Doctor Scientiae en Contabilidad y Administración, ambos estudios realizados en la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Curso de especialización en Marketing Estratégico en CENTRUM-Pontificia Universidad Católica del Perú. Docente de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ciencias Administrativas. Investigador Concytec, Perú.

Sofía Lourdes Benavente Fernández

Ingeniera Geóloga. Magister en Química del Medio Ambiente. Doctora en Ciencias y Tecnologías Medio Ambientales. Diplomado en Técnicas de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. Experiencia profesional en Docencia Universitaria, Asesoramiento a Empresas Mineras y Consultoría en la elaboración de proyectos de Inversión, elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en Minería y Vivienda, Inspectora de Defensa Civil y Perito Ambiental, Perú.

Tania Yesenia Orejon Montalvo

Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica. Participación en proyectos de investigación por CONCYTEC, Perú.

CURRÍCULO DE AUTORES***Teodoro Espinoza Ochoa***

Magister scientiae, especialidad: Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina. Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga UNSCH. Docente principal de la UNSCH, Perú.

Teresa Oriele Barrios Mendoza

Ingeniero Químico. Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Química y Petroquímica de la Universidad San Luis Gonzaga de Ida. Especializado en Procesos industriales, Energías Limpias. Auditorías Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles, Perú.

Victor Joselito Linares Cabrera

Maestro de Docencia Superior e Investigación Universitaria. Economista en Informática Educativa. Especialista en Administración en Planificación y Presupuesto. Experiencia como Colaborador en proyectos de investigación, Docencia Universitaria, administración pública, Funcionario en diversos periodos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

Wilmer Andrés López Pinta

Bioquímico Farmacéutico, Universidad Técnica de Machala. Máster universitario en Educación Inclusiva, Universidad Internacional de la Rioja. Docente en el Colegio de Bachillerato "Ismael Pérez Pazmiño" de la ciudad de Machala, Ecuador.

Ximena Alvear

Docente del Instituto Tecnológico Superior San Isidro, Cuenca-Ecuador.

Yasmin Jesús Vélez Chang

Maestría en Ecología y gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Experiencia en investigación y docencia, Perú.

ALFA

Revista de Investigación
en Ciencias Agronómicas y Veterinarias

ISSN 2664 – 0902

ISSN-L 2664 – 0902

VOLUMEN 6 - NÚMERO 18
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 2022