

Tecnología y sostenibilidad
en las

Ciencias Agrarias

Leonardo França da Silva
Victor Crespo de Oliveira
(Organizadores)

**Atena**
Editora
Año 2024

A black and white photograph of a person wearing glasses and a light-colored long-sleeved shirt, looking down at a tablet computer held in their hands. The person is standing in a field of leafy plants, possibly a crop field. The background is slightly blurred, showing more of the field and some trees in the distance.

Tecnología y sostenibilidad
en las
**Ciencias
Agrarias**

Leonardo França da Silva
Victor Crespo de Oliveira
(Organizadores)

Atena
Editora
Año 2024

Editora jefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora ejecutiva

Natalia Oliveira

Asistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecario

Janaina Ramos

Proyecto gráfico

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imágenes de portada

iStock

Edición de arte

Luiza Alves Batista

2024 por *Atena Editora*

Copyright © *Atena Editora*

Copyright do texto © 2024 Los autores

Copyright de la edición © 2024 *Atena*

Editora

Derechos de esta edición concedidos a

Atena Editora por los autores.

Open access publication by *Atena*

Editora



Todo el contenido de este libro tiene una licencia de Creative Commons Attribution License. Reconocimiento-No Comercial-No Derivados 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

El contenido de los artículos y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representan necesariamente la posición oficial de *Atena Editora*. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos a los autores, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.

Todos los manuscritos fueron previamente sometidos a evaluación ciega por pares, miembros del Consejo Editorial de esta editorial, habiendo sido aprobados para su publicación con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

Atena Editora se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o entonces, resultados fraudulentos y evitando que los intereses económicos comprometan los estándares éticos de la publicación. Las situaciones de sospecha de mala conducta científica se investigarán con el más alto nivel de rigor académico y ético.

Consejo Editorial**Ciencias Agrarias**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Jessica Mansur Siqueira Crusoé – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Tecnología y sostenibilidad en las ciencias agrarias

Diagramación: Thamires Gayde
Corrección: Yaiddy Paola Martinez
Indexación: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisión: Los autores
Organizadores: Leonardo França da Silva
Víctor Crespo de Oliveira

Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)	
T255	<p>Tecnología y sostenibilidad en las ciencias agrarias / Organizadores Leonardo França da Silva, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acceso: World Wide Web Inclui bibliografía ISBN 978-65-258-2557-1 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.571242705</p> <p>1. Ciencias agrarias. I. Silva, Leonardo França da (Organizador). II. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). III. Título. CDD 630</p>
Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARACIÓN DE LOS AUTORES

Los autores de este trabajo: 1. Certifican que no tienen ningún interés comercial que constituya un conflicto de interés en relación con el artículo científico publicado; 2. Declaran haber participado activamente en la construcción de los respectivos manuscritos, preferentemente en: a) Concepción del estudio, y/o adquisición de datos, y/o análisis e interpretación de datos; b) Elaboración del artículo o revisión para que el material sea intelectualmente relevante; c) Aprobación final del manuscrito para envío; 3. Acreditan que los artículos científicos publicados están completamente libres de datos y/o resultados fraudulentos; 4. Confirmar la cita y la referencia que sean correctas de todos los datos e interpretaciones de datos de otras investigaciones; 5. Reconocen haber informado todas las fuentes de financiamiento recibidas para la realización de la investigación; 6. Autorizar la publicación de la obra, que incluye las fichas del catálogo, ISBN (Número de serie estándar internacional), D.O.I. (Identificador de Objeto Digital) y demás índices, diseño visual y creación de portada, maquetación interior, así como su lanzamiento y difusión según criterio de Atena Editora.

DECLARACIÓN DEL EDITOR

Atena Editora declara, para todos los efectos legales, que: 1. Esta publicación constituye únicamente una cesión temporal del derecho de autor, derecho de publicación, y no constituye responsabilidad solidaria en la creación de manuscritos publicados, en los términos previstos en la Ley. sobre Derechos de autor (Ley 9610/98), en el artículo 184 del Código Penal y en el art. 927 del Código Civil; 2. Autoriza y estimula a los autores a suscribir contratos con los repositorios institucionales, con el objeto exclusivo de difundir la obra, siempre que cuente con el debido reconocimiento de autoría y edición y sin fines comerciales; 3. Todos los libros electrónicos son de acceso abierto, por lo que no los vende en su sitio web, sitios asociados, plataformas de comercio electrónico o cualquier otro medio virtual o físico, por lo tanto, está exento de transferencias de derechos de autor a los autores; 4. Todos los miembros del consejo editorial son doctores y vinculados a instituciones públicas de educación superior, según recomendación de la CAPES para la obtención del libro Qualis; 5. No transfiere, comercializa ni autoriza el uso de los nombres y correos electrónicos de los autores, así como cualquier otro dato de los mismos, para fines distintos al ámbito de difusión de esta obra.

¡Con entusiasmo y dedicación, presentamos el libro «Tecnología y Sostenibilidad en las Ciencias Agrarias»! Este libro representa una colaboración dedicada para explorar y promover el conocimiento y las soluciones en el campo de las ciencias agrícolas, reuniendo a expertos e investigadores de diversas áreas afines.

Nuestro objetivo es impulsar la discusión y difusión de conocimientos sobre las tendencias y desafíos que enfrenta la agricultura moderna. Creemos que al unir diferentes perspectivas podemos enfrentar los complejos desafíos que se presentan en la producción de alimentos y en la gestión sostenible de los recursos agrícolas. Expresamos nuestra profunda gratitud a todos los autores que contribuyeron con sus investigaciones y experiencias para la realización de esta obra significativa.

Reconocemos la importancia de la divulgación científica y valoramos a la Atena Editora como una plataforma facilitadora de la difusión del conocimiento científico en el campo de las ciencias agrícolas. Estamos comprometidos en aumentar la conciencia sobre las tendencias emergentes y los desafíos urgentes en la agricultura, así como en ofrecer soluciones innovadoras para un futuro agrícola más sostenible y productivo.

Esperamos que este libro estimule la interconexión entre diferentes áreas de estudio relacionadas con las ciencias agrícolas y contribuya al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes, sostenibles y resilientes en nuestra sociedad. Agradecemos a todos por unirse a nosotros en esta jornada de descubrimientos y aprendizaje.

Leonardo França da Silva

Víctor Crespo de Oliveira

CAPÍTULO 1	1
ALGUNOS ASPECTOS ENERGÉTICOS PARA CONSIDERAR EN HORTICULTURA PROTEGIDA	
Josué Martínez-Lagos Homero Barría Ojeda Gabriel Peña Peña	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5712427051	
CAPÍTULO 2	11
EFECTO DE DOS FERTILIZANTES SOBRE LA PRODUCCIÓN Y ASPECTOS FITOSANITARIO EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (<i>MUSA PARADISIACA</i>) EN BUENAVENTURA, COLOMBIA	
Carlos Emiro Arboleda Riascos Andres Yovanni Preciado Cabezas Yuri Alexander Gutierrez Corte Elizabeth Quiñonez Candelo Francisco José Sánchez Marín Claudia Melissa Murillo Obregon	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5712427052	
CAPÍTULO 3	24
COSTOS DE PRODUCCIÓN, GANANCIAS Y COSTOS UNITARIOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (<i>COFFEA ARABICA L.</i>) EN EL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO. 2024	
José Luis Morales Hernandez Felipe de Jesús Gonzáles Razo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5712427053	
CAPÍTULO 4	40
ESTUDIO DE CASOS: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CARNE EN HÍBRIDO SIMMENTAL X ABERDEEN ANGUS	
Jorge Campos Parra Guillermo Wells Moncada Mario Briones Luengo Rita Astudillo-Neira Francisca Migryk-Esparza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5712427054	
CAPÍTULO 5	56
PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICA Y MICROESTRUCTURA DE QUINUA (<i>CHENOPODIUM QUINOA WILLD.</i>) PARA USO AGROINDUSTRIAL	
Ronald Astete Tebes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5712427055	
SOBRE OS ORGANIZADORES	67
ÍNDICE REMISSIVO	68

ALGUNOS ASPECTOS ENERGÉTICOS PARA CONSIDERAR EN HORTICULTURA PROTEGIDA

Fecha de envío: 07-03-2027

Data de aceite: 02/05/2024

Josué Martínez-Lagos

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Remehue
Osorno, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-2942-8583>

Homero Barría Ojeda

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Remehue
Osorno, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0000-0003-4114-5241>

Gabriel Peña Peña

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Butalcura
Chiloé, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0009-0002-7265-062X>

RESUMEN: La horticultura en condiciones protegidas tiene una serie de beneficios para el agricultor que incluyen un mejor control de las condiciones ambientales para el desarrollo óptimo de las plantas, y el uso más eficiente de recursos como la energía. Esto permite una producción más constante a lo largo del año, más rentable y sostenible en el tiempo. Si bien, la energía es un tema importante, son pocos los pequeños horticultores que tienen implementadas medidas, prácticas y tecnologías para mejorar su uso en los predios. Actualmente

existen opciones para mejorar el manejo energético, el cual debe ajustarse a las necesidades específicas de los cultivos, las condiciones climáticas externas y los objetivos productivos del horticultor.

PALABRAS-CLAVE: eficiencia, hortalizas, recursos naturales, agricultores.

SOME ENERGY ASPECTS TO CONSIDER IN PROTECTED HORTICULTURE

ABSTRACT: Protected horticulture offers various benefits to farmers, including better control of environmental conditions for optimal plant development and more efficient use of resources such as energy. This enables consistent production throughout the year, enhancing profitability and sustainability over time. Despite the significance of energy, few small-scale farmers have implemented measures, practices, and technologies to enhance its use. Currently, there are options to improve energy management, which must be tailored to the specific needs of crops, external climatic conditions, and the production objectives of the horticulturist.

KEYWORDS: efficiency, vegetables, natural resources, farmers.

ENERGÍA Y HORTICULTURA PROTEGIDA

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que, gracias a la retención de parte de la energía del sol, permite al planeta contar con una temperatura adecuada para mantener la vida. Sin embargo, la emisión de Gases con Efecto Invernadero (GEI) desde fuentes antropogénicas a un ritmo y volumen considerablemente mayor (figura 1), ha contribuido progresivamente al aumento de sus concentraciones en la atmósfera (Guo and Zhou, 2007).

Lo anterior, produce un aumento en la absorción de radiaciones infrarrojas emitidas desde la superficie de la tierra, impidiendo que vuelvan a salir al espacio exterior, atrapando el calor, y causando un aumento de la temperatura. Este fenómeno se denomina efecto invernadero, ya que es muy similar al proceso que se lleva a cabo dentro de los invernaderos hortícolas (Ali, 2021).

En la horticultura protegida, a través de estructuras como invernaderos, túneles, o viveros, se busca resguardar los cultivos (y los frutos de estos) de las inclemencias climáticas, protegiéndolos de bajas temperaturas y lluvia, brindando resguardo ante el viento, evitando posibles daños por heladas, nevadas y granizadas, y/o resguardando las plantas en desarrollo del polvo y partículas.

Dióxido de carbono (CO₂)	Óxido nítrico (N₂O)	Metano (CH₄)	Clorofluorocarbonos (CFC) y otros gases (HFC, PFC, SF₆)
<ul style="list-style-type: none">• Combustión de biomasa y combustibles fósiles.• Descomposición de materia orgánica.• Cambio de uso de suelo.• Generación de energía para el predio.• Transporte de productos.	<ul style="list-style-type: none">• Combustión de biomasa y combustibles fósiles.• Descomposición de materia orgánica.• Uso de fertilizantes y abonos nitrogenados.• Manejo del suelo y sistema de riego.	<ul style="list-style-type: none">• Combustión de biomasa y combustibles fósiles.• Descomposición anaeróbica de materia orgánica.• Arrozales.• Fermentación entérica.	<ul style="list-style-type: none">• Procesos frigoríficos (gases de sistemas de refrigeración, espumas, propelentes de aerosoles, etc).• Procesos eléctricos (aislantes, interruptores, transformadores, extintores, etc).

Figura 1. Principales GEI y sus fuentes de emisión.

Fuente: elaboración propia.

Así como en la atmósfera los GEI capturan la radiación solar provocando que se eleve la temperatura del planeta, los materiales utilizados para cubierta de la infraestructura protegida, que tienen poca transmisividad a la radiación infrarroja (Ej. vidrio, policarbonato, polietileno, u otros), realizan una función bastante similar. Es por ello que, entender cómo funciona el efecto invernadero, resulta de utilidad para mejorar la gestión energética en la horticultura protegida.

Al aumento promedio global de las temperaturas se le conoce como calentamiento global. Este fenómeno provoca una serie de consecuencias negativas que pueden llegar a afectar la frecuencia de eventos climáticos extremos, la biodiversidad, la disponibilidad de agua, etc. En este sentido, la alteración de patrones y elementos del clima, afecta especialmente a la horticultura, ya que es especialmente sensible a cambios en las precipitaciones, temperatura, viento, nubosidad, etc. Sin embargo, brindando condiciones de protección adecuadas, pueden mitigarse estos impactos.

Por otra parte, en los predios hortícolas el uso de energía es clave, ya que forma parte esencial de los procesos productivos y de control climático, siendo necesaria para iluminación, calefacción, ventilación, transporte, etc. En la actualidad, el uso de combustibles fósiles ha sido casi imprescindible, sin embargo, existen opciones para disminuir su uso, y por ende las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), ya sea reduciendo la demanda energética, incentivando el uso energías renovables, o haciendo más eficiente la utilización de la energía disponible mediante mejores equipos y técnicas.

Además de ayudar en la disminución de la emisión de gases, un adecuado manejo energético en el predio también conlleva ventajas positivas a nivel económico para los horticultores, ya que los costos por consumo energético, dependiendo de la escala de producción, repercuten directamente en el balance económico y en la rentabilidad.

Con la implementación estratégica de estructuras para la protección de cultivos, además de mejorar el manejo energético, también puede llegar a romperse la estacionalidad, que, en zonas frías como la zona sur-austral de Chile, es una de las principales brechas productivas. Esto permite al horticultor aportar al mercado local y/o regional un suministro más constante de hortalizas de acuerdo a la demanda.

Además, con la suficiente información, los consumidores pueden llegar a preferir los productos provenientes de estos sistemas, ya que al seleccionarlos presentan menos fallas mecánicas debidas a la no exposición a la intemperie, lo que aumenta su duración. También, porque presentan una menor huella de carbono, porque se utiliza menos cantidad de combustible para su transporte, en comparación a las hortalizas provenientes de áreas más lejanas.

Al mejorar las condiciones generales dentro de las estructuras de protección se incentiva un mejor desarrollo de las especies, pero, para ello se deben gestionar adecuadamente las relaciones entre las condiciones climáticas exteriores y las necesidades de las plantas dentro, lo cual determina en gran parte la demanda energética, y el éxito de la producción en condiciones protegidas (Körner, 2003).

Es decir, la combinación de factores climáticos externos como la temperatura, humedad relativa, radiación solar, y velocidad del viento, los requisitos de temperatura y humedad específicos de cada tipo de hortalizas, las características de tamaño y diseño de la estructura protegida, así como la gestión eficiente del clima dentro de esta estructura (ej. prácticas de ventilación, iluminación, etc.) determinarán si la demanda energética es mayor o menor.

Con un buen manejo de las condiciones internas se puede alcanzar una mayor temperatura del suelo y una menor evapotranspiración (con el consiguiente ahorro de agua de riego), creando mejores condiciones de humedad para que las plantas lleguen al óptimo productivo (Hassan et al., 2017). En este sentido, para promover y garantizar el crecimiento saludable y productivo de las hortalizas, y a la vez maximizar la eficiencia energética a través de una operación adecuada de la infraestructura protegida, es de utilidad conocer el balance de energía.

Este concepto tiene relación con los principios de la termodinámica, los cuales establecen que los sistemas pueden intercambiar energía con su entorno a través de mecanismos como calor, trabajo y/o transferencia de masa (Zohuri and McDaniel, 2015). Dentro de infraestructuras de protección, la transferencia y acumulación de energía se rige por el principio de conservación de la energía. La variación de la energía se explica entonces por la diferencia entre la energía que se recibe y la que se entrega. Por ello, conocer el balance energético puede ser útil para planificar, diseñar, y/o realizar un buen control climático del sistema de protección, de forma tal que, se minimicen las pérdidas, al mismo tiempo que se maximiza el aprovechamiento de la energía que viene del sol o de las otras fuentes del predio.

Existen maneras de estimar el balance energético de un invernadero, con más o menos variables que representan la intensidad de energía recibida o perdida dependiendo de los criterios empleados (ej. Salazar-Moreno et al., 2019; De Pedro, 2015; Valera et al., 2008; 2006), por ejemplo:

$$Rn + Qcli = Qcc + Qren + Qevp + Qsue$$

Donde:

- Rn es la radiación neta que calienta el invernadero, la cual es igual a la energía absorbida por la cubierta, por el suelo y por las plantas, menos la radiación emitida.
- $Qcli$ es la energía calorífica que es necesario aportar o eliminar del invernadero, la cual determina cuanto calor se debe aportar en un sistema de calefacción, o cuanto hay que eliminar con un sistema de refrigeración.
- Qcc es el calor perdido por conducción-convicción entre el ambiente exterior y el interior del invernadero, por la superficie cubierta por unidad de tiempo.
- $Qren$ es el calor sensible y latente perdido por la renovación del aire interior, el cual resulta de la entrada de aire procedente del exterior que supone una pérdida o ganancia de energía según las diferencias de temperatura y humedad en el exterior.
- $Qevp$ es el calor latente consumido en la evapotranspiración de las plantas y el suelo, de acuerdo a las condiciones en el invernadero.
- $Qsue$ es el flujo de calor perdido por conducción a través del suelo.

En este balance, la radiación neta y la energía calorífica representan la energía ganada, mientras que el calor perdido por conducción-convicción, el calor sensible y latente perdido por la renovación del aire interior, el calor latente consumido en la evapotranspiración de las plantas y el suelo, y el flujo de calor perdido por conducción a través del suelo representan la energía perdida, tal como se muestra en la figura 2.

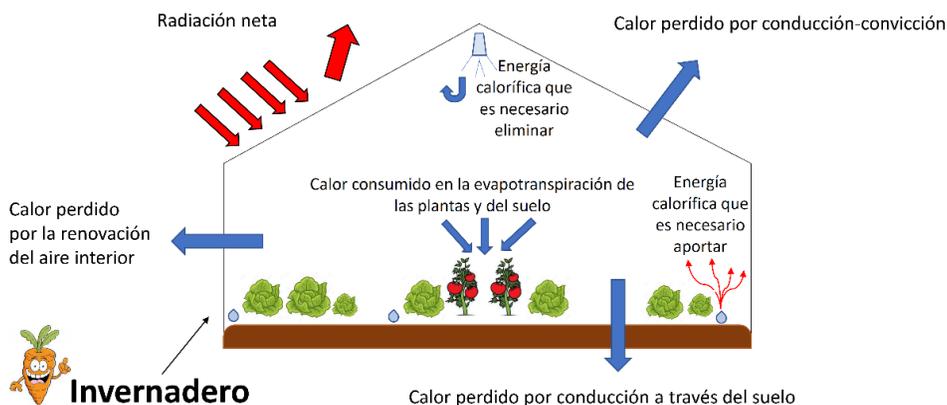


Figura 2. Balance energético en un invernadero.

Fuente: adaptado de Molina-Aizet al. (2013; 2012) y Valera et al. (2008).

Conocer el balance de energía ayudaría al productor y al extensionista que lo asesora, a manejar de mejor forma el sistema de protección de los cultivos, ya que se conocen mejor los requerimientos de calefacción o enfriamiento, permitiendo tomar mejores decisiones en función de la diferencia de temperatura exterior e interior que se desea mantener a lo largo del periodo productivo (Körner, 2003).

Ahora bien, durante la etapa de diseño y/o al establecer estrategias de manejo de infraestructuras protegidas en el predio hortícola, para minimizar las pérdidas de energía es recomendable considerar algunos parámetros de las condiciones climáticas externas, como por ejemplo: intensidad máxima de radiación solar; temperaturas (mínima absoluta del año, media de las mínimas mensuales, media mensual del mes más frío, media mensual del mes más cálido, media de las temperaturas diarias del mes más cálido, y máxima absoluta del año); humedad exterior; y dirección y velocidad media del viento (Valera et al., 2006).

Además, para el interior, se debe considerar el monitoreo permanente de parámetros específicos de acuerdo al tipo de cultivo y a los objetivos productivos planteados. Algunos ejemplos de parámetros son: temperatura del suelo y aire; humedad relativa; intensidad lumínica; flujo de aire; CO_2 , etc. Para su determinación el horticultor puede emplear herramientas, equipos y sistemas de monitoreo, que incluyan desde un simple termómetro, higrometro, luxómetro, anemómetro, hasta sensores multiparámetros, softwares de gestión de datos, y/o sistemas de automatización y ajuste automático, que permitan el monitoreo en tiempo real, agilizando la toma de decisiones.

DATOS DE ENERGÍA DE PEQUEÑOS PREDIOS HORTÍCOLAS DEL SUR DE CHILE

En el marco de un proyecto finalizado en el 2021 se realizó una encuesta a 53 pequeños productores hortícolas acerca de temas energéticos, con el fin de contar con información base para futuros proyectos de capacitación y apoyo técnico en dicha área. Los tópicos consultados fueron: acceso a recursos energéticos; uso de energía; medidas de eficiencia energética; costos asociados; e impacto ambiental.

Los horticultores encuestados (15% hombres y 85% mujeres) provenían de las comunas de La Unión, Corral y Lanco, región de Los Ríos, Chile, y pertenecían al Núcleo Tecnológico Hortícola (2016-2021). En sus predios predomina la jefatura femenina, con el negocio hortícola como una actividad compatibilizada con la vida familiar en el campo. El promedio de edad es de 47 años (cabe recalcar que esta región presenta problemas de migración de individuos jóvenes desde zonas rurales a urbanas), y el 81% contaba con educación media completa.

Las hortalizas con mayor superficie cultivada son lechuga, tomate, acelga, cilantro, poroto, y papa (tubérculo). El 100% posee invernadero, pero también tienen parte de la superficie cultivada al aire libre. La gran mayoría de los horticultores usan técnicas convencionales, pero muchos emplean algunas prácticas agroecológicas (ninguno tiene un sistema orgánico, ni hidropónico).

El 100% de los horticultores tiene acceso seguro y confiable a algún recurso energético, y la totalidad reporta tener electricidad en el predio. La energía se destina a iluminación, calefacción, refrigeración, y solo un 17% emplea la energía para riego básico. El 100% de ellos cuenta con acceso a combustibles para equipos y maquinarias agrícolas, y según lo reportado utilizan principalmente gasolina (100%), gas (58%), y diesel (38%) para las diversas actividades del predio. El nivel de dependencia promedio de la energía no renovable es de 4 (considerando a como muy bajo y 5 como muy alto).

El 8% no conocía el término energías renovables no convencionales (ERNC), pero solo el 34% utiliza alguna fuente de energía renovable en su predio, distribuyéndose de la siguiente manera: energía solar (67%), biomasa (22%) y energía eólica (11%). El 49% ha considerado implementar más tecnologías de ERNC (intención: 62% solar, 27% biomásica y 12% eólica), pero las principales limitantes han sido: falta de recursos monetarios para la inversión (54%); falta de recursos y no saber suficiente sobre el funcionamiento de la nueva tecnología (23%); y no saber suficiente sobre la nueva tecnología (23%). El nivel de dependencia promedio de la energía renovable es de 3.

Respecto a la eficiencia energética, el 57% conocía el término, pero solo un 38% tenía incorporado en el predio alguna medida para mejorarla. De este último porcentaje, el 75% indicaron utilizar iluminación con diodo emisor de luz (LED) y solo un 25% emplea equipos con etiqueta A+++, A++, A+, B, o C.

Si bien es cierto, todos tienen infraestructuras protegidas para sus cultivos, solo el 70% aplica algún tipo de manejo energético del invernadero (30% ventilación, 24% material aislante, 19% orientación adecuada y 27% una mezcla de las anteriores). Ninguno sabía el concepto, ni había realizado un balance energético para su sistema de protección de cultivos.

De los horticultores encuestados, solamente el 6% conocía los costos energéticos relacionados a su producción, lo que es esperable, ya que los agricultores de la región en general no suelen llevar registros. Finalmente, el 57% está consciente que el mal uso de la energía en el predio puede generar un impacto ambiental, asociándolo principalmente a: extracción y consumo de recursos naturales para generación de energía (47%); emisión de gases y material particulado (40%); o energía asociada al uso de productos químicos como fertilizantes y pesticidas que pueden contaminar aguas y suelos (13%).

MEDIDAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HORTICULTURA PROTEGIDA

Para que los horticultores puedan mejorar la eficiencia energética, reducir las pérdidas y mantener buenas condiciones para el desarrollo óptimo de las plantas, se identificaron las siguientes medidas:

1. Conocer los patrones climáticos de la zona donde está ubicado el predio, y las condiciones ambientales que pueden influir en las necesidades energéticas actuales y futuras.
2. Explorar los distintos diseños de infraestructuras protegidas, y seleccionar el que proporcione las mejores condiciones para garantizar los rendimientos esperados, permitiéndole mantener un nivel adecuado de eficiencia energética.
3. Informarse sobre los materiales de construcción disponibles en la zona, sobre todo para las cubiertas, y elegir el que presenta mejor transmisibilidad de la luz y resistencia a pérdidas de calor. Además, identificar posibles aislantes que puedan utilizarse para puertas, uniones y/o sellar fisuras, teniendo en cuenta el impacto que pudiesen ocasionar en la ventilación.
4. Elegir la orientación correcta de la infraestructura protegida, con el fin de favorecer la captación de la energía del sol y atenuar posibles efectos negativos del viento. Además, lavar el exterior del invernadero para mejorar la captación de luz en algunas estaciones del año.
5. Determinar las necesidades climáticas requeridas dentro del invernadero por especie en producción, ciclo, época del año, etc. Para ello, se debe recopilar información disponible sobre las temperaturas óptimas de acuerdo a su estado de crecimiento (considerando que las temperaturas varían a lo largo del día), nivel de humedad relativa, requisitos de luz y ventilación, etc.
6. Identificar el mejor método de control climático que le permita alcanzar condiciones favorables dentro de la infraestructura protegida, seleccionando el sistema de calefacción, ventilación, sombreado, iluminación, etc., más adecuado.

Para el enfriamiento se recomienda llegar y mantener una temperatura similar a la de las mañanas en época de verano, mientras que para la calefacción se debe considerar el calor necesario para las noches del invierno.

7. Realizar un monitoreo continuo de las condiciones climáticas dentro de la infraestructura de protección, registrando permanentemente datos que permitan contar con información para la toma de decisiones de control climático.
8. Aplicar permanentemente medidas para mejorar la hermeticidad, es decir, reducir las infiltraciones indeseables de aire, mejorar el aislamiento térmico, y procurar una buena ventilación. Para zonas frías algunos ejemplos son: paredes dobles en los invernaderos; mallas térmicas con una porosidad que no disminuya la ventilación; y cortinas rompeviento o barreras de protección vegetal con una distancia que no impida la captación de luz, pero que proteja el daño físico y mejore las condiciones micro climáticas al interior.
9. Revisar regularmente los equipos asociados a la infraestructura de protección (ej. bomba de riego, equipos de iluminación, sensores, etc.) y realizar las mantenciones al día. Esto ayuda a optimizar el rendimiento; prevenir desgaste prematuro; ahorrar en costos de mantenimiento por averías; disminuir riesgos en materia de seguridad; y prolongar la vida útil.
10. Sustituir las energías no renovables (ej. derivados del petróleo, gas natural, etc.) utilizadas en el predio por ERNC como las mencionadas en la figura 3.
11. Favorecer los circuitos cortos de comercialización de productos y/o compra de insumos para evitar el gasto excesivo de combustible de los vehículos, y disminuir así la huella de carbono de las hortalizas producidas.
12. Emplear otras medidas que mejoren el manejo energético del predio, como, por ejemplo, el uso de micro túneles de polietileno para las primeras etapas de crecimiento de las plantas y mallas para sombrear en periodos cálidos.

La implementación total o parcial de las medidas mencionadas puede ayudar a mejorar el balance energético en el predio, a través de la disminución de los requerimientos de energía externos al sistema productivo. Lo anterior ayudará a lograr mejores condiciones para el desarrollo de las hortalizas, mitigando pérdidas económicas por baja eficiencia energética, y mejorando la sostenibilidad de la producción de hortalizas en condiciones protegidas a largo plazo.



Energía solar fotovoltaica

Funciona convirtiendo la luz solar en energía eléctrica, a través de celdas solares fabricadas con materiales semiconductores como el silicio. Cuando la luz incide sobre las celdas, los electrones se excitan y se ponen en movimiento, creando un flujo de corriente eléctrica.

Esta energía puede ser utilizada en el predio hortícola para bombas de elevación de agua, abastecimiento de equipos de iluminación de bajo consumo en los invernaderos o la casa del productor, sistemas de riego, etc.



Energía solar térmica

Funciona usando colectores que capturan la radiación solar, convirtiéndola en calor.

Los sistemas de baja temperatura están diseñados para operar a temperaturas inferiores a 100 °C. En los colectores se calienta un líquido, que mediante tuberías se transporta hacia un intercambiador de calor, donde se transfiere su energía térmica a un volumen de agua que puede ser destinado para uso en el predio, ya sea con fines domésticos (cocina, duchas, etc.), o productivos (calefacción de invernaderos, propagación de plantas, protección contra heladas, calentamiento de agua para riego, calefacción de espacios de trabajo, etc.).



Energía biomásica

Funciona usando materia orgánica para generar calor o electricidad mediante procesos de combustión, gasificación, o digestión anaeróbica. Esta última genera biogás, resultante de la descomposición bacteriana de materiales en ausencia de oxígeno. El gas puede utilizarse para ser transformado en energía térmica o eléctrica destinada a calentar agua, calefacción de invernaderos y espacios de trabajo, secado de productos, etc.

Además también se produce un efluente estabilizado conocido como digestato, el cual que puede ser utilizado como fuente de nutrientes para mejorar la fertilidad y estructura del suelo, y aumentar la materia orgánica y las comunidades de microorganismos.

Figura 3. Principales energías renovables no convencionales aplicables en predios hortícolas. Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS

Ali, S. R. 2021. **An overview on greenhouse effect**. ACADEMICIA 11(11): 994-1000. ISSN 2249-7137. DOI: 10.5958/2249-7137.2021.02554.4.

De Pedro, L. 2015. **Invernaderos en regiones tropicales y sub-tropicales: Balance de energía, diseño y manejo del ambiente físico**. Trabajo Final para optar por el grado académico de especialista en cultivos intensivos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. 32 pág.

Guo, J., and C. Zhou. 2007. **Greenhouse gas emissions and mitigation measures in Chinese agroecosystems**. Agricultural and Forest Meteorology, 142 (2–4): 270-277. ISSN 0168-1923. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.029>.

Hassan, S., Mehraj, S., Jan, A., Bashir, D., Wani, S., M., Khanday, M., Bhat, and I. Bisati. 2017. **Protected Horticulture**. IJAEB: 10: 1-13.

Körner O. 2003. **Crop based climate regimes for energy saving in greenhouse cultivation**. Tesis Doctoral, Wageningen University, Wageningen (Holanda), 244 pp.

Molina-Aiz F., Valera, D., López A. y P. Marín. 2013. **Desarrollo de un modelo de simulación del microclima dentro de invernaderos mediante balance de energía**. Horticultura, Canales sectoriales interempresas. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/113869-Desarrollo-modelo-simulacion-microclima-dentro-invernaderos-mediante-balance-energia.html> (Consultado el 07-03-2024).

Molina-Aiz F., Valera, D., López, A. y A. Álvarez. 2012. **Analysis of cooling ventilation efficiency in a naturally ventilated Almería-type greenhouse with insect screens**. Acta Horticulturae, 927: 551-558.

Salazar-Moreno, R., López-Cruz, I., y A. Sánchez-Cruz. 2019. **Modelo dinámico de balance de energía en un invernadero con cultivo de tomate: simulación, calibración y evaluación**. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 25(1):45-60. ISSN 2007-4034. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2018.07.014>.

Valera, D., Molina-Aiz, F. y A. Álvarez. 2008. **Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos**. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Serie: Eficiencia y ahorro energética en la Agricultura 7. Madrid. 72 pp.

Valera, D. 2006. **Control climático en invernaderos**. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería, 516 pp. Almería.

Vandermeer, J. 1995. **The ecological basis of alternative agriculture**. Annual Review of Ecological Systems, 26:201-224.

Zohuri, B. and P. McDaniel. 2015. **First Law of Thermodynamics**. In "Thermodynamics in nuclear power plant systems". pp 99-149. Publisher Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-13419-2.

CAPÍTULO 2

EFFECTO DE DOS FERTILIZANTES SOBRE LA PRODUCCIÓN Y ASPECTOS FITOSANITARIO EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*MUSA PARADISIACA*) EN BUENAVENTURA, COLOMBIA

Data de aceite: 02/05/2024

Carlos Emiro Arboleda Riascos

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0009-0006-0335-0307>

Andres Yovanni Preciado Cabezas

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0009-0000-8704-7052>

Yuri Alexander Gutierrez Corte

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0009-0000-2155-2849>

Elizabeth Quiñonez Candelo

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0009-0000-8107-0083>

Francisco José Sánchez Marín

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-7491-0988>

Claudia Melissa Murillo Obregon

Universidad del Pacífico, Programa de
Agronomía
Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia
<https://orcid.org/0009-0001-0603-1970>

RESUMEN: El plátano (*Musa paradisiaca*) es uno de los alimentos más importante en el mundo y juega un rol relevante en la seguridad y soberanía alimentaria de más de 400 millones de persona, su versatilidad y adaptabilidad le han permitido ser materia prima de diversas industrias, sin embargo, este cultivo en las zonas rurales de Buenaventura, Colombia se cultiva bajo sistemas agroforestales en agricultura de subsistencia, en suelos ligeramente ácidos y condiciones ambientales favorables para la presencia y proliferación de plagas y enfermedades. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos fertilizantes sobre la producción y aspectos fitosanitario en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en Buenaventura, Colombia. Se usó fertilizante químico 15-15-15 a dosis de 100gramos/planta y se aumentó la dosis después de cada aplicación hasta alcanzar dosis de 300gramo/pantas y compost a

base de gallinaza suplementado con *Beauveria bassiana* a dosis de 400gramos/plantas y se aumentó en 100 gramos tras cada aplicación cada 45 días. Para la identificación del patógeno, se realizó una caracterización de la sintomatología que presentaban las plantas afectadas, en ese sentido, la identificación de las plagas se realizó basados en los daños observados y en la descripción morfológica de los individuos capturados, la producción se evaluó teniendo en cuenta variables como peso, número plátanos y número de gajos por racimo. Esta investigación mostró que en las zonas de estudio predominan las plagas *Metamasius hábitats*, y *Cosmopolites sordidus*, y la patología causada por *Mycosphaerella* sp., además que la fertilización orgánica es la mejor alternativa dado su bajo costo, facilidad de obtención y aportes que realiza en el mejoramiento de estructura y calidad de los suelos.

PALABRAS-CLAVES: rendimiento, compost, sanidad vegetal, síntomas.

EFFECT OF TWO FERTILIZERS ON PRODUCTION AND PHYTOSANITARY ASPECTS IN BANANA (*MUSA PARADISIACA*) CULTIVATION IN BUENAVENTURA, COLOMBIA

ABSTRACT: The banana (*Musa paradisiaca*) is one of the most important foods in the world and plays a relevant role in the food security and sovereignty of more than 400 million people. Its versatility and adaptability have allowed it to be a raw material for various industries, without However, this crop in the rural areas of Buenaventura, Colombia is grown under agroforestry systems in subsistence agriculture, in slightly acidic soils and favorable environmental conditions for the presence and proliferation of pests and diseases. The objective of this work was to evaluate the effect of two fertilizers on production and phytosanitary aspects in banana (*Musa paradisiaca*) cultivation in Buenaventura, Colombia. Chemical fertilizer 15-15-15 was used at a dose of 100 grams/plant and the dose was increased after each application until reaching a dose of 300 grams/plants and chicken manure-based compost supplemented with *Beauveria bassiana* at a dose of 400 grams/plants and increased. in 100 grams after each application every 45 days. To identify the pathogen, a characterization of the symptoms presented by the affected plants was carried out. In this sense, the identification of the pests was carried out based on the damage observed and the morphological description of the captured individuals. Production was evaluated taking into account into account variables such as weight, number of bananas and number of segments per bunch. This research showed that in the study areas the pests *Metamasius habitats*, and *Cosmopolites sordidus*, and the pathology caused by *Mycosphaerella* sp. predominate, in addition that organic fertilization is the best alternative given its low cost, ease of obtaining and contributions it makes in improving the structure and quality of soils.

KEYWORDS: yield, compost, plant health, symptoms.

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa* AAB Simmonds - Dominico Hartón) tiene como centro de origen Papua Nueva Guinea, de donde fue dispersado a Europa y luego al continente americano (Caicedo, 2015). Actualmente, el plátano está entre los cultivos agrícolas de mayor importancia en el mundo, con un volumen de producción anual que supera 39.000.000 ton; entre las regiones más productivas se destacan África, Asia-Pacífico y la región caribe latinoamericana, las cuales aportan alrededor de 13.000.000 toneladas. En ese sentido, 120 países producen plátanos en regiones tropicales y subtropicales, entre los que se incluyen a Colombia con el tercer puesto en producción con 3.077.564 ton, después de Uganda con 7.204.041 ton y Filipinas con 3.224.059 ton, y el primer lugar en volúmenes de exportación con 117.913 t (FAO, 2020).

En estas zonas productoras, el plátano es cultivado por pequeños agricultores, en los cuales se concentra el 87% de la producción, destinada para autoconsumo o comercialización en mercados locales y/o regionales, debido a que estos productos son una fuente de alimento básico para más de 400 millones de personas (CGIAR, 2014). El 13% restante de la producción mundial, es obtenido en sistemas de producción tecnificados para comercialización en mercados internacionales (Roux et al., 2008 y Arboleda, 2022).

La producción de plátano es afectada por insectos plaga, enfermedades y deficiencias nutricionales del suelo. Entre las enfermedades más frecuentes e importantes por sus pérdidas potenciales se incluyen a la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), marchitamiento vascular (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4), moko del plátano (*Ralstonia solanacearum*) y aquellas ocasionadas por nematodos fitoparásitos (*Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *Pratylenchus araucensis*, *P. coffeae*, *P. goodeyi*, *P. speijeri* y *Rotylenchulus reniformis*) (Pandales & Mosquera, 2007; Torrado Castaño, 2009; Villegas, 1989; Múnera 2009; Riascos 2019; Arboleda, 2022). En cuanto a los insectos plagas se destacan el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), Picudo rayado y amarillo (*Metamasius hemipterus* y *Metamasius hebetatus*) (Speijer et al., 2001; Arboleda, 2022). Las deficiencias nutricionales su subsanan con el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos lo que incrementa los costos de producción además de generar dependencia de estos productos sin contar con el daño ecológico que se causa a los ecosistemas con la pérdida de las dinámicas biológicas (Orozco, sf), las pérdidas conjuntas entre insectos plaga, enfermedades y deficiencias nutricionales del suelo pueden alcanzar el 100% si no se implementa un plan de manejo oportuno y/o adecuado, en ese sentido el uso de controladores biológicos como *Beauveria bassiana* para los insectos plagas ha resultado ser una alternativa económica, eficiente y amigable con los ecosistemas. El objetivo del estudio fue comprobar el efecto del compost a base de gallinaza sobre la producción y aspectos fitosanitario en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en Buenaventura, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el corregimiento #8 del Distrito de Buenaventura, Valle del Cauca – Colombia, a una altitud de 14 msnm, precipitación promedio anual de 7800mm/año con una temperatura media de 28°C.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y tres tratamientos (fertilizantes Químico, fertilizante Orgánico (compost) y Testigo) cada tratamiento contaba con 7 unidades experimentales (plantas) tabla 1. Cada parcela contó con 7 plantas útiles sembradas a 4m x4m, cabe resaltar que, en total se sembraron 132 plantas de las cuales el 50% fueron objeto de la investigación, en un área aproximada de 530m²

Los fertilizantes orgánicos suplementado con *Beauveria bassiana* a 1×10^8 esporas/gramos se aplicaron al momento de la siembra (400 gramos) y posteriormente cada 45 días aumentando en 100 gramos para cada aplicación, en el caso del fertilizante químico también fue aplicado al momento de la siembra (100 gramos de T-15) y seguidamente cada 45 días aumentando la dosis después de la tercera aplicación a 200 gramos y 300 gramos/planta en la sexta aplicación. El manejo y/o control de arvenses se realizó con guadaña en las calles y manualmente en el plato, para evitar el uso de herbicidas y sus efectos nocivos sobre la biología del suelo. Periódicamente, se practicaron las labores de manejo del cultivo como el deshoje sanitario y deshije.

Para determinar el efecto de los fertilizantes sobre los aspectos fitosanitarios, cada 8 días se evaluaron las plantas para determinar presencia y/o ausencia de plagas y/o enfermedades presentes en el cultivo, para posteriormente determinar incidencia de los problemas sanitarios asociados siguiendo la formula; **Incidencia:** número de plantas enfermas/número de plantas total *100, para terminar el efecto sobre la producción se midieron variables como: peso del racimo, peso de un plátano, número de plátanos por racimo, número de gajos por racimo, tiempo de siembra a floración, tiempo de floración a cosecha. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza “ANOVA” y pruebas de separación de medias usando el paquete estadístico S.A.S. versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dos plagas (*Metamasius hebetatus* y *Cosmopolites sordidus*) del orden Coleóptera estuvieron asociadas al cultivo de plátano sin importar si las plantas tenían o no el tratamiento, en ese sentido, *Metamasius hebetatus* se caracterizó por presentar una longitud aproximada de 1 -1,5cm, el tórax presentó manchas de color amarillo igual que en los élitros, además se evidenció coloración en forma de cruz sobre los élitros, patas de color amarillo, aparato bucal masticador. Figura 1A, *Cosmopolites sordidus*, se caracterizó por ser de color negro y/o color marrón oscuro, con un tamaño aproximado de 1,5 -2cm, alas tipo élitros, tórax con líneas características para esta especie, de forma elíptica el

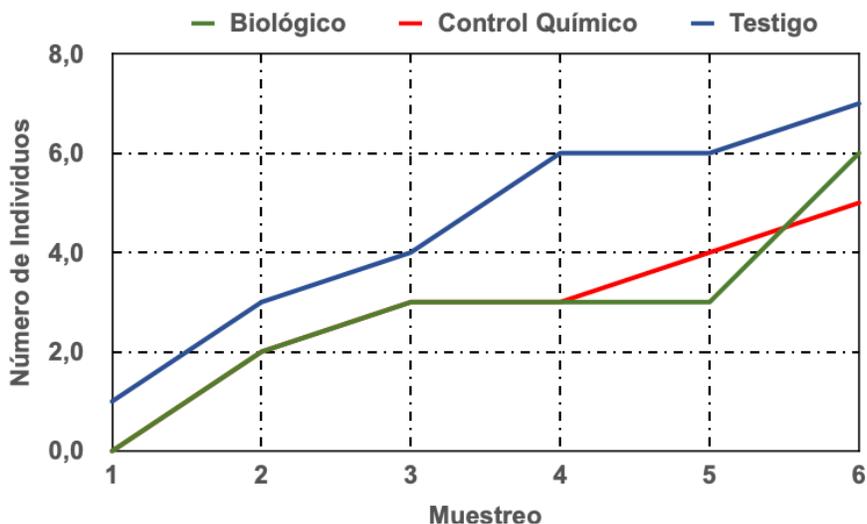
rostro se prolonga en un pico curvo de donde se deriva el nombre de picudo. Figura 1B y 1B1, en ambos casos los síntomas se presentan como galerías en el cormo lo que genera en la parte aérea de la planta marchitamiento, clorosis, poco desarrollo de los racimos y finalmente se genera la caída de la planta a causa del debilitamiento del sistema de raíces y cormo. Figura 1C, 1C1, 1C2 y 1C3.



Figura 1. Plagas y síntomas inducidos. **A.** adulto de *Metamasius hábitats*, **B-B1.** Adultos de *Cosmopolites sordidus*, **C.** larva de picudo causando galería, **C1.** Galería en el pseudotallo, **C2.** Marchitamiento en la parte aérea de la planta, **C3.** Planta en producción afectada y racimo raquítico.

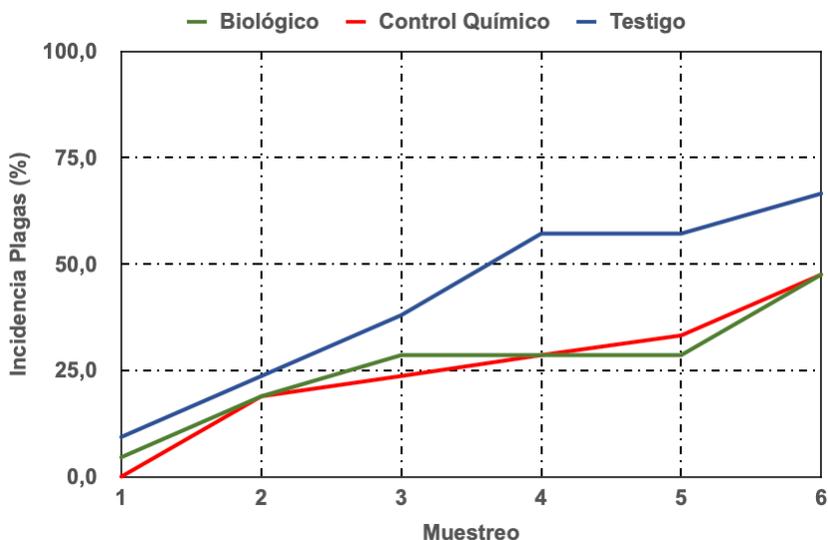
Estos hallazgos son coherentes con los resultados reportados por Cayetano, 2019. Cuando afirma que, estos dos insectos son las principales plagas asociadas a cultivos de plátano en muchas zonas de producción siendo los responsables de pérdidas estimadas de más del 60% y hasta 100% si no se implementa un plan de manejo (Augura, Proyecto Repcar, 2009), Ambos insectos, generan galerías en el cormo, sin discriminar el estado fenológico de la plantación, siendo el estadio larval el más agresivo (Augura, Proyecto Repcar, 2009; Jiménez et al., 2018 y Armendáriz et al., 2014)

La grafica 1. Muestra el número promedio de individuo para cada tratamiento, en tal sentido, para el control químico al igual que el testigo se evidenciaron plagas desde el muestreo 1 (15 dps) alcanzando un máximo de 7 individuos (testigo) y 5 individuos (control químico), en el caso del control biológico la presencia de insectos plagas se observó a partir del cuarto muestreo alcanzando un valor máximo de 6 insectos.



Grafica 1. Número promedio de individuo para cada tratamiento.

De acuerdo con incidencia de las plagas grafica 2, se observó que para el tratamiento testigo el % de incidencia supero el 66% de las plantas cultivadas, registrando valores por arriba del 9% desde el primer muestreo y manteniendo una tendencia al incremento entre muestreo, en el caso de las plantas tratadas con fertilizantes de síntesis química la incidencia fue 48% aproximadamente, mostrando un incremento significativo entre el muestreo 1 y 2, pasando de 0 a 20%. El comportamiento de las plantas tratados con fertilizante orgánico (compost) suplementado con *B. bassiana* alcanzó una incidencia alrededor del 48%, mostrando al inicio (muestreo1) una incidencia del 5%, sin embargo, entre el muestreo 3 y 5 no hubo incremento, aunque posteriormente se observó un aumento significativo pasando de 28,6 a 48% aproximadamente.



Grafica 2. Incidencia (%) de las plagas para cada tratamiento.

De acuerdo con Jiménez et al., 2018 y Armendáriz et al., 2014, el número de individuos está relacionado con el grado de tecnificación de las plantaciones, métodos de controles implementados, procedencia de las semillas y estado sanitario de las mismas al momento de la siembra, de ahí que, los niveles poblacionales en este estudio fueron moderados, sin embargo, Muñoz, 2007 indica que no se debe permitir presencia de estos insectos plagas dado que estos tienen una alta tasa de reproducción lo que genera un incremento poblacional muy rápido en corto tiempo.

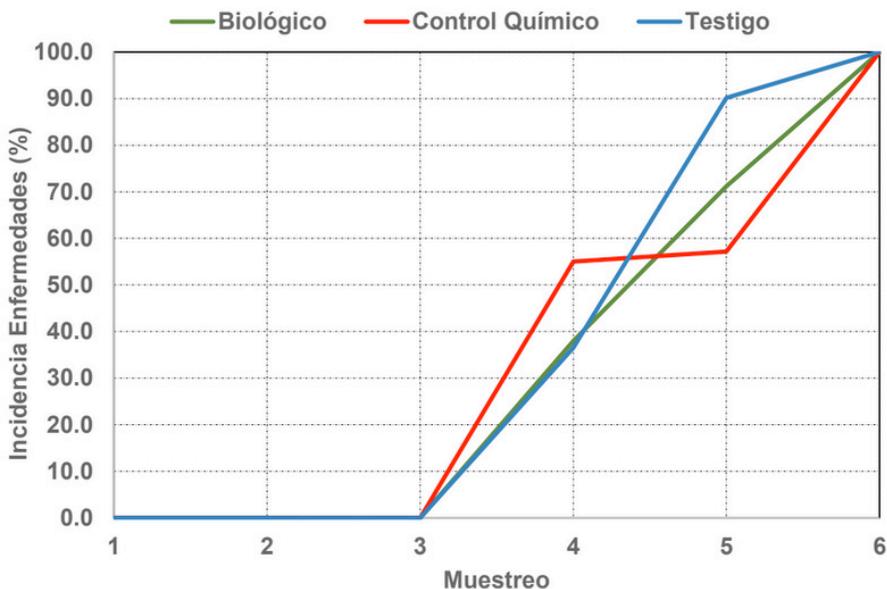
En cuanto al tipo de fertilización usado Armendáriz et al., 2014 indica que se deben buscar fuentes que aporten NPK y elementos menores, por ello, en esta investigación se usó T-15 como fuente de NPK en fertilizantes sintéticos, y compost a base de gallinaza suplementado con *B. bassiana*, este último ha sido probado por Jiménez et al., 2018; Meyers et al., 2013; Rodríguez-González, 2014; García et al., 2018; reportando que este resulta ser un control eficiente en poblaciones de coleóptera, la infección se dispersa en los diferentes estadios del insecto, iniciando por los huevos, larvas y/o adultos respectivamente provocando en los hospederos disminución del apetito, incoordinación de los movimientos, parálisis y momificación, además de esto, *B. bassiana* se ha reportado como promotor de crecimiento, dentro de los mecanismos que directamente promueven el crecimiento se han estudiado, la producción de fitohormonas, solubilización de nutrientes, aumento en la disponibilidad de nutrientes y producción de sideróforos (Joseph et al., 2012; Behie et al., 2015; Behie y Bidochka, 2014; Jirakkakul et al., 2015). Estos mismos autores, indican que, si bien los beneficios sobre las enfermedades no son afectando directamente al agente causal de la patología, si activan mecanismos de defensa en la planta que le permiten ser tolerante a plagas y patógenos.

En cuanto a la patología observada, se pudo identificar el patógeno *Mycosphaerella* sp. Dado que se presentaba como manchas de necróticas en centro con un halo clorótico en la periferia, además las lesiones se caracterizaron por presentar textura suave, seca y sin elevación. Figura 2. Respecto a la incidencia de esta enfermedad se observó que para todos los tratamientos la presencia de la patología se evidencio a partir del muestreo 3, si bien el tratamiento testigo alcanzo un 90% en el muestreo 5, mientras que en este mismo muestreo el tratamiento biológico alcanzo un 70% y el químico un 57% aproximadamente, aunque se observó una diferencia porcentual entre los tratamientos para el muestreo 5, en el muestreo 6 para todos los tratamientos la incidencia llegó al 100%. Grafica 3.



Figura 2. Sintomatología causada por *Mycosphaerella* sp.

La sintomatología descrita anteriormente, es coherente con la descripción sugerida por Jiménez et al., 2018., esta misma, asegura que el patrón de distribución es aleatorio inicialmente hasta llegar a ser uniforme cuando todas las plantas llegan a presentar la enfermedad, puesto que, al ser una patología foliar se disemina fácilmente por acción del agua, insectos fitófagos y el viento principalmente, Armendáriz et al., 2014 indican que el grado de severidad de la patología está directamente relacionado con la susceptibilidad del material vegetal (aspectos genéticos), condiciones ambientales favorables para el patógeno y nutrición de hospedero. Agrios, 2005 reporta que este patógeno es hemibiotrofo por lo que inicialmente veremos su fase biótrofa causando clorosis, para finalmente general necrosis (muerte del tejido vegetal), esta condición permite que el patógeno se establezca en todas las zonas productoras ya que puede sobre vivir en restos de cosecha reiniciar la fase patogénica al momento del establecimiento de otro ciclo de cultivo.



Grafica 3. Porcentaje de Incidencia de *Mycosphaerella sp* para cada tratamiento.

En la tabla 1 se muestran los promedios por tratamientos para las variables: incidencia de la enfermedad, incidencia de plagas y número de plagas, donde se evidenció que para la incidencia de la enfermedad no hubo diferencias significativas, en ese sentido si se observó evidencias significativas para la incidencia y número de plagas entre los tratamientos químicos y biológicos respecto al testigo, sin embargo entre el químico y biológico no hubo diferencia significativa, lo que reafirma que la nutrición de las plantas es un factor fundamental para contrarrestar los efectos de la presencia de plagas y enfermedades (Behie et al., 2015).

Tratamiento	Incidencia (Enfermedades)		Incidencia (Plagas)		Número de Insectos	
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
Biológico	30,5	a	25,6	b	3,0	b
Control Químico	31,2	a	24,6	b	3,0	b
Testigo	32,8	a	40,8	a	4,0	a

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con igual letra no difieren estadísticamente.

Tabla 1. Prueba de separación de medias.

Fuente de Variación	Gli	Incidencia (Enfermedades)		Incidencia (Plagas)		Número de Insectos	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Muestreo	5	0,4749	<.0001	0,0843	<.0001	2,584	<.0001
Tratamiento	2	0,0008	0,685	0,0448	<.0001	0,861	<.0001
Muestreo x Tratamiento	10	0,0048	0,034	0,0027	0,060	0,052	0,394
Promedio		31,5		30,1		3,0	
CV (%)		4,90		3,94		11,2	

Tabla 2. Análisis de varianza

En cuanto a la producción se pudo observar que los resultados obtenidos en esta investigación tienen relación con los alcanzados por Aritzabal et al., (2010) cuando indicaron que el peso del racimo está relacionado con la cantidad de K disponible para la planta, en ese sentido, la fertilización química aporta este elemento de manera más rápido que el abono orgánico sin olvidar que en la disponibilidad de K en una fuente química va depender de las condiciones climáticas como la precipitación que puede generar pérdidas por escorrentías y filtraciones a los perfiles más profundo donde las raíces de las plantas no tienen alcances; es importante resaltar lo reportando por Da Silva et al., (2013), donde concluyeron que, el potasio aumenta significativamente el peso de los frutos, debido a que el K es el elemento responsable del llenado de carbohidratos de los frutos.

Si bien, los rendimientos alcanzados están por debajo del promedio nacional (Colombia) **tabla 4.** que oscila entre 8-10ton/ha y de 20-25ton/ha en las zonas más productoras (Agronet, 2022), pero en esta zona los resultados del tratamiento orgánico son alentadores teniendo los bajo costo de producción del compost, tipo de agricultura (sistemas agroforestales) que resulta ser poco intensiva, además, de estar asociada con otras especies vegetales y las condiciones edafoclimáticas que resultan ser uno de los principales limitantes en producción, Espinosa y Mite (2002) indican que los abonos orgánicos no solo son importantes en un ciclo de cultivo si no que, son una apuesta a mediano y largo plazo, ya que, mejoran la estructura del suelo permitiendo un mejor desarrollo del sistema de raíces, mejora la aireación del suelo y genera ambiente propicios para el establecimiento de macro y microorganismos benéficos que establecerán relaciones simbióticas con las plantas provocando una disminución en los costos de producción ya que estos ayudan a la Planta.

Fuente de Variación	Gli	Peso Racimo (kg/planta)		Peso Fruto (kg)		Número Frutos/Racimo		Rendimiento (kg/ha)	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Tratamiento	2	20,70	<.0001	0,03863	<.0001	111,78	<.0001	8086061,07	<.0001
Promedio		6,42		0,36		24,9		4014,5	
CV (%)		6,3		11,2		8,5		6,3	

Tabla 3. Análisis de varianza para producción.

Tratamiento	Peso Racimo (kg/planta)		Peso Fruto (kg)		Número Frutos/Racimo		Rendimiento (kg/ha)	
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
Control Biológico	6,96	a	0,40	a	26,1	a	4348,2	a
Control Químico	7,23	a	0,37	a	26,8	a	4520,8	a
Testigo	5,02	b	0,30	b	21,7	b	3138,4	b

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con igual letra no difieren significativamente

Tabla 4. Prueba de separación de medias para producción.

REFERENCIAS

- Agrios, G. N. (2005). Plant pathology 5th edition: Elsevier academic press. *Burlington, Ma. USA*, 79-103.
- Arboleda Riascos, C. E. *Caracterización morfológica, morfométrica y molecular de Pratylenchus y Radopholus en Musa spp., en el eje cafetero y el Valle del Cauca, Colombia* (master dissertation, Universidad Nacional de Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82128>
- Armendáriz, I., Landázuri, P. A., & Ulloa, S. (2014). Buenas prácticas para el control del picudo del plátano en Ecuador. ESPE.
- Behie, S. W., & Bidochka, M. J. (2014). Nutrient transfer in plant–fungal symbioses. *Trends in plant science*, 19(11), 734-740. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.06.007>
- Behie, S. W., Jones, S. J., & Bidochka, M. J. (2015). Plant tissue localization of the endophytic insect pathogenic fungi Metarhizium and Beauveria. *Fungal Ecology*, 13, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2014.08.001>
- Caicedo Arana, Á. (2015). *Caracterización y evaluación morfológica, física y química de introducciones del banco de germoplasma de musáceas en el Centro de Investigación Corpoica Palmira*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58986>
- Cayetano Huamán, L. (2019). Beauveria bassiana y barrera física en el control de Cosmopolites sordidus en el cultivo de plátano, Pichari Cusco. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3529>

CGIAR-Consortium of International Agricultural Research Centers. (2014). Banana and Plantain. Disponible En: <http://www.cgiar.org/our-research/cropfactsheets/bananas/>

De Colombia, A. D. B., & Augura, P. R. (2009). Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano, Magdalena y Urabá, Colombia. «. *Reducción del escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe*».

Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. (2020). Production quantity and yield of plantains and banana in the world and Colombia. Recuperado el día 10 de enero de 2024. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

García, J. L., Sotelo, P., Monroy, D. M., Barrera, G., Gómez-Valderrama, J., Espinel, C., ... & Villamizar, L. F. (2018). Identification and characterization of a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolate having a high potential for the control of the *Diatraea* sp. sugarcane stem borer. *Biotechnología Aplicada*, 35(1), 1201-1207.

Jiménez Neira, Y., & Alarcón Restrepo, J. J. (2018). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* pp.): medidas para la temporada invernal. ICA.

Jirakkakul, J., Cheevadhanarak, S., Punya, J., Chutrakul, C., Senachak, J., Buajarern, T.,... & Amnuaykanjanasin, A. (2015). Tenellin acts as an iron chelator to prevent iron-generated reactive oxygen species toxicity in the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *FEMS microbiology letters*, 362(2), 1-8. DOI:10.1093/femsle/fnu032

Joseph, E., Cario, S., Simon, A., Wörle, M., Mazzeo, R., Junier, P., & Job, D. (2012). Protection of metal artifacts with the formation of metal–oxalates complexes by *Beauveria bassiana*. *Frontiers in microbiology*, 2, 270. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00270>

Meyers, J. M., Stephen, F. M., Haavik, L. J., & Steinkraus, D. C. (2013). Laboratory and field bioassays on the effects of *Beauveria bassiana* Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) on red oak borer, *Enaphalodes rufulus* (Haldeman)(Coleoptera: Cerambycidae). *Biological Control*, 65(2), 258-264. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.02.001>

Munera, G. E., Bert, W., & Decraemer, W. (2009). Morphological and molecular characterisation of *Pratylenchus araucensis* n. sp.(Pratylenchidae), a root-lesion nematode associated with *Musa* plants in Colombia. *Nematology*, 11(6), 799-813. https://brill.com/view/journals/nemy/11/6/article-p799_1.xml

Muñoz-Ruiz, C. (2007). Fluctuación poblacional del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) del plátano (*Musa AAB*) en San Carlos, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(1), ág-24.

Muñoz-Ruiz, C. (2007). Fluctuación poblacional del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) del plátano (*Musa AAB*) en San Carlos, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(1), ág-24. Recuperado a partir de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/89

Orozco, J. (sf). Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano. Memorias del taller internacional sobre producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable. Campo Experimental Tecmán-INIFAP, Colima, México.

Pandales, P.; Mosquera, A. (2007). Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados al plátano (*Musa paradisíaca*) en dos sistemas agroforestales en Buenaventura Valle del Cauca. Tesis programa de agronomía Universidad Del Pacífico, 72 p.

- Riascos Ortiz, D. (2019). *Caracterización morfológica y molecular de fitonematodos asociados a Musa spp., en el Valle del Cauca y el eje cafetero* (Doctoral dissertation). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77144>
- Rodríguez-González, A. (2014). *Improvement in control strategies of cerambycids in vine growing* (Doctoral dissertation, PhD thesis, University of León, León, Spain).
- Roux, N., Baurens, F. C., Doležel, J., Hřibová, E., Heslop-Harrison, P., Town, C., ... & Lagoda, P. (2008). Genomics of banana and plantain (*Musa* spp.), major staple crops in the tropics. In *Genomics of tropical crop plants* (pp. 83-111). New York, NY: Springer New York. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-71219-2_4
- Speijer, P. R., Rotimi, M. O., & De Waele, D. (2001). Plant parasitic nematodes associated with plantain (*Musa* spp., AAB-group) in southern Nigeria and their relative importance compared to other biotic constraints. *Nematology*, 3(5), 423-436. https://brill.com/view/journals/nemy/3/5/article-p423_5.xml
- Torrado-Jaime, M., & Castaño-Zapata, J. (2004). Manejo de nematodos fitoparásitos en plátano Dominic Hartón (*Musa* AAB Simmonds).. *Fitopatol. Colomb.*, 28(1):45-48.
- Torrado-Jaime, M., & Castaño-Zapata, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 237-244. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012099652009000200012&script=sci_arttext
- Torrado-Jaime, M., & Castaño-Zapata, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 237-244. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012099652009000200012&script=sci_arttext
- Villegas, C. (1989). Reconocimiento de nematodos en plátano Dominicano–Hartón enano *Musa* AAB. *Resúmenes analíticos de la investigación sobre el plátano en Colombia Corpoica–Inibap–Asiplat, Colombia*, 275.

CAPÍTULO 3

COSTOS DE PRODUCCIÓN, GANANCIAS Y COSTOS UNITARIOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA L.*) EN EL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO. 2024

Data de aceite: 02/05/2024

José Luis Morales Hernandez

Profesor de tiempo Completo
Dr. en Ciencias Agrop. y Rec. Naturales
Universidad Autónoma del Estado de México
Unidad Académica Profesional Tejupilco
Lic. en Administración

Felipe de Jesús Gonzáles Razo

Profesor de Tiempo Completo
Dr. en Ciencias
Universidad Autónoma del Estado de México
Unidad Académica Profesional Tejupilco
Lic. en Administración

RESUMEN: La gran mayoría de los productores de café en los distintos estados de la república mexicana cuando uno pregunta cuánto cuesta producir café cereza pergamino o tostado por unidad de superficie, no lo saben y no tienen registros de sus costos de sus ganancias ni de sus costos unitarios. Esto los incapacita para presupuestar efectivamente y asignar recursos durante el año, poniéndolos en una situación de vulnerabilidad ante los cambiantes mercados y ante la oferta y demanda de café nacional e internacional. Con el objetivo de presentar un panorama de costos de producción ganancias y costos unitarios de café en

la localidad de San Andrés de los Gama, Municipio de Temascaltepec, México, se realizó un estudio de campo y comparativo con los estados productores de Veracruz, Puebla, y Chiapas, durante el 2023. Para obtener los costos se aplicó una encuesta a productores representativos de la región elegidos en un muestreo completamente al azar, enseguida se utilizó la metodología de FIRA para determinar costos totales de establecimiento y de producción en el cultivo de café. Y para obtener costos unitarios se dividieron los costos totales de producción entre las unidades de café producida por ha. Los resultados nos indican que para la época de producción la actividad de cosecha contribuye con un 33%. Después la fertilización con un 26%, en tercer lugar, actividades culturales con 19%. Los costos unitarios presentan mejor valor en la fase de tostado, superando a cereza hasta tres veces su valor. Consecuencia de los precios y costos las ganancias que se obtienen en el cultivo de café son más seguras en pergamino y tostado tanto para San Andrés como en los estados de Veracruz, Puebla y Chiapas con los cuales se realizaron las comparaciones.

PALABRAS-CLAVE: Costo, café pergamino, rentabilidad, competitivo, ganancia.

PRODUCTION COSTS, PROFITS AND UNIT COSTS IN THE CULTIVATION OF COFFEE (*COFFEA ARABICA L.*) IN THE MUNICIPALITY OF TEMASCALTEPEC, STATE OF MEXICO. 2024

ABSTRACT: The great majority of coffee producers in the different states of the Mexican Republic, when asked how much it costs to produce cherry parchment or roasted coffee per unit of surface area, do not know and do not have records of their costs, their profits or their unit costs. This incapacitates them to effectively budget and allocate resources during the year, putting them in a situation of vulnerability in the face of changing markets and national and international coffee supply and demand. With the objective of presenting an overview of production costs, profits, and unit costs of coffee in the town of San Andrés de los Gama, Municipality of Temascaltepec, Mexico, a field study was carried out and compared with the producing states of Veracruz, Puebla, and Chiapas, during 2023. To obtain the costs, a survey was applied to representative producers of the region chosen in a completely random sampling, then the FIRA methodology was used to determine total costs of establishment and production in coffee cultivation. To obtain unit costs, the total production costs were divided by the units of coffee produced per hectare. The results indicate that for the production period the harvesting activity contributes 33%. This is followed by fertilization with 26%, and in third place, cultural activities with 19%. The unit costs present better value in the roasting phase, surpassing cherry up to three times its value. As a consequence of the prices and costs, the profits obtained in the cultivation of coffee are more secure in parchment and roasted for San Andres as well as in the states of Veracruz, Puebla and Chiapas with which the comparisons were made.

KEYWORD: Cost, parchment coffee, cost, profitability, competitive, profit

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos de origen agrícola más importantes que se comercializan a nivel internacional, siendo los principales productores del grano tipo arábica y robusta: Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia y Etiopía. Donde México también participa en un 9o lugar, al igual que otros países de Latinoamérica como Nicaragua, Honduras Costa Rica, y el Salvador. El determinar las variables que más influyen en la producción del café, nos permitirá determinar sustentabilidad y ganancia para el productor. La sostenibilidad de la industria del café empieza entendiendo los costos de producción y las variables que la afectan, hasta que sepamos esto, la sostenibilidad es imposible.

La gran mayoría de los productores cuando uno pregunta cuánto cuesta producir un kilo de café cereza, pergamino/oro, o tostado, los productores no lo saben y menos aún determinar su costo unitario en las tres fases, cereza, pergamino y tostado. Esto los incapacita para presupuestar efectivamente y asignar recursos durante el año, poniéndolos en una situación de vulnerabilidad. (Cortez, 2023.PECA)

Sadeghian (2008), manifiesta que actualmente los productores de café se enfrentan a un mercado mundial cada vez más competitivo, se hace prioritario revisar los factores que afectan la rentabilidad del cultivo, entre los cuales se incluye el costo de los fertilizantes, cuyas continuas alzas han generado preocupación en todos los países de Latinoamérica, pues la participación de la fertilización en los costos totales de producción ha pasado de 10 a 20%, en los últimos dos años. La cuestión entonces es determinar que otros costos son los que influyen en la productividad de este cultivo. Y en el caso de los abonos orgánicos las cantidades o dosis por aplicar están estrechamente relacionadas e influyen en el costo total de cultivo y por lo tanto en su rentabilidad.

Para Latinoamérica, PECA, realizó supuestos de las características en los costos de café: Se supuso que el tamaño de la finca sería de tres hectáreas con entre 4,500 plantas por hectárea (Ecuador) y 5,500 plantas por hectárea (Colombia). que esto se debe a que tres hectáreas es lo que una familia necesita para sobrevivir; con una hectárea de tierra, una familia no puede sobrevivir

En este sentido, Caraavela Coffe, 2023. nos presenta un panorama de los costos de producción de café en, tres países, teniendo el siguiente panorama (con un supuesto de 3ha en USD): Colombia, 15,744, Ecuador 19, 914, Nicaragua, 12,981, Perú, 14,837. Guatemala 17,400., y el Salvador. 15,503, lo cuales incluyen Administración, cosecha, suministros, infraestructura y renovación.

En particular para México se toma como referencia el estado de Chiapas, donde, Según López y Caamal (2007), mencionan que, los costos totales para mantener una hectárea de café convencional se ubican en promedio en los \$ 9,443.40 pesos, de dicho valor, casi el 72.6% correspondió a los gastos en pago al jornal, en tanto que el resto fue por el uso de fertilizantes, el rendimiento promedio por hectárea fue de 10 quintales por hectárea (1000 kg /ha), por lo que el ingreso promedio se ubicó en \$ 9,200 pesos por hectárea, en otras palabras, los ingresos fueron menores a los costos

De manera General, Diaz (2018) nos indica que; Hoy en día, hablar de costos en una empresa, es hablar de éxito, debido que, si se trata de tener controlados y manejados los costos de producción en un producto, que es la base para fijar precios de venta y establecer políticas de comercialización, el producto va ser competitivo en el mercado, aumentando su margen de ganancias, sin afectar la calidad del producto. Cualquier productor de café necesita la aplicación de un sistema de costos en las actividades comerciales que realiza, haciendo que su negocio sea eficiente y eficaz en sus operaciones, cumpliendo así, sus metas empresariales propuestas, y a la vez contribuyendo con el desarrollo económico de la sociedad-

Con los anteriores conceptos de producción de café y principalmente de los costos, se propone en este artículo, estudiar de manera comparativa la determinación de los costos de producción, las ganancias y los costos unitarios en el cultivo de café para el Municipio de Temascaltepec, y en particular de su región productora: San Andrés de los Gama la cual se ubica al oriente de la cabecera municipal.

JUSTIFICACIÓN

El café es considerado como una de las materias primas más importantes a las que se les da seguimiento en la economía mundial. Es así que para muchos de los países menos adelantados del mundo, las exportaciones de café representan una parte fundamental de sus ingresos en divisas, en algunos casos más del 80% (Asociación Bancaria de Guatemala, 2012). La producción cafetalera posee un alto valor económico y social, además la actividad desempeña un papel ambiental importante, ya que su producción se da bajo sistemas que mantienen una cubierta vegetal casi permanente sobre el suelo, reduciendo así los problemas de erosión. La combinación de los beneficios económicos, sociales y ambientales que genera el cultivo del café hace necesario que los agentes involucrados en el sector promuevan los incentivos necesarios para apoyar la competitividad y crecimiento económico del grano.

Y como un ejemplo de los costos tenemos que Según López y Caamal (2007), en Chiapas los costos totales para mantener una hectárea de café convencional se ubican en promedio en los \$9,443.40 pesos, de dicho valor, casi el 72.6% correspondió a los gastos en pago al jornal, en tanto que el resto fue por el uso de fertilizantes, el rendimiento promedio por hectárea fue de 10 quintales, por lo que el ingreso promedio se ubicó en \$9,200 pesos por hectárea, en otras palabras, los ingresos fueron menores a los costos

El propósito del presente documento es presentar un panorama de los costos de producción del cultivo, en una región productora para café de altura del Estado de México, San Andrés de los Gama y comparar estos costos, con otras regiones productoras importantes de la república mexicana como son los estados de Chiapas, Puebla y Veracruz, dado que a pesar que no figura entre los principales estados productores, para la región representa un impulso más a la economía regional

Debemos considerar que el estado de México no aparece entre los estados productores de café, aun con esta situación, se reporta por medio de su secretaria de desarrollo agropecuario una producción anual de 650 toneladas y se estima un potencial de producción por hectárea aplicando tecnología que alcanzaría 2.5 ton/ha. (Sedagro 2019).

Antecedentes de café en San Andrés de los Gama

La cultura del café en México en su consumo ha aumentado en los últimos años como a nivel mundial, sin embargo, nuestro país tiene el quinto lugar en producción de café, después de Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam, y el primer lugar en producción de café orgánico. Este cultivo de café llegó a México a finales del siglo XVIII, procedente de Europa, a su llegada se adoptó en las zonas tropicales del país en donde el clima es mayormente idóneo para la producción de éste. Los estados en donde se produce con éxito son Chiapas, Puebla, Oaxaca, Guerrero, Veracruz e Hidalgo (Coello, 2012).

El Estado de México no se reconoce como cafeticultor y es de los estados que mejor café produce, México está dentro de los primeros 5 mejores lugares en la taza de excelencia, Cup of Excellence México entregó a productores de Edomex, el tercer y cuarto puesto del certamen, que corresponden para la Finca La Teja y Finca La Ilusión, recibieron sus preseas por obtener más de 90 puntos Q en la cata internacional (Cup of Excellence, 2019).

En 1954 se introdujo el café en San Andrés de los Gama mediante huertas de traspatio, para consumo de las propias familias y derivado de la vasta producción de este grano se comenzó a llevar al pueblo de Tejupilco a comercializarlo.

En el año 2002, El señor Cenobio Barrueta Rodríguez, la señora Camarina Francisca Morales Reza y seis de sus hijos reconocieron que la producción del café era una alternativa de negocio y se dieron a la tarea de investigar un proceso más efectivo de obtención y procesamiento del café y para ello se adquirió una maquina despulpadora, un molino y una maquina tostadora. De manera simultánea se incrementaron los cultivos de café a un 150%;

En el año 2004, la empresa contaba con sobreproducción de café para los pocos mercados desarrollados aunado a la poca confiabilidad de los alrededores en el café de esa región, sin embargo siempre se tuvo la constancia y perseverancia, por lo que después de dos años se logró colocar en los mercados que habían sido rechazados.

En el año 2006, la empresa alcanzaba una producción anual de una tonelada y se le presenta otro reto, los precios del café estaban muy bajos, por lo que no era costable venderlo y surge la idea de darle un valor agregado al producto y hacerlo más rentable.

En ese año se crea el primer producto de la familia “Café BARMOR”, la crema de café y se comienza la venta directa al consumidor abarcando todo el municipio de Temascaltepec, Tejupilco y Valle de Bravo.

Meses después desarrollan el licor de café; los chocolates con café en grano y café molido; los malvaviscos cubiertos con chocolate y café; los bombones de capuchino y vainilla sobre una cubierta de chocolate.

En el año 2007, se desarrolla la marca y se comienza a vender a través de la tienda del Instituto de Investigación y Fomento de las Artesanías del Estado de México (IIFAEM), y a través de su apoyo se obtiene el registro de marca “CAFÉ BARMOR” y se constituyen de manera formal bajo el nombre de “Asociación de Productores de Café BARMOR de San Andrés de los Gama, S. De R.L.”

En 2008 el IIFAEM invita a la empresa a participar en diversas ferias artesanales nacionales como “La cumbre de Toluca”, “La feria nacional de Zacatecas”, “la feria de San Marcos” en aguas calientes, La feria de Texcoco “Feria del caballo”, “La feria del chocolate” en Villa Hermosa Tabasco, por mencionar algunas, mismas a las que participa la empresa de manera constante.

En el 2009 se comienza a trabajar con la incubadora de la UAEM en Temascaltepec, con el objetivo de fortalecer a la empresa y crecer en la parte productiva y comercial. En ese mismo año se obtiene el código de barras del licor de café, crema de café y de los chocolates; los marbetes para las bebidas y las tablas nutrimentales para la crema de café y los chocolates.

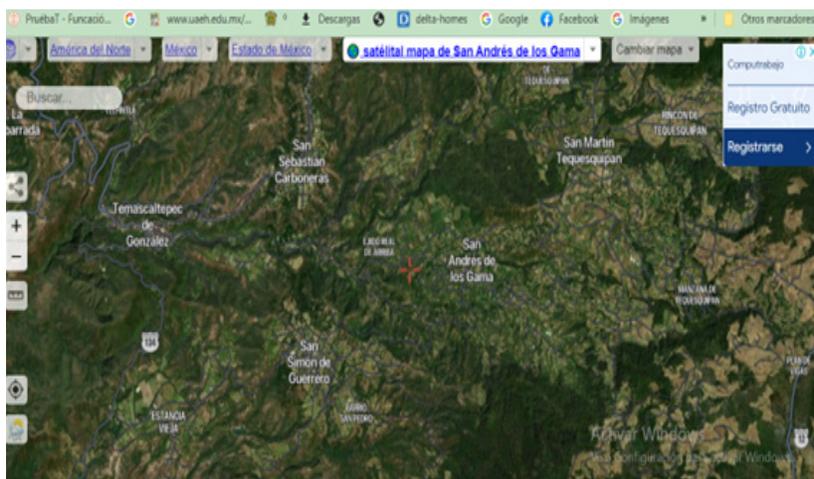
En el año 2013, se logra entrar a la cadena regional de Súper Compras y con Liverpool con los chocolates. En agosto de 2014, Café Barmor participó en la feria internacional “Cumbre latinoamericana del café” y en un encuentro de negocios en Guadalajara, eventos realizados por la “ANTAD” y otro por México, respectivamente. Derivado de la participación en esa feria se contactó a un canadiense para la posible exportación de algunos productos, actualmente se está realizando el seguimiento a dicha negociación (Barrueta E., 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: Localización geográfica

Se encuentra en el área sur del Estado de México, ligeramente hacia el sudeste de Toluca, en las coordenadas geográficas 100°02' longitud oeste y 19°03' de latitud norte. A una altura de 1,740 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con Valle de Bravo y Amanalco de Becerra; al sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán; al este con Zinacantepec y Coatepec Harinas; al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco. La distancia a la capital del estado es de 66 kilómetros y de 140 km al Distrito Federal.



Fuente: Google Maps, 2023

POBLACIÓN

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI (2000), se puede observar que el municipio de Temascaltepec, en la localidad San Andrés de los Gama, Estado de México, cuenta con una población total de 1394 habitantes, donde la población femenina representa el 52% y el resto (48%) es población masculina. De acuerdo con el Cuadro 1 su población se distribuye en las siguientes localidades.

ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	Municipio	Clave	Localidad	Población Total	Población Femenina	Población Masculina
México	86	Temascaltepec	0027	San Andres De los Gama	1394	724	670
AÑO	Habitantes hombres		Habitantes mujeres		Total de Habitantes		
2020	724		670		1394		
2010	644		5671		1215		
2005	621		549		1212		

Cuadro 1 Universo y Población de San Andrés de los Gama, Municipio de Temascaltepec, 2023

Principales actividades económicas de San Andrés de los Gama

San Andrés de los Gama es muy favorable tiene un clima templado y se encuentra a una altura de 2100 msnm aunado que se encuentra a las faldas del volcán Xinantecátl-

Agricultura: Dentro de las que más se destacan la agricultura ya que se da el café, aguacate, durazno, chícharo, limón, granadas, calabaza, frijol, flor polar y rosas; de acuerdo a la temporada aunque han estado introduciendo nuevos cultivos como col de brúcela, maracuyá, aceitunas entre otros.

Comercialización: Productos frutícolas, gastronómica y ganadera, en principal el aguacate es la fruta que se mas se comercializa.

Jornaleros: La jornada de los empleados es aproximadamente entre 6 a 8 horas de trabajo, para cualquier tipo de trabajo de campo o ya sea productora o ganadera.

Apicultura: Los agricultores se han interesado por la importancia que tienen las abejas para polinizar cerca del 70% de todos los diferentes cultivos de la región.

Ganadería y animales de traspatio: San Andrés de los Gama es una comunidad apta para la cría de todo tipo de animales como: gallinas, ovinos y porcinos.

Explotación forestal: En los últimos meses la explotación forestal se ha salido de control, usando los terrenos para la agricultura.

Minería: Se encuentra una mina conocida como “El Rincón”, ubicada en la comunidad el Real de Arriba, Temascaltepec la cual se encuentra temporalmente cerrada

Artesanía: Rosquetes (pan de muerto que se elabora en el mes de octubre a noviembre, elaborados por distintos productores de pan) y productos derivados de café BARMOR.

Acopio: La micro empresa BARMOR se abastece de café de otros productores ajenos del mismo municipio, al año se adquieren cerca de dos toneladas de café para su producción.

Turismo: Recorridos a la huerta cafetalera BARMOR (se explica el proceso del café, sus derivados y las demostraciones de cómo funciona su maquinaria), y al final una visita al criadero de venados en el municipio de Temascaltepec.

MUESTRA

Se utilizo un muestreo aleatorio entre los miembros de la comunidad de cafecultores de San Andrés de los Gama, la muestra se eligió de 100 productores a 20 más representativos por su superficie sembrada y volumen de producción.

Para esto se utilizó el Muestreo aleatorio simple, el cual se caracteriza porque cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido. Si se dispone de una lista de los elementos de la población, la selección de una muestra aleatoria simple es muy sencilla. Supongamos que numeramos los elementos de la población de 1 a N, una muestra aleatoria simple puede obtenerse colocando N bolas numeradas en una caja, mezclándolas, y extrayendo n de ella, o bien, también puede utilizarse una tabla de números aleatorios, ordenador o simple calculadora de mano (Morillas, 2022).

Se selecciona una muestra de tamaño n de una población de N unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de n/N.

MÉTODO

La presente investigación es descriptiva. El análisis de fuentes secundarias se llevó a cabo a partir del análisis los costos de acuerdo a la metodología utilizada por la Institución FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la agricultura) de México, la cual calcula los costos de dos formas: una primera de establecimiento y una segunda de Producción que es la que se utilizara en este estudio. La recopilación de fuentes para San Andrés de los Gama, se llevó a cabo a partir de la aplicación de un cuestionario a los productores de café con el sistema de producción convencional y orgánico. con el objetivo de identificar los costos de producción del café convencional y orgánico por etapas en donde se preguntó los costos que genera desde su cosecha hasta el momento de comercialización de su café costos que estos conllevan. Realizando una vez obtenida la información se determinaran porcentajes de los costos y de ahí se obtienen indicadores específicos para los costos. Se determinara la ganancia del café restando a los ingresos (Rendimiento por precio) los costos en las tres fases del grano.

Y finalmente par determinar los costos unitarios se aplicará la siguiente formula:

Costo Unitario = Costo establecimiento/Rendimiento tipo de fase café..

(ezoic,2023) (Cereza, Pergamino Tostado).

La segunda forma para calcular los costos unitarios de producción (CUP), es sumando las tres variables:

- Materia prima (Mp).
- Mano de obra directa (Mod).
- Costos indirectos de fabricación (Cif).

$$\text{CUP} = \text{Mp} + \text{Mod} + \text{Cif} \dots \dots \dots (\text{ezoic}, 2023)$$

VARIABLES

Las variables para utilizar en este estudio de costos serán las siguientes:

Las variables independientes son las causas de los cambios que se producen en la variable dependiente.

Variable (s) Independiente (x) = semilla, planta, fertilizante, labores culturales, Impuestos, pesticidas. Riego, sombreado, etc.

Las variables dependientes son los efectos de los eventos considerados como variables independientes

Variable(s) Dependiente (y) = Rendimiento de café, Costo de Producción, Rendimiento fase cereza, Pergamino y Tostado.

Esta se evalúa con el instrumento de muestreo, en este caso, un cuestionario.

INSTRUMENTO

La forma más simple de utilizar un instrumento como recurso que el investigador utiliza para abordar el problema y extraer información de lo que se pretende estudiar

La encuesta en este estudio es el instrumento que nos permite obtener los valores de las variables definidas y costos, rendimiento, y sus causas costo de fertilizante, mano de obra labores culturales, pesticidas, mano de obra riego etc.; Este instrumento se aplicó en productores representativos de la comunidad productora de café San Andrés de los Gama durante el inicio de 2023.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se presenta bajo el formato de FIRA (Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura) los costos de producción para el cultivo de café en San Andrés de los Gama en contraste con tres de los principales estados productores de café en México.

Concepto	Veracruz	Puebla	Chiapas	San Andrés (tem0as)
	\$	\$	\$	\$
Preparación Terreno	0.00	0.00	0.00	0.00
Siembra	0.00	0.00	1,488.00	0.00
Ferulización	15,500.00	4,276.00	17,080.00	9,400.0
Labores Culturales	5,400.00	1,850.00	3,060.00	7,000.0
Riego	0.00	0.00	0.00	0.00
Control plagas y Enferm.	3,280.00	1,963.00	3,733.00	3,500.00
Cosecha selecc. Y Empq.	16,600.00	11,676.00	16,700.00	12,000.0
Comercialización	0.00	0.00	2,170.00	0.00
Diversos	567.00	1,105.00	87000	900.00
Impuestos	3,522.00	1,519.00	3,848.00	3,500.00
Total	44,919.00	22,389.00	48,949.0	36,300.00

Cuadro 2. Costos de producción de café en San Andrés; Mpio. de Temascaltepec Estado de México. 2023.

Fuente: elaboración Propia 2023.

En este sentido en la fase de producción se muestran diferencias entre los costos de San Andrés del Estado de México, menores a los reportados en los estados de Veracruz, y Chiapas. y mayores que los del Estado de Puebla.

El cuadro 3 nos muestra la representación de los costos de producción en porcentaje, observándose que los mayores costos representados corresponden a la cosecha, le siguen la fertilización y al final las labores culturales.

Es de notar que los impuestos en todos los estados varían entre un 8 a 10 %

Concepto	Veracruz	Puebla	Chiapas	San Andrés
Prrep Suelo	0%	0%	0%	0%
Siembra	0%	0%	0%	0%
Fertilización	35%	19%	35%	26%
Lab Culturales	12%	89%	6%	19%
Riego	0%	0%	0%	0%
Control plagas	7%	9%	8%	10%
Cosch S. y emp	37%	52%	34%	33%
Comercialización	0%	0%	4%	0%
Diversos	1%	5%	2%	2%
Impuestos	8%	7%	8%	10%
Total %	100 %	100%	100%	100%

Cuadro 3. Contribución en porcentaje factores de producción de café San Andrés, Temascaltepec, Méx. 2023

Fuente: elaboración propia, 2023

Y la representación gráfica de los costos de producción en porcentaje, se presenta en la figura 1

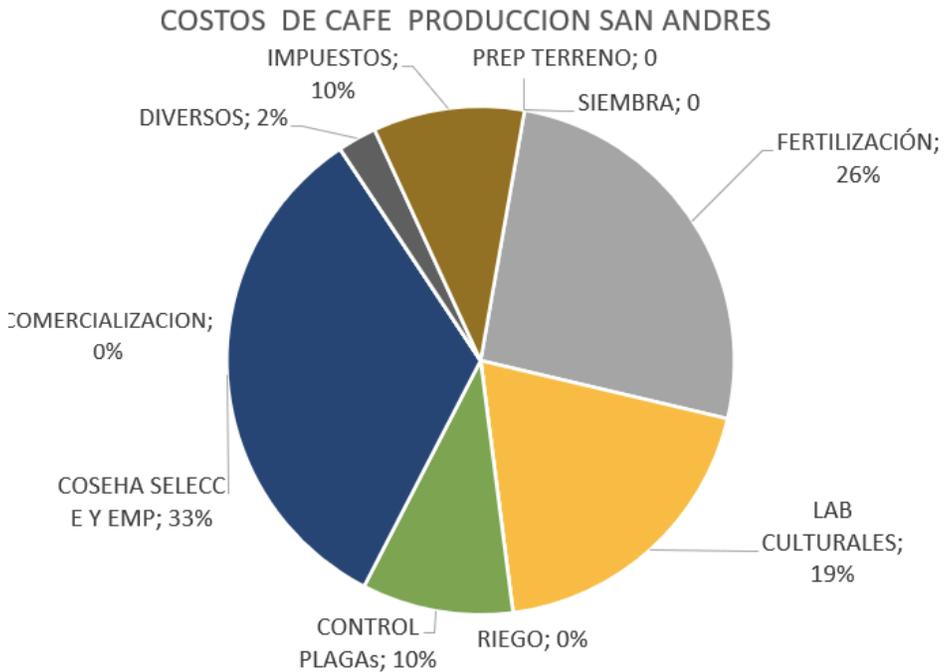


Figura 1 Representación de los costos de producción de San Andrés; Temascaltepec, Mex, 2023.

En el siguiente cuadro, el número 4, se presenta el valor correspondiente a la fase de grano de café: a cereza verde, pergamino y de grano tostado con el valor que alcanzan en el mercado local de San Andrés Temascaltepec, y su valor en pesos de cada una de las fases del producto de café. Se muestra que el valor va aumentando desde cereza verde (\$22,000.00) con un rendimiento de 1700 kg /ha. Después ya con menor kilogramos de rendimiento en pergamino(600 kg /ha) llega a un valor de \$ 72,000.0 y ya en grano tostado en menor número de kilos debido al proceso de producción se tienen 580 kg con un valor de 185,600.,00

El comportamiento de los precios en los tres estados de comparación es mayor para cereza verde en Veracruz \$ 24,180. para pergamino alcanza un valor de 111,600.00 y ya para café tostado el valor de la producción reportado en este estado llegaría a \$192,000,00. Para Puebla los valores son menores que los de San Andrés, Chiapas y Veracruz. y San Andrés presentan valores similares en los tres tipos de tratamiento del grano de café.

Concepto Rendimiento	Veracruz	Valor	Puebla	Valor	Chiapas	Valor	San Andres	
Cereza	kg	\$ 13,00	kg		kg		kg	
	1,860.0	\$24,180.0	1,490.0	\$19,370.0	1,760.0	\$22,880.0	1,700	\$22,100.0
Pergamino		\$120.00						
	930.0	\$11600.0	741	\$88,920.0	790.0	\$94,800.0	600	\$72,000.0
Tostado		320.0						
	600	\$192,000.0	450.	\$144,000.0	560	\$179,200.0	580	\$185,600.0

Cuadro 4. Valor en pesos del rendimiento de café, cereza, pergamino y tostado. San Andrés , Temascaltepec y sus comparativos estatales 2023.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Al respecto de los costos Cruz C. (2022), nos señala que los costos de café orgánico versus cultivo tradicional presentan costos más elevados en el estado de Veracruz, así reporta un costo total para café tradicional de \$ 4,760, y para café orgánico reporta \$10,160.0 Mas aun en el mismo sentido ya con diversos gastos el café tradicional es reportado por la misma autora en tradicional \$ 11,716.50 y para orgánico llega a \$21, 646.0 Los cuales incluyen gastos de corte y transporte. Y tomando en cuenta los precios del café tradicional a \$5.50 y el orgánico a \$8.68 con producciones respectivas de 2,947 kg /ha y 3,931 kg / ha , alcanzan ingreso por \$16,266.0 y \$32,234. Y restando los costos de producción se alcanzan ganancias de \$5.050 y \$10,608.18 en tradicional y orgánico.

En el Cuadro 5. con los datos de cuadros anteriores respecto producción, Precio Promedio (obtenidos de diversas Instituciones (SNIM, SIAP etc.), se obtiene los ingreso y al restarle los costos de producción nos señalan la ganancia en café cereza, pergamino y tostado.

Concepto	Veracruz			Puebla		
	C	P	T	C	P	T
Rendimiento kg	1860	930	600	1490	741	450
Precio Prom. \$	19	65	250	19	65	250
Ingresos \$	35,340	60,450-	150,000	28,310	48,165	112,500
Costos \$	44,919	44,919	44,919	22.389	22.389	22.389
Ganancia \$	- 9,579	15, 531	105,081	5,921	25,776	90,111

Concepto	Chapas			S And.		
	C	P	T	C	P	T
Rendimiento kg	1760	796	560	1700	600	580
Precio Prom. \$	19	65	250	19	65	250
Ingresos \$	33,440	51,740	140,000	32,300	39,000	145,000
Costos \$	48,949	48,949	48,949	36,300	36,300	36,300
Ganancia \$	-15,509	2,791	91,051	-4,000	2,700	108,70

C= Cereza verde P= Café Pergamino T = Café Tostado.

Cuadro 5. Ganancia del cultivo de café. en Cereza, Pergamino y Tostado. San Andrés 2023

Fuente: elaboración propia. 2023

Donde se observa que las ganancias son favorables para café pergamino y tostado.

En el cuadro 6, se presentan los costos unitarios para cada fase del grano de café, cereza, Pergamino y Tostado.

Concepto	Veracruz	Puebla	Chiapas	San Andrés Temas
Costo Establecimiento cafe	\$44,919.0	\$22,389.00	\$48,949.0	\$ 36,300.0
Rend Cafe Cereza Kg/ha	1,860.0	1,490.0	1,760.0	1,700.0
Rend Café Pergamino kh/ha	930.0	741.0	790.0	600.0
Rend. Café Tostado kg/ha	600.0	450.0	560.0	580.0
Costo unit café cereza \$/kg	24.2	15.0	27.8	21.4
Precio comercial café cereza \$/kg	dl	19.0	19.0	19.0
Diferencia	5.2	-4.0	8.8	2.4
Costo unit café pergamino \$/kg	48.3	30.2	62.0	60.5
Precio comercial café pergamino \$/kg	117	117	117	117
Diferencia-	-68.7-	-86.8	-55.0	-56.5
Precio unitario café tostado \$/kg	74.9	49.8	87.4	62.6
Precio comercial cae tostado \$ /kg	290	190	290	290
Diferencia	-215,1	-240.2	-202.6	-227.4

Nota. Los precios comerciales de café en cereza, pergamino y Tostado se tomaron de: sol de Orizaba, IMECAFE, y de centros comerciales Walmart, Nescafé, Aurrera, Costco, de 2023, mes de marzo a junio.

Cuadro 6. Costos unitarios de café en sus tres fases de grano: Cereza, Pergamino y tostado y su comparativo con tres estados productores de México.2023.

Fuente: Elaboración propia.2023

Lo que podemos remarcar en cada fase del grano de café del cuadro 6, es en primer lugar que los costos unitarios para cereza resultaron mayores que los precios comerciales de la región, resultando el costo unitario Chiapas con 27.8 \$/kg, después Veracruz con 24.2\$/kg, después San Andrés (Temascaltepec) con 21.4 \$/kg y en cuarto lugar Puebla con 15.0 \$/kg, este ultimo si menor precio comercial

Para la fase de grano Pergamino los valores unitarios calculados nos indican Primer lugar Chiapas con 62.0 \$/kg, Segundo lugar San Andrés (Temascaltepec) con 60.5 \$/kg Tercer lugar Veracruz con 48.3 \$/kg y cuarto lugar Puebla con 30.2 /\$/kg.

Los valores comerciales unitarios para este tipo de grano son mayores que todos los valores calculados con 117 \$/kg promedio con diferencia a favor de los precios comerciales de grano pergamino.

El valor por orden de mayor a menor en café tostado es el siguiente: Chiapas con 87,4 \$/kg, segundo lugar Veracruz con 74.9 \$/kg , San Andrés (Temascaltepec) con 62.6 \$ /kg y en cuarto lugar Puebla con 49.8 \$/kg,

Los valores comerciales de café tostado superan a los valores calculados y tiene un promedio de 290.0 \$ /kg y se refieren a productos comerciales de tiendas ya reconocidas comerciales como Liverpool, Walmart Nescafe etc.

Con este valor unitario de café, se puede proceder a calcular los precios de venta comerciales regionales, y como un ejemplo seria:

$$\text{Precio de venta} = [(\text{costo del artículo}) \div (100 - \text{porcentaje de marca})] \times 100$$

En cada caso podría aplicarse de manera sencilla los precios del café en cada etapa, lo cual por la complejidad de teoría de precios no se trata aquí.

A manera de ejemplo si usamos el costo unitario de café tostado como base de dicha formula tendríamos con el supuesto de 35 % de margen de ganancia.

$$\begin{aligned} \text{Precio de venta café cereza} &= [(24.2) / (100-20)] \times 100 \\ &= [(24.2) /] \times 100 \\ &= [24.2 / 80] \times 100 \\ &= 30.25 \$ \end{aligned}$$

De acuerdo con Rubio (2021), el costo unitario, es el valor monetario de producir un bien o un servicio. Se suele calcular como el costo de producir todos los bienes entre el número de bienes producidos. Es fundamental en los negocios saber cuánto es el costo unitario de lo que cuesta producir un bien, porque eso repercutirá directamente en el precio del producto final y probablemente, en la decisión del cliente en adquirirlo.

Las comparaciones con la otra región productora del Estado de México y distante de Temascaltepec por mas de 100 kms, Amatepec, nos indican lo siguiente: costos diferencia de \$4,700.0 menos en Amatepec, valor pesos cereza, \$6,500 más en Temascaltepec, pergamino y tostado igual de valor en \$. Rendimiento: 500 kg mas en Temascaltepec en cereza. Ingresos: \$5,500 más en cereza Temascaltepec, y en Pergamino y Tostado valores similares. Guanacias: Cereza - \$4,800 en Temas; Pergmimo \$4,700 mas en Amatepec, Tostado; + \$ 5,0 Amatepec. Y en Costos Unitarios: En cereza +5.1 Pesos en Amatepec, Pergamino: + 7.8 pesos mas en Temascaltepec Y en Tostado: +4.1 mas en Temascaltepec.

CONCLUSIONES

Para la época de producción las contribuciones de las actividades a los costos se comportan de la siguiente manera; la actividad de cosecha contribuye con un 33%. Después la fertilización con un 26%, en tercer lugar, actividades culturales con 19%, Control de Plagas y enfermedades 10%.

Los mayores costos de producción correspondieron a Chiapas con \$ 48,949.0, enseguida Veracruz con \$ 44,919.0 en tercer lugar Temascaltepec con \$ 36.300.0 y 4º lugar Puebla con \$ 22,389., todos por hectárea cultivada

Consecuencia de los precios y costos las ganancias que se obtienen en el cultivo de café son más seguras en la fase de procesamiento del café pergamino y tostado tanto para San Andrés como en los estados de Veracruz, Puebla y Chiapas con los cuales se realizaron las comparaciones.

Los costos unitarios por tipo de grano de café y por estado, resultaron de la siguiente forma: En café cereza el mayor valor por kilo lo alcanzó Chiapas con \$27.8/kg, le sigue Veracruz con \$ 24.2 En 3er lugar Temascaltepec con \$ 21.4 y Puebla alcanzó un valor de \$ 15.0/kg

Esos costos unitarios pueden utilizarse como base para calcular los precios comerciales de venta.

En café pergamino los costos unitarios fueron Chiapas con \$62.0 seguido de Temascaltepec con \$ 60.5.

Para Café Tostado los costos unitarios se presentan de la siguiente manera: Chiapas \$ 87.4, Veracruz con \$ 74.9, le sigue 3er lugar Temascaltepec con \$62.60 y 4º Lugar Puebla con \$ 49.80. También calculados de su derivación por hectárea.

REFERENCIAS

Asociación Bancaria de Guatemala. (2014) En:<http://www.abg.org.gt/pdfs/diciembre2012/SECTOR%201%20CAFE%20DICIEMBRE%202012.pdf>. Recuperado el 08 de Diciembre de 2014

Barrueta E., (2022). Panorama del café en Temascaltepec, Edo de México, Tesis de Licenciatura, Unidad Académica Profesional Tejupilco. Lic. en Administración.

Caravella Coffe (2023). Whw make your coffee. recuperado de <https://caravella.coffe>.

Cup of Excellence, Discover and Reward Exceptional Quality Coffee Farmers. (mayo del 2019). México 2019. <https://cupofexcellence.org/mexico-2019/>

Cruz, C. C; Osorio V. GE; Cuacua H, P. (2020). Análisis de costos de producción del café orgánico y convencional, en el estado de Veracruz en el sistema de comercialización de comercio justo. Universidad Politécnica de Huatusco. Recuperado de <https://ru.ñec.unam.mx/4247/1/1-Vol2.parte1>

Coello Manuell, J. (2012). El café en México. Historia. Disponible en <https://jaimecoellomanuell.wordpress.com/2012/02/22/el-cafe-en-mexico-historia/>

García, Cortez, E.I. (2023). Innovation of the Business Model of direct to origin SPR DE RL. To access the specialty coffee market Mexico. Retrieved from: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/e2fcOd-5905-47c3-b31eb355e5d4>

Díaz, J. (2018). Implementación de un sistema de costos por proceso en el ciclo productivo de café, para determinar el margen de contribución en la Asociación Café Díaz. Cajamarca – 2015 (Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú). Recuperado de

Ezoic, (2023). Precios unitarios. En: <https://www.ezoic.com/es-lang/precios/> Consulta: 23/ 05/2023.

García, Cortez. E.I. (2023) Innovación del Modelo de negocio de directo al origen SPR DE RL para acceder al mercado de café de especialidad México. Recuperado de: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/e2fc0f6d-5905-47c3—b31e-1b355e5d434>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), (2000). Geología de la República Mexicana, Ciudad de México: INEGI/Universidad Nacional Autónoma de México

López, É., & Caamal, I. (2007). Los costos de producción del café orgánico del estado de Chiapas y el precio justo en el mercado internacional. Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, 175-198.M

Morillas, A., (2022) Muestreo en Poblaciones finitas. Notas de Muestreo. Recuperado de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57858943/Apuntes_Muestreo-libre.pdf?1543255228=&response-content-disposition=inlin.

Peca (2023). Grower Education Program. Recuperate de Caravella. coffe/what-is-peca/

Rubio 2021.Costos y su aplicación. Universidad Autonoma de queretaro- Lic. en Mecatrónica. consultado en: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-queretaro/administracion-y-contabilidad/imp>

Sedagro, (2019) Datos estadísticos de producción de café. Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Conjunto Codagem Metepec, México.

Sad (2008). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café.. Guia Práctica Boletín técnico Num 32. Cenicafe.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE CASOS: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CARNE EN HÍBRIDO SIMMENTAL X ABERDEEN ANGUS

Data de aceite: 02/05/2024

Jorge Campos Parra

Doctorado en Ingeniería Agraria,
Alimentaria, Forestal y del Desarrollo
Rural Sostenible
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Guillermo Wells Moncada

Magister en Ciencias mención Producción
Animal
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Mario Briones Luengo

Magister en Ciencias
Departamento de Ciencia Animal, Facultad
de Ciencias Veterinarias
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Rita Astudillo-Neira

Doctorado en Ciencias Veterinarias
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Francisca Migryk-Esparza

Ingeniero Agrónomo
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

RESUMEN: El objetivo de la nutrición en ganado de carne, es el crecimiento y desarrollo para obtener un máximo retorno en producto animal. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo y parámetros de calidad de carne en bovinos híbridos Simmental x Aberdeen Angus (SxA). 35 vaquillas Aberdeen Angus (AA) y 27 vaquillas híbridas SxA destetadas, estas fueron sometidas a un sistema de engorda de edad de 12-14 meses a faena. Los parámetros productivos evaluados fueron peso inicial, de salida de engorda y ganancia diaria. Los parámetros de calidad de carne *in vivo*, desarrollo muscular y grasa de infiltración (%) fueron estimados por la metodología desarrollada previamente en Campos *et al* 2009, 2015 y 2016. Los parámetros de calidad *post mortem* fueron peso faena, canal caliente, canal fría y los cortes: lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada; rendimiento de canal, área del ojo del lomo total (AOLT) y espesor

de grasa dorsal (EGD). La ganancia de peso promedio total fue 41,16 kg para AA y 44,58 kg para SxA. Las evaluaciones de AOLT sólo tuvieron diferencias estadísticamente significativas en las dos últimas evaluaciones *in vivo*. Marmoleo estimado no tuvo diferencias estadísticamente significativas así como los parámetros *post mortem* al igual que en el desposte. En conclusión el sistema de engorda mostró diferencias entre grupos raciales en parámetros productivos y el uso del híbrido SxA permitió obtener mayor cantidad de kilos vivos

PALABRAS-CLAVE: estimación de cortes, área ojo de lomo, espesor de grasa dorsal, porcentaje de infiltración

CASE STUDY: EVALUATION OF PRODUCTIVE PARAMETERS AND MEAT QUALITY IN HYBRID SIMMENTAL X ABERDEEN ANGUS

ABSTRACT: The objective of nutrition in beef cattle is the growth and development to obtain a maximum return on animal product. This case study had for purpose to evaluate the productive parameters and meat quality cattle in hybrid Simmental x Aberdeen Angus (SxA). 35 heifers Aberdeen Angus (AA) and 27 heifers hybrid SxA calves were subjected to a 12-14-month old fattening system. The evaluated productive parameters were initial weight, fattening output and daily gain. The parameters of meat quality *in vivo*, muscle development and infiltration fat (%) were estimated by previously developed methodology Campos *et al* 2009, 2015 y 2016 and the *post mortem* quality parameters were slaughter weight and carcass yield, area of eye total and thickness of the dorsal fat. The total average weight gain was 41,16 kg for AA and 44,58 kg for SxA. The AOLT evaluations had only statistical significant differences in the last two *in vivo* evaluations. Estimated marbling did not have statistically significant differences as well as the *post mortem* parameters and as in the deboning. In conclusion, the fattening system showed differences between the racial groups in productive parameters and the use of the hybrid SxA allowed obtaining more live kilos.

KEYWORDS: cut estimate, back eye area, back fat thickness, infiltration percentage.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el término magro (*lean*) en carne, puede ser usado en la etiqueta del producto si éste contiene menos de 10 g de grasa por 100 g de producto total. En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile, no existe la categoría de carne magra, pero si existe la categoría extra magra. Esta última se define de igual forma a lo que el USDA define como extra *lean*: carne en donde por cada 100 g contiene como máximo 5 g de grasa total. (Larraín y Vargas, 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para mitigar de manera eficiente la malnutrición y subnutrición, determina el consumo de 20 g de proteína animal per cápita al día, lo que se traduce a un consumo anual de 33 kg de carne magra (FAO, 2017). Así mismo, define “calidad de carne” en función del estado composicional (coeficiente de músculo-grasa) y de los factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor (FAO, 2017). La carne ultra magra producida en Chile, nutricionalmente aporta un 24% de proteína de alta calidad, como también vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales.

El objetivo de la nutrición animal en ganado de carne, es el crecimiento y aumento de peso, para obtener un máximo retorno en producto animal, en este caso, el producto final es kilos de carne (Ramírez, 1994).

Los sistemas de engorda se pueden clasificar bajo diversos parámetros, tales como edad a faena y sistema de alojamiento; este último a su vez puede implicar uso de pradera (libre), corral (confinado) y mixto (pradera y confinado) (Porte, 1994). En Chile, el sistema de producción de carne en pastoreo con animales de 19 a 20 meses de edad a faena, se caracteriza por iniciarse luego del destete (6 a 8 meses de vida) (Balbuena, 2010); entre otoño e inicio de primavera en pastoreo junto a una mínima suplementación alimentaria durante el invierno si ello es necesario, para lograr ganancias en promedio de 0,45 kg día⁻¹ en la zona central. Esta ganancia de peso es factible de obtener en pastoreo continuo con cargas moderadas a bajas, durante todo el invierno, lo que implica animales con un peso de término de 450 kg en el mes de marzo del año siguiente (Goic e Iraira, 2005).

Goic e Iraira, (2005) describen el sistema de recría – engorda con animales a faena de los 12 a 14 meses de edad, este sistema se inicia con el traslado de los terneros después del destete con un peso superior a los 200 kg peso vivo (PV) a corrales de engorda, con dietas en base a granos y concentrados energéticos o proteicos, lo que implica la producción de animales adecuados para la obtención de carne entre los 4 y 6 meses posteriores.

Los progenitores de los animales que se utilizan en una engorda pueden ser de razas distintas, dando origen al hibridaje (Anrique, 1993), el productor realiza la selección de machos y hembras progenitores, con rasgos genotípicos que se expresan de mayor o menor aptitud para la engorda, tales como mayor precocidad, mayor desarrollo de músculo, mayor eficiencia en la conversión de alimento, mayor libido, mejores características anatómicas, entre otras (Legates y Warwick, 1992). Las características mencionadas anteriormente, tienen como objetivo la transferencia del vigor híbrido a una descendencia, con características cárnicas deseadas por el productor y por consiguiente obtener una mayor rentabilidad (Nieblas, 2005). Así, los híbridos son usados para mantener ciertas características y mejorar otras (Uribe, 2006). Con el hibridaje es posible obtener mayores tasas de crecimientos en las crías desde el nacimiento hasta el destete, el mejoramiento estimado es entre un 3 a 4% (Rojas, 2005).

Las características o parámetros productivos que tienen mayor incidencia en un sistema ganadero son: la eficiencia reproductiva de la vaca, que se mide según el porcentaje de crías destetadas y el comportamiento productivo de la cría (ganancia de peso) (Dickerson, 1978). Por lo tanto, si hay un enfoque en este último, el peso de los terneros al destete es uno de los comportamientos productivos que inciden en el retorno neto de la explotación, debido a que su maximización está asociada al incremento en el volumen de producción, el tamaño corporal (maduro), la tasa de crecimiento de la progenie (Magofke, 1991) y la estrecha relación que existe entre la demanda de nutrientes y la disponibilidad de los recursos del predio (Cienfuegos *et al.*, 2006).

En base a lo anterior se plantea como hipótesis que es posible producir carne de calidad de la raza Aberdeen Angus (AA) y con animales híbridos Simmental x Aberdeen Angus (SxA) bajo sistema *feed lot*, con edad a faena temprana (12 - 14 meses). El objetivo general del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo y de parámetros de calidad de carne en bovinos híbridos SxA en una engorda confinada tipo *feed lot*, considerando los siguientes objetivos específicos i) Engordar animales bajo el sistema de recría – engorda con animales de edad a faena temprana de 12 - 14 meses, adaptado a la zona edafoclimática, en el llano central de la zona centro sur de Chile (Goic e Iraira, 2005). ii) Comparar parámetros productivos en el crecimiento y desarrollo de animales híbridos SxA y AA y, iii) Comparar parámetros que determinan calidad de carne y rendimiento al desposte, en animales SxA y AA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Fundo el Totoral, ubicado en sector Los Álamos camino a Tres Esquinas de Bulnes, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Es un predio de 160 ha dedicado a la producción ganadera de mediano tamaño engordando al año 800 cabezas de ganado. El predio antes de realizar el estudio, contaba con un sistema de edad a sacrificio a los 19 - 20 meses, donde los animales eran destetados en abril - mayo y luego eran llevados a pastoreo hasta marzo del año siguiente, para en ese momento recién ser ingresados a corrales de engorda, estando ahí durante 2 a 3 meses (Figura 1)

Para el estudio se utilizaron 62 animales, distribuidos según tipo racial en 35 terneras AA y 27 terneras híbridas SxA. Se comenzó el estudio una vez que las terneras ya habían sido destetadas. Este sistema no considero pastoreo y las terneras pasaron directamente del destete a corrales de engorda. La implementación de este sistema tuvo como objetivo para el productor acortar la permanencia predial de los animales y obtener mayor cantidad de kilos vivos al término de la engorda, introduciendo la raza Simmental.

Alimentación: Durante el periodo de acostumbramiento, las terneras fueron alimentadas con heno de avena - vicia a libre disposición y 5 kg de ensilaje de maíz por animal. De acuerdo a los alimentos y la cantidad de estos disponibles en el predio, fueron entregadas 3 dietas (Tabla 1) para el periodo de engorda de los animales, compuesta de ensilaje de maíz, guano de pollo, heno de avena - vicia, paja de trigo, despunte de maíz, vinaza y cosetán (solo en la última dieta). Como aditivos, la dieta incluyó urea, bicarbonato de sodio y sales minerales. La alimentación fue distribuida como dietas totalmente mezcladas en comederos de uso común para ambos tipos raciales. Las dietas fueron analizadas, en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Campus Chillán de la Universidad de Concepción, para determinar el contenido de materia seca (mediante liofilización), proteína cruda (método descrito por Macro Kjeldanh AOAC 991.20, 1997a), extracto etéreo (método descrito por AOAC 920.39C, 1997b), fibra cruda (método descrito

por AOAC 926.09, 1997b), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) usando el método de Van Soest (1991). En la Tabla 1 se muestra el resultado de los análisis proximales y de Van Soest de las dietas.



a) Corrals de engorda, b) Instalaciones de comedero, c) Vista general de galpón de engorda y d) Carro forrajero para entrega de alimento

Figura 1. Instalaciones de engorda en la ciudad de Bulnes

Manejo sanitario: El manejo sanitario fue el mismo para todos los animales, lo que inició el ensayo con una desparasitación con fasciolicida (Dovenix®, Merial) y vacuna contra *Clostridium* (Clostribac 8 Gold, Pfizer).

Parámetro productivo (ganancias de pesos): Los parámetros productivos evaluados durante la engorda fueron: peso inicial de engorda (kg), ganancia de peso diaria (kg día^{-1}) y peso de salida de engorda (kg). Los pesajes y capturas de imágenes, se realizó cada 14 días. El pesaje se realizó con una romana electrónica (Polini, modelo XK), la que se ubicó dentro de la manga, que estaba instalada dentro del mismo corral, facilitando el manejo de los animales y así sometiendo al mínimo estrés (Figura 2).

Parámetros que determinan calidad de carne *in vivo* (mediciones ecográficas): El desarrollo muscular y la grasa de infiltración, se estimó por medio de ultrasonografía, utilizando la metodología y los modelos propuestos por Campos *et al.*, (2009, 2015 y 2016). Las evaluaciones ecográficas se realizaron en una muestra de 10 animales por grupo, para facilitar manejo y bienestar de los animales. En cambio, el pesaje se realizó a todos los animales.

Para la captura de imágenes se utilizó un ecógrafo de marca Mindray, modelo DP-6600 VET (Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, China), junto con los transductores: 75L60 Ea, para medir marmoleo y espesor de grasa dorsal, utilizado a una profundidad de 9,7 cm. y una frecuencia de 3.5 Hz., para medir área de ojo lomo total se usó el transductor 35C50EA a una profundidad de 11,9 cm. y una frecuencia de 7,5 Hz (Figura 2).

Las evaluaciones ecográficas, se utilizaron para determinar:

- a) Área de ojo de lomo total (AOLT) (cm²): incluyen los músculos *spinales et semispinals thoracis, multifidus thoracis, levator costae y Longissimus dorsi*. (Popesko, 1981) y se midió en el espacio intercostal entre la novena y décima costilla.
- b) Marmoleo (MAR) (%): corresponde al porcentaje de grasa de infiltración y se midió ubicando el transductor en un plano longitudinal sobre el músculo *Longissimus dorsi* en forma perpendicular a la columna vertebral, entre la novena y décima costilla.
- c) Espesor de grasa dorsal (EGD) (mm): se midió en el espacio intercostal entre la novena y décima costilla sobre el AOLT.

	dieta 1	dieta 2	dieta 3
Ingredientes			
Ensilaje maíz, kg	10,00	11,00	15,00
Guano de pollo, kg	4,00	4,00	5,00
Heno avena – vicia, kg	1,50	2,50	3,00
Paja de trigo, kg	1,50	1,50	1,50
Ensilaje avena, kg	4,00	4,00	4,00
Despunte maíz para congelado, kg	1,00	4,50	4,00
Cosetán®, kg	0,00	0,00	5,00
Vinaza de achicoria, L	0,50	0,50	0,50
Urea, kg	0,05	0,05	0,05
Bicarbonato, kg	0,08	0,08	0,08
Sales minerales, kg	0,05	0,05	0,05
Análisis nutricional			
Proteína cruda, %	12,18	18,81	16,08
Cenizas totales, %	13,00	9,33	12,27
Fibra detergente neutra, %	45,19	36,20	40,10
Fibra detergente acida, %	28,10	20,97	24,86
Energía metabolizable, Mcal kg-1	2,33	2,52	2,42

BMV: Base materia verde. Cosetán®: coseta de remolacha, melaza, leguminosas - oleaginosas, minerales y vitamina

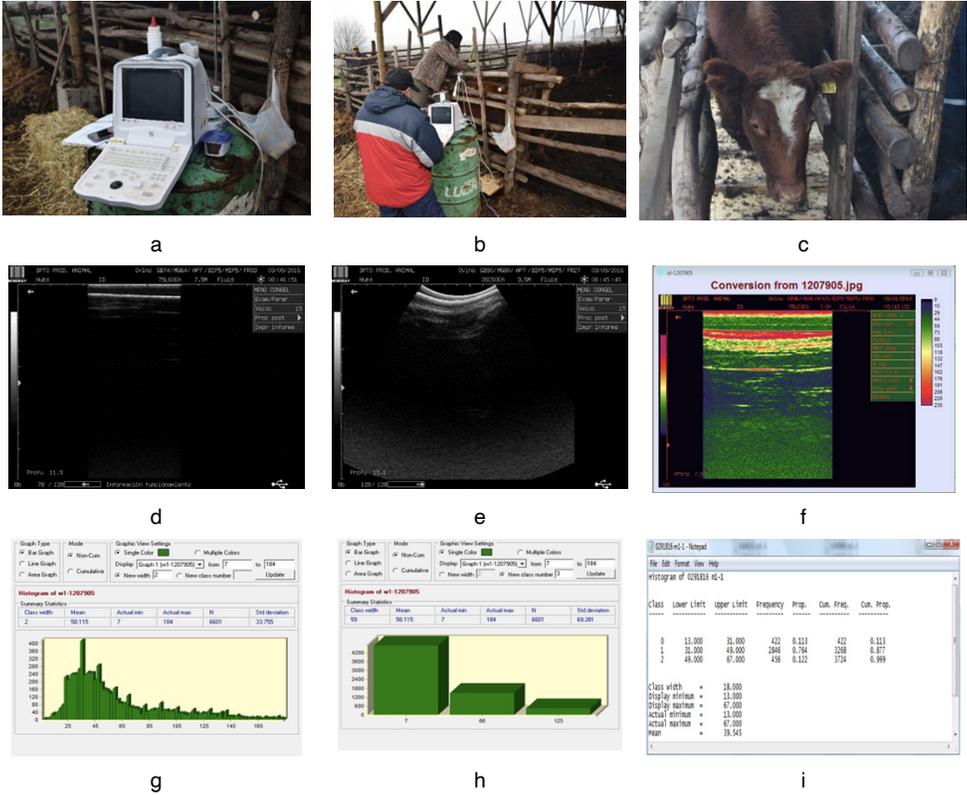
Tabla 1. Ingredientes (BMV) de las dietas ofrecidas y análisis nutricional.

El procesamiento de imágenes e interpretación de éstas, se realizó mediante el software Idrisi Selva (Eastam 2012), el que permite transformar las imágenes de datos alfanuméricos a numéricos (Eastam, 2012). De cada imagen ecográfica para la estimación de porcentaje de grasa de infiltración, se tomaron tres submuestras correspondientes a las coordenadas M1 (A(200,150), B(280,245)); M2 (C(250,450), D(330,460)) y M3 (E(160,350), F(280,460)) (Figura 3 a). Se obtuvieron matrices de datos numéricos de cada sub-muestra, agrupados en tres clases, de acuerdo con la frecuencia relativa de cada pixel, asignándoles los nombres de G1, G2 y G3 (Figura 3 c). Sobre la misma imagen se midió el espesor de grasa dorsal en milímetros (Figura 3 a y b) (Campos *et al.*, 2015). Para realizar la estimación de los pesos de lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada se utilizó la metodología de Campos *et al.* (2016).

Parámetros que determinan calidad de carne post mortem (faena y post faena):

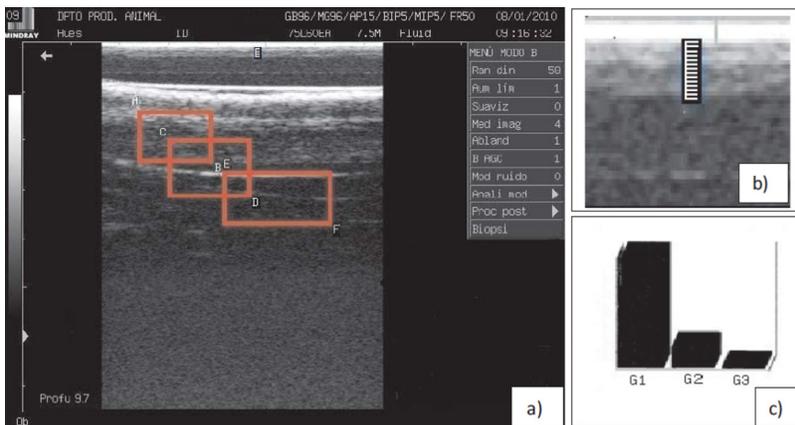
La faena de algunos animales ecografiados fue realizada en Faenadora de Carnes Bulnes Ltda., ubicada en la comuna de Bulnes, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Se determinaron peso de faena (kg), peso canal caliente (kg), peso canal fría (kg) y rendimiento centesimal de canal (%) (metodología propuesta por Porte 1994c). El desposte se realizó en la Carnicería Valladares ubicada en la ciudad de Chillán, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Se midió AOLT (metodología propuesta por Porte (Porte 1994b) y EGD (metodología propuesta por Campos *et al.*, 2009) para cada canal. El procedimiento de “cuarteo” consistió en la separación del cuarto trasero, derecho e izquierdo y cuarto delantero derecho e izquierdo, mientras que en el desposte propiamente tal, se obtuvieron los siguientes cortes según la Norma Chilena Oficial 1596 Of. 1999 (Ministerio de Agricultura, 1999): posta negra (*Musculus gracillis*, *M. semimembranosus*, *M. sartorius*, *M. pectineus*, *M. adductor*, *M. obturatorius externus*, *Mm. gemelli* y *M. quadratus femoris*), posta rosada (*M. quadriceps femoris*, *M. vastus lateralis*, *M. vastus medialis*, *M. vastus intermedius* y *M. rectus femoris*), lomo vetado (*M. iliocostalis thoracis*, *M. longissimus thoracis*, *M. spinalis et*, *M. semispinalis thoracis*, *M. intertransversarii thoracis*, *Mm. Levatores costarum* y *Mn. Multifidi thoracis*), lomo liso (*M. iliocostalis lumborum*, *M. longissimus lumborum*, *M. retractor costae*, *Mm. Rotator costae*, *Mm. Intertransversarii lumbalis*, *Mm. transversus spinalis* y *Mmm Multifidi*) y filete (*M. psoas major*, *M. psoas minor*, *M. iliacus* y *M. quadratus lumborum*). Los cortes anteriormente mencionados fueron seleccionados debido a la importancia en un mercado exigente y se contaba con los modelos para su estimación in vivo. (Campos *et al.*, 2016). Tras el “cuarteo” de cada animal se realizó el pesaje de cada corte.

Análisis estadístico: Se realizó análisis estadístico no paramétrico mediante la prueba de Wilcoxon (Mann – Whitney U) (Fagerland, 2009) para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0,05$) tanto para parámetros productivos, como también para parámetros que determinan calidad de carne. Como variables concomitantes (covariable), se utilizaron el peso de nacimiento y días de vida al inicio de ensayo. Los análisis estadísticos se realizaron a través del software InfoStat (Balzarini *et al.*, 2008).



a) Ecógrafo portátil, b) Captura de imágenes ecográficas in vivo, c) Vaquilla en manga para manejo, d) Vaquilla N° 0944 marmoleo Evaluación 5, e) Vaquilla N° 0944 AOLT Evaluación 5, f) Procesamiento de imagen en Idrisi, g) Histograma de pixeles, h) Agrupación de pixeles que representan músculo, grasa y otros y i) Proporción de la agrupación de pixeles

Figura 2. Captura de imágenes ecográficas in vivo



a) Imagen de ecógrafo indicando espesor de grasa dorsal y las coordenadas de las muestras tomadas por imagen con coordenadas M1 (A(200,150), B(280,245)); M2 (C(250,450), D(330,460)) y M3 (E(160,350), F(280,460)). b) Imagen ampliada indicando la medición de espesor de grasa dorsal. c) Imagen del Software Idrisi 32 v15.0 indicando la frecuencia de grupo de pixeles. (Fuente: Campos et al., 2015)

Figura 3 Ejemplos de tipos de imágenes capturadas con ecógrafo y procesadas a través de software Idrisi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la implementación del sistema de obtención de carne de 12 - 14 meses de edad a faena se modificó el tiempo de permanencia de los animales y edad a la faena, resultando en una estadía predial de 13 meses promedio en lugar de 20 meses, como ocurría en el sistema anterior.

Parámetro productivo: Las evaluaciones de peso se iniciaron con el periodo de acostumbramiento a la alimentación, a modo de monitoreo del crecimiento de las vaquillas, el peso promedio de inicio como se muestra en la Tabla 2 fue de 238,04 ± 34,18 kg para animales AA y de 251,63 ± 22,89 kg para SxA, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales ($P>0,05$).

Al inicio de la engorda los pesos promedios fueron de 252,72 ± 34,92 kg para AA y 269,42 ± 23,36 kg para SxA no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales ($P>0,05$). La ganancia promedio de peso total durante la engorda fue de 41,16 kg y 44,58 kg, en vaquillas AA y SxA, respectivamente, por tanto a la salida de la engorda las vaquillas SxA tuvieron un peso promedio 314,00 kg, mientras que las de tipo racial AA 293,88 kg, para las mediciones de pesaje 3, 5, 6 y 7 mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P\leq 0,05$) para los pesos entre ambos grupos raciales. Las ganancias diarias promedio obtenidas durante todo el ensayo fueron de 0,7 kg para animales SxA y de 0,6 kg para los de raza AA, no presentando diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre ambas y muy por debajo de la ganancia estimadas por el productor de 1,2 kg día⁻¹.

Evaluación	DDIE	Peso promedio de las vaquillas			
		tipo racial AA		tipo racial SxA	
		media (kg)	D. E.	media (kg)	D. E.
Acostumbramiento	1	238,04a	34,18	251,63a	22,89
Inicio engorda	32	252,72a	34,92	269,42a	23,36
Medición 3	42	259,25b	34,16	275,81a	24,86
Medición 4	56	263,67a	31,74	278,12a	25,07
Medición 5	70	273,36b	32,20	292,27a	24,58
Medición 6	84	280,29b	29,68	304,65a	23,90
Medición 7	99	293,88b	31,25	314,00a	23,47

Tabla 2. Peso promedio de las vaquillas según evaluación y tipo racial.

DDIE: días después de inicio de ensayo, AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus y D.E.: desviación estándar. Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Evaluaciones ecográficas

Área de ojo de lomo total. El desarrollo muscular del AOLT fue medido durante las 5 últimas mediciones del estudio. Se estimó que en la primera medición ecográfica las vaquillas de tipo racial AA tiene un AOLT de 78,28 cm² y las de tipo racial SxA 80,92 cm², no presentando diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) como muestra la Tabla 3.

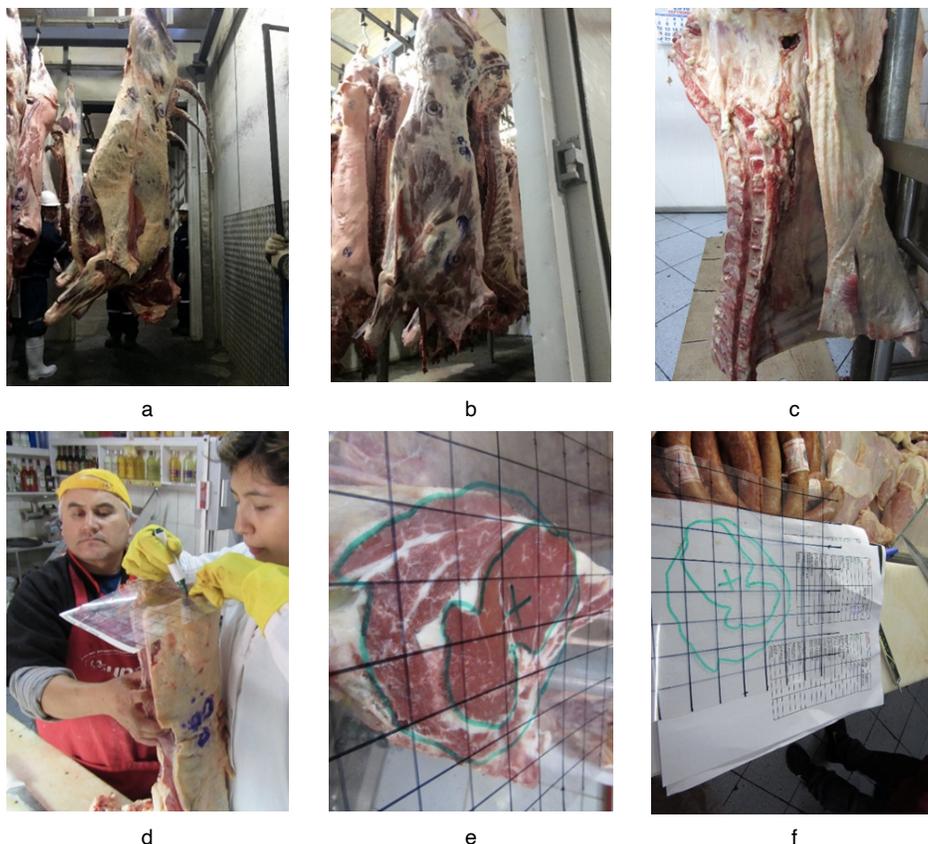
En la medición ecográfica 4 y 5 se puede apreciar que existe diferencias estadísticamente significativas ($P\leq 0,05$), terminando el proceso de mediciones ecográficas las vaquillas de tipo racial AA con 90,37 cm² de AOLT y las de tipo racial SxA con 99,07 cm². Las ganancias de peso estadísticamente significativas fueron en la medición 6 y 7 coinciden con las mediciones ecográficas 4 y 5 para estimación de área de ojo de lomo total, de este aumento de peso se infiere el desarrollo del área de ojo de lomo total, el que se ve observa en mayor cantidad de kilos lo que coincide con una mayor cantidad de cm² de AOLT, ya que los músculos crecen en relación con el peso de los animales (Bavera *et al.*, 2005). La tasa de crecimiento del AOLT durante las mediciones ecográficas para AA fue de 12,09 cm² y para SxA de 18,15 cm².

Espeso de grasa dorsal. El espesor de grasa dorsal o grasa de cobertura fue estimado a partir de imágenes obtenidas durante las 5 mediciones ecográficas. En el inicio de las evaluaciones (Tabla 3), el grupo racial AA presenta en promedio 1,14 mm de grasa dorsal en cambio el grupo racial SxA presenta en promedio 1,00 mm, sin diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). A partir de la medición 3 en adelante, existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos raciales ($P\leq 0,05$), finalizando en la medición 5 el grupo racial AA con 2 mm y SxA con 1,62 mm de espesor de grasa dorsal en promedio. Se estimó un aumento de 0,86 mm de espesor de grasa dorsal para AA y para SxA de 0,62 mm a través de las mediciones ecográficas. En la investigación realizadas por Chambaz *et al.* (2003) se señala que el ganado Simmental posee menor espesor de grasa dorsal que el ganado de raza Aberdeen Angus, debido a que uno de los progenitores es de raza Simmental podemos deducir que los animales híbridos SxA, poseen una disminución en el espesor de grasa dorsal que los animales AA. Chambaz *et al.* (2003) menciona que los animales AA acumulan una mayor porción de grasa visible sobre el músculo *longissimus dorsi*. Las mediciones de peso 6 y 7 coinciden con las mediciones ecográficas 4 y 5 para estimación de AOLT y EGD en las cuales se presentan diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales, lo que permite concluir que los animales SxA al momento de culminado el estudio aún estaban en etapa de crecimiento lo que se refleja en un mayor AOLT y menor EGD que las vaquillas AA las cuales podrían haberse encontrado en estado de desarrollo (Figura 4).

Medición ecográfica	DDIE	Medición promedio área de ojo de lomo total						Longitud promedio espesor de grasa dorsal					
		tipo racial AA			tipo racial SxA			tipo racial AA		tipo racial SxA			
		N	Media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.
1	42	14	78,28 a	4,14	9	80,92 a	6,18	14	1,14 a	0,23	9	1,00 a	0,21
2	56	18	81,95 a	9,50	6	85,91 a	16,64	18	1,32 a	0,27	6	1,11 a	0,21
3	70	7	89,19 a	7,13	3	83,65 a	7,10	7	1,52 a	0,36	3	1,03 b	0,12
4	84	9	89,83 a	6,70	7	81,81b	5,88	9	1,76 a	0,17	7	1,33 b	0,07
5	99	9	90,37 b	9,38	9	99,07 a	6,86	9	2,00 a	0,15	9	1,62 b	0,17

DDIE: días después de inicio de ensayo, AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus, N: número de vaquillas y D.E.: desviación estándar. Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

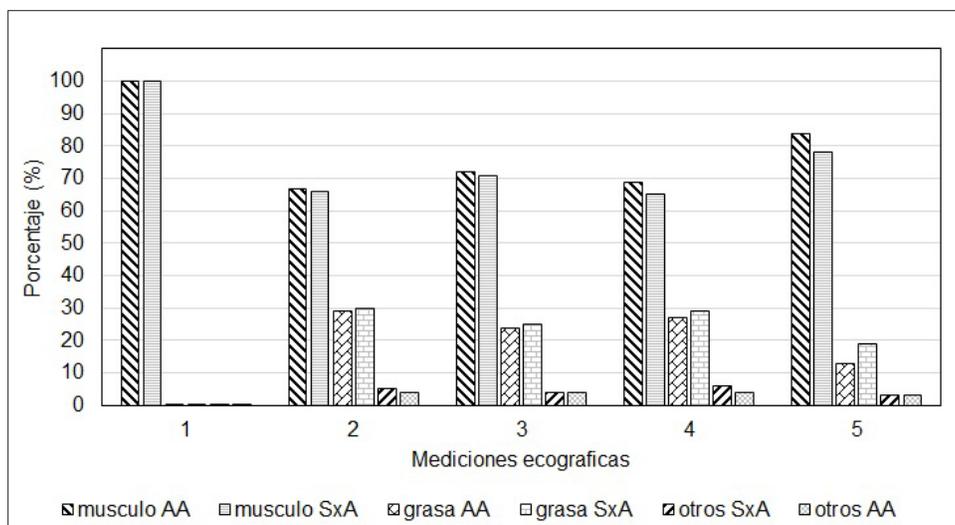
Tabla 3. Promedio de la medición de área de ojo de lomo total y espesor de grasa dorsal en las vaquillas según evaluación y tipo racial, utilizando estimaciones ecográficas.



a) Canal Aberdeen Angus, b) Canal Simmental x Aberdeen Angus, c) Cuarto trasero, cortado entre novena y décima costilla, d) Estimación de AOLT durante desposte, e) Estimación de AOLT durante desposte, f) Registro de datos de estimación de AOLT

Figura 4. Animales después del proceso de faena y desposte de vaquillas

Marmoleo. El marmoleo estimado según las imágenes ecográficas fue expresado como porcentaje de grasa de infiltración, este porcentaje fue en base a la proporción de grasa presente en las imágenes ecográficas. En la Figura 5 se muestra la proporción de músculo, grasa y otros presentes en las vaquillas en las distintas mediciones ecográficas. Para marmoleo en las 5 mediciones realizadas en ninguna de ellas hubo diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). Esto podría deberse a que los animales están en pleno proceso de desarrollo óseo y muscular (Bavera *et al.*, 2005). El porcentaje de grasa de infiltración se ve reflejado en las imágenes a partir de la medición ecográfica 2. Se aprecia también que en la medición ecográfica 3 y 5 hay un desarrollo muscular mayor, por tanto, la proporción de grasa se ve disminuida, como así una menor infiltración de grasa, lo que concuerda con la etapa de crecimiento y desarrollo del animal. El porcentaje de grasa de infiltración estimada que se observa en la última medición es de 14% para vaquillas de tipo AA y de 19% para vaquillas de tipo SxA.



AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus.

Figura 5. Proporción de músculo, grasa y otros estimadas en las vaquillas de tipo racial Aberdeen Angus y Simmental x Aberdeen Angus.

Estimación de cortes. En la Tabla 4 se observa los datos obtenidos del crecimiento estimado para cada corte carnicero, los kilos estimados de los cortes del grupo racial AA están por sobre el SxA en la medición ecográfica 1. En cambio, en la medición ecográfica 2, los kilos de los cortes del grupo racial SxA son superiores al grupo AA, como así también se refleja en las mediciones 3, 4 y 5 el grupo racial SxA posee más kilos que AA. Al comparar la cantidad de kilos promedio estimados de los cortes de ambos grupos raciales por evaluaciones se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). A través de las mediciones ecográficas y el uso de los modelos propuestos por Campos *et al.*

(2016), se estimó un aumento del peso del corte lomo liso de 0,47 kg para el grupo racial AA y para el grupo racial SxA de 0,98 kg. Para lomo vetado el crecimiento estimado fue de 0,23 kg para AA y 0,49 kg para SxA. Se estimó un crecimiento de 0,23 kg de filete para grupo racial AA y de 0,49 kg para SxA. Posta negra y posta rosada tuvieron una estimación de 0,69 kg y 0,46 kg respectivamente para grupo racial AA y de 0,46 kg y 0,97 kg para SxA.

Parámetros que determinan calidad de carne. Los datos de faena se presentan en la Tabla 5, donde se observan valores promedios de peso de las vaquillas vivas según tipo racial al momento de faena, peso de canal caliente, peso de canal fría y porcentaje de rendimiento a la canal. Estos datos no presentan diferencias estadísticamente significativas para cada ítem comparando tipos raciales. Basado en la estimación de cortes se realizó una comparación con los datos *post mortem*. De los datos obtenidos mediante estimación por mediciones ecográficas en la evaluación 5 se calculó un promedio para cada uno de los grupos raciales en área de ojo de lomo total (AOLT), espesor de grasa dorsal (EGD), lomo vetado, lomo liso, posta negra, filete y posta rosada, los que se pueden observar en la Tabla 6. Al igual que los datos obtenidos durante la faena de los animales se categorizaron y posteriormente se calculó un promedio de cada corte según tipo racial. Al comparar los datos obtenidos en la medición ecográfica 5 y los datos *post mortem*, la información estimada para AOLT, lomo liso, posta negra, filete y posta rosada se aprecia que el modelo propuesto por Campos *et al.* (2016) subestima la información real, como así también plantea Crews *et al.* (2003) en su estudio de vaquillas Simmental con un modelo distinto pero que también realiza estimación de parámetros que determinan calidad de carne en el que se subestima la información in vivo de área del músculo *longissimus* y del espesor de grasa.

Medición ecográfica	Lomo liso		Lomo vetado		Posta negra		Filete		Posta rosada		
	N	media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE
Tipo racial Aberdeen Angus											
1	14	5,47	0,66	2,71	0,33	8,20	1,00	2,74	0,33	5,45	0,67
2	18	5,35	0,60	2,64	0,30	8,01	0,90	2,68	0,30	5,32	0,60
3	7	5,57	0,53	2,75	0,27	8,34	0,80	2,79	0,27	5,54	0,53
4	9	5,78	0,45	2,86	0,22	8,66	0,68	2,90	0,23	5,75	0,45
5	9	5,94	0,77	2,94	0,38	8,89	1,16	2,97	0,39	5,91	0,77
Tipo racial Simmental x Aberdeen Angus											
1	9	5,36	0,64	2,65	0,17	8,03	0,51	2,68	0,17	5,34	0,34
2	6	5,42	0,40	2,68	0,20	8,12	0,60	2,72	0,20	5,40	0,40
3	3	6,20	0,63	3,07	0,32	9,29	0,94	3,10	0,31	6,18	0,63
4	7	6,20	0,56	3,06	0,28	9,28	0,84	3,10	0,28	6,17	0,56
5	9	6,34	0,73	3,14	0,37	9,49	1,10	3,17	0,37	6,31	0,73

La ausencia de letras presenta que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 4: Peso promedio estimado para cortes comerciales en las terneras según evaluación y tipo racial, utilizando estimaciones ecográficas.

Tipo racial	PVF (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	Porcentaje canal (%)	PD (kg)	Porcentaje perdida (%)
SxA	351,00	195,50	191,59	54,58	188,50	1,65
AA	357,75	198,50	194,53	54,37	189,17	2,87

SxA: Simmental X Aberdeen Angus, AA: Aberdeen Angus, PVF: peso promedio vaquillas vivas a faena, PCC: peso promedio canal caliente, PCF: peso promedio canal fría, porcentaje canal: porcentaje de rendimiento a la canal, PD: peso promedio de vaquillas despostada y porcentaje perdida: porcentaje de perdida en desposte.

Tabla 5. Pesos promedios de las vaquillas según tipo racial antes de faena, después de faena, desposte, porcentajes de rendimiento a la canal y porcentaje de pérdida en el desposte.

Fenotipo	AOLT (cm2)	EGD (mm)	LL (kg)	LV (kg)	PN (kg)	F (kg)	PR (kg)
AA Estimado	90,37	2,00	5,94	2,94	8,89	2,97	5,91
AA Desposte	97,36	3,24	8,26	6,54	12,86	4,60	8,55
SxA Estimado	99,07	1,62	6,34	3,14	9,49	3,17	6,31
SxA Desposte	104,01	1,96	8,46	6,34	13,46	4,99	8,94

AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus, AOLT: área de ojo de lomo total, EDG: espesor de grasa dorsal, LL: lomo liso, LV: lomo vetado, PN: posta negra, F: filete y PR: posta rosada. La ausencia de letras presenta que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 6. Comparación de las mediciones estimadas *in vivo* con las mediciones obtenidas al desposte *post mortem* para área de ojo de lomo total, espesor de grasa dorsal, lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada.

CONCLUSIONES

El sistema de obtención de carne en engorda tipo *feed lot* de 12 a 14 meses de faena temprana, se pudo implementar en el predio, utilizando la craza Simmental x Aberdeen Angus, optimizando el uso de los recursos prediales.

Los parámetros de calidad de carne y rendimiento al desposte estudiados en vaquillas Aberdeen Angus fueron similares al utilizar vaquillas Simmental x Aberdeen Angus.

Las vaquillas Simmental x Aberdeen Angus generaron mayor cantidad de kilos vivos que las vaquillas Aberdeen Angus, manejadas bajo un mismo sistema de engorda y durante el mismo periodo de tiempo.

REFERENCIAS

ANRIQUE, R. 1993. **Rol de las razas en la producción de carne bovina.** *Agroeconómico* (14): 20-24.

AOAC INTERNATIONAL. 1997a. **Dairy products.** pp. 33-75. In: P. Cunniff (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC international. Volume II. (16th. ed.).* AOAC International. Gaithersburg, USA.

AOAC INTERNATIONAL. 1997b. **Oils and fats.** pp. 41-53. In: P. Cunniff (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC international. Volume II. (16th. ed.).* AOAC international. Gaithersburg, USA.

- BALBUENA, O. 2010. **El destete** [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/87-Destete.pdf>. [Consulta: 28 noviembre 2017].
- BALZARINI, M.G., L. GONZÁLEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, J.A. DI RIENZO Y C.W. ROBLEDO. 2008. **InfoStat: software estadístico**. Manual del usuario. Versión 2008. Brujas. Córdoba, Argentina.
- BAVERA, G., O. BOCCO, H. BEGUET Y A. PETRINA. 2005. **Crecimiento, desarrollo y precocidad** [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf>. [Consulta: 28 noviembre 2017].
- CAMPOS, J., P. GONZÁLEZ, M. DOUSSOULIN, M. TIMA Y PA. WILLIAMS. 2009. **Predicción del índice de calidad en canales bovinas para mercado chileno de elite mediante modelación matemática**. Arch. Med. Vet. 41: 157-161.
- CAMPOS-PARRA, J., E. DE PEDRO-SANZ, D. ITURRIAGA-ASTORGA, R. ASTUDILLO-NEIRA, I. BASSO-BASSO Y J. CABAS-MONJE. 2015. **Modelos predictivos de niveles de marmorización en novillos mestizos wagyu generados por ultrasonografía y tratamiento de imágenes**. Revista Científica FCV-LUZ 25(2): 116-122.
- CAMPOS-PARRA, J., E. DE PEDRO-SANZ, R. ASTUDILLO-NEIRA, J. CABAS-MONJE, R. VALLEJOS-CARTES Y J. VELASCO-FUENMAYOR. 2016. **Estimación del área del ojo del lomo total in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente**. Revista Científica FCV-LUZ 26(2): 120-126.
- CHAMBAZ, A., M.R.L. SCHEEDER, M. KREUZER AND P.-A. DUFEY. 2003. **Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content**. Meat Sci. 63: 491-500.
- CIENFUEGO-RIVAS, E.G., M.A.R. DE ÓRUE-RÍOS, M. BRIONES-LUENGO Y J.C MARTÍNEZ-GONZÁLES. 2006. **Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (Bos taurus) y sus cruza, VIII Región, Chile**. Arch. Med. Vet. 38(1): 69-75.
- CREWS, D.H., E.J. POLLAK, R.L. WEAVER, R.L. QUAAS AND R.J. LIPSEY. 2003. **Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle**. J. Anim. Sci. 81: 1427-1433.
- DICKERSON, G.E. 1978. **Animal size and efficiency: basic concepts**. Anim Prod. 27: 367-379.
- EASTAM, J. R. 2012. **Software Idrisi Selva** (Worcester, MA:Clark University).
- FAGERLAND, M. AND L. SANDVIK. 2009. **The Wilcoxon- Mann-Whitney test under scrutiny**. Stat. Med. 28: 1487-1497.
- GOIC, L. Y S. IRAIRA. 2005. **Recría – Engorda en pastoreo**. pp: 275-293. En: A. Catrileo (Ed.). Producción y manejo de carne bovina en Chile. Colección Libros INIA N°16. INIA Carillanca. Temuco, Chile.
- LARRAÍN, R. Y E. VARGAS. 2013. **Composición de cortes de carne bovina nacional**. Pontificia Universidad Católica de Chile. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- LEGATES, J.E. Y F.J. WARWICK, F.J. 1992. **Cría y mejora del ganado**. (8a. ed.). Interamericana McGraw-Hill. México D.F., México.

MAGOFKE, J.C. 1991. **Caracterización de algunas razas bovinas de carne. 1. Supervivencia y pesos vivos nacimiento- destete.** Av. Prod. Anim. 16(1-2): 3-20.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1999. **Decreto N°123 Exento.** Declara normas oficiales de la República las que indica [en línea]. Biblioteca del congreso nacional de Chile. <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=143758>>. [Consulta 30 octubre 2017].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996a. **Energy.** pp: 3-15. In: Nutrition requirements of beef cattle. (7th. ed.). National Academy Press. Washington D.C., USA.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996b. **Protein.** pp: 16-21. In: Nutrition requirements of beef cattle. (7th. ed.). National Academy Press. Washington D.C., USA.

NIEBLAS, M.I. 2005. **Identificación de toros con mejores características de la canal in vivo en su progenie bajo pruebas de comportamiento.** Tesis, Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad Zootecnia, Secretaria de Investigación y Postgrado. Chihuahua, México.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2017. **Consumo de carne** [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>>. [Consulta: 23 noviembre 2017].

POPESKO, P. 1998. **Toro: musculatura profunda de la columna vertebral. Vista desde la izquierda.** pp: 24 En: Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo II. Tronco (2a. ed.). Masson. Barcelona, España.

PORTE E. 1994c. **Rendimientos y cortes de carne.** En: Producción de carne bovina. (4ª. Ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 299-311

PORTE, E. 1994. **Proceso de engorda.** En: Producción de carne bovina. (4a. ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 200-204.

PORTE, E. 1994b. **Clasificación de ganado en pie y tipificación de canales.** En: Producción de carne bovina. (4a. Ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 281-289.

RAMÍREZ, R. 1994. **Crecimiento y desarrollo.** pp: 186-199. En: E. Porte (Ed.). Producción de carne bovina. (4a. ed.). Universitaria. Santiago, Chile.

ROJAS, C. 2005. **Manejo de la crianza.** pp: 257-273. En: A. Catrileo (Ed.). Producción y manejo de carne bovina en Chile. Colección Libros INIA N°16. INIA Carillanca. Temuco, Chile.

URIBE, H. 2006. **Mejoramiento genético de ganado de leche.** pp: 86-91. Boletín N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.

VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON AND B.A. LEWIS. 1991. **Symposium carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.** J. Dairy Sci. 74(10): 3583-3597.

PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICA Y MICROESTRUCTURA DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.) PARA USO AGROINDUSTRIAL

Data de aceite: 02/05/2024

Ronald Astete Tebes

Universidad Nacional del Altiplano Puno

RESUMEN: En este estudio, se investigó la relación entre la capacidad de adsorción de agua y diversas características de siete variedades de quinua, con el objetivo de transformarlas en hojuelas crudas y destacar su potencial agroindustrial. La capacidad de adsorción de agua se evaluó en 10 puntos de actividad de agua mediante cuatro ecuaciones matemáticas, destacando el modelo de Oswin como el más adecuado. Las propiedades físicas se analizaron a través de imágenes, revelando que la variedad Illpa tiene granos más grandes, mientras que Kancolla, Salcedo, Altiplano y Pasankalla presentan granos medianos, y Negra Collana y Choclo Rosado, granos más pequeños. La propiedad mecánica se evaluó con un texturómetro, demostrando que la fuerza máxima ejercida por las variedades de quinua varía en un rango específico. La microestructura se examinó mediante microscopía electrónica de barrido, observando la disposición de almidones en relación con la actividad de agua y su impacto en la resistencia mecánica y el

proceso de elaboración de hojuelas crudas. Los resultados destacaron la variedad Salcedo INIA como la más propicia para la producción de hojuelas de quinua. Este análisis integral proporciona información valiosa para el sector agroindustrial, identificando características clave que influyen en la calidad de las hojuelas de quinua y resaltando la importancia de seleccionar variedades específicas para optimizar los procesos de transformación.

PALABRAS-CLAVE: quinua, isotermas, microestructura, resistencia mecánica

PHYSICAL, MECHANICAL AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF QUINOA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.) FOR AGROINDUSTRIAL USE

ABSTRACT: In this study, the relationship between water adsorption capacity and various characteristics of seven varieties of quinoa was investigated, with the aim of transforming them into raw flakes and highlighting their agroindustrial potential. The water adsorption capacity was evaluated at 10 water activity points using four mathematical equations, highlighting the Oswin model as the most appropriate. The physical properties were analyzed through

images, revealing that the Illpa variety has larger grains, while Kancolla, Salcedo, Altiplano and Pasankalla have medium grains, and Negra Collana and Choclo Rosado have smaller grains. The mechanical property was evaluated with a texturometer, demonstrating that the maximum force exerted by quinoa varieties varies in a specific range. The microstructure was examined by scanning electron microscopy, observing the arrangement of starches in relation to water activity and its impact on the mechanical strength and the raw flake production process. The results highlighted the Salcedo INIA variety as the most suitable for the production of quinoa flakes. This comprehensive analysis provides valuable information for the agribusiness sector, identifying key characteristics that influence the quality of quinoa flakes and highlighting the importance of selecting specific varieties to optimize transformation processes.

KEYWORDS: quinoa, isotherms, microstructure, mechanical resistance

INTRODUCCIÓN

Perú destaca como uno de los principales productores y exportadores mundiales de quinua. En 2017, las exportaciones alcanzaron los 70,4 millones de dólares, con un valor promedio de U \$ 4,20 / kg, siendo Estados Unidos el principal destino (63% del total), seguido por Holanda, Alemania y Australia. El 80% de la quinua peruana se cultiva en el altiplano, situado entre 2500 y 4000 metros de altitud (Ataucusi et al., 2023). La capacidad de transformación agroindustrial de cada variedad puede aprovecharse para modificar su forma original, generando productos como las hojuelas crudas de quinua. Este estudio se centra en la capacidad de adsorción de agua, propiedades físicas y mecánicas, contribuyendo al desarrollo de nuevos productos alimenticios basados en quinua. Además, disciplinas como la ingeniería gastronómica, industria farmacéutica y cosmética se benefician al conocer estas propiedades para la presentación y uso adecuado de sus productos (Calcina et al., 2023; Fernandez et al., 2016; Gonzalo et al., 2023). Con la investigación “Relación de la capacidad de adsorción de agua, propiedades físicas, mecánicas y microestructura de siete variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)”, se busca identificar la variedad más adecuada para la elaboración de hojuelas crudas, mejorando así la calidad del producto para beneficio económico y nutricional de la población.

El objetivo principal de este estudio es identificar la variedad de quinua que exhiba las propiedades físicas y textura más óptimas para la producción eficiente de hojuelas crudas. Para lograr esto, se plantea determinar las isotermas de adsorción y seleccionar el modelo matemático más apropiado para describir el comportamiento en diez puntos de actividad de agua (a_w) en siete variedades de quinua destinadas a la elaboración de hojuelas crudas (Aguilar et al., 2020; Barraza-Jáuregui et al., 2021; Palacios & Agüero, 2023). Además, se busca establecer la relación entre estas isotermas de adsorción y las características de textura, diámetro, área, forma y microestructura de los granos de quinua. Este enfoque específico tiene como finalidad mejorar el proceso de elaboración de hojuelas crudas, contribuyendo así a la optimización de la calidad del producto final y su potencial impacto en la industria agroindustrial y sectores relacionados (Calderón et al., 2018; Perez et al., 2018).

METODOLOGIA

En esta investigación, se emplearon siete variedades de quinua obtenidas del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Puno (INIA), entre las cuales se incluyen Salcedo INIA, Illpa INIA, Pasankalla, Negra Collana, Kankolla, Rosado Choclo de Taraco y Altiplano. Asimismo, se utilizaron diez reactivos de sales saturadas con distintos pesos moleculares y actividades de agua (Amasifuen & Fiorella, 2019; Erazo et al., 2021; Quenta et al., 2021).

En términos de equipamiento, se utilizaron una diversidad de herramientas, como un secador a 150 grados, una balanza analítica (Metler Tolado PB3002-S), pipetas de 10 ml, lunas de reloj, recipientes, probetas de 100 y 250 ml, vasos de vidrio de 20 ml, una cocina eléctrica, baldes de 5 litros, un colador y un texturómetro TA.XT Plus con capacidad de fuerza de 50 kg (500N). Además, se implementó un sistema de adquisición de imágenes de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y un microscopio electrónico ambiental de barrido SEM. La metodología para la determinación de isothermas de adsorción consistió en equilibrar las variedades de quinua con diez soluciones salinas saturadas, realizando mediciones periódicas de peso hasta alcanzar un equilibrio constante para cada punto de actividad de agua (*aw*) (Flores & Rodríguez, 2022; Galecio-Julca et al., 2023; Sucasaca, 2023). En cuanto a la resistencia mecánica, se llevó a cabo mediante ensayos de compresión en un texturómetro TA.XT Plus, utilizando tres niveles de humedad distintos. Se registraron la fuerza máxima ejercida y el punto de fracturabilidad. Las propiedades físicas se evaluaron midiendo el diámetro equivalente, área y esfericidad de los granos utilizando un sistema de adquisición de imágenes con una cámara digital y regla milimétrica (Feijó et al., 2019; González et al., 2023).

En el proceso de determinación de las isothermas de adsorción, se utilizó un enfoque basado en diez soluciones salinas saturadas, cada una caracterizada por un peso molecular y actividad de agua específicos. La selección de estos reactivos permitió establecer un rango amplio de condiciones que reflejaran distintos puntos de actividad de agua (*aw*) en las muestras de quinua. Se implementó un diseño experimental cuidadoso para equilibrar las variedades con las soluciones salinas, seguido de mediciones periódicas de peso para asegurar un equilibrio constante (Campos et al., 2020; Parra et al., 2019; Romaní-Morón et al., 2019). La resistencia mecánica de las variedades de quinua fue evaluada mediante ensayos de compresión utilizando un texturómetro TA.XT Plus. Estos ensayos se realizaron con tres niveles de humedad diferentes para cada variedad, utilizando una célula de compresión circular de 6 mm de diámetro. Se registraron tanto la fuerza máxima ejercida como el punto de fracturabilidad, proporcionando así datos cuantitativos sobre la respuesta mecánica de las muestras (Lozano et al., 2020; Velásquez et al., 2019).

La evaluación de las propiedades físicas incluyó la medición del diámetro equivalente, área y esfericidad de los granos de quinua. Para ello, se utilizó un sistema de adquisición de imágenes con una cámara digital D7000 4F – S DX y una regla milimétrica. Este enfoque permitió obtener información detallada sobre las características morfológicas de los granos en relación con diferentes niveles de humedad (Chunque et al., 2019; Pinday, 2023). La microestructura de las quinuas se examinó a través de un microscopio electrónico ambiental de barrido SEM. Se fraccionaron longitudinalmente las muestras y se llevaron al microscopio para observar la conformación del empaquetamiento de los almidones dentro del endocarpio (Cerdeña-Mejía et al., 2017; Soto, 2023). Este análisis se realizó a diversos aumentos, proporcionando una visión detallada de la estructura interna de los granos y su relación con la actividad de agua de cada variedad (Castro-Albán et al., 2023; Robles, 2023; Ruíz & Campos, 2023).

En conjunto, estos métodos permitieron obtener datos exhaustivos sobre las propiedades de las variedades de quinua en términos de adsorción de agua, resistencia mecánica, propiedades físicas y microestructura, brindando así una base sólida para la identificación de la variedad más adecuada para la producción de hojuelas crudas.

RESULTADOS

VARIETADES	VALOR DE LA MONOCAPA GAB
Altiplano	0.06779667
Illpa INIA	0.09336373
Kancolla	0.06527953
Pasankalla	0.04881204
Salcedo	0.0473735
Negra Collana	0.08157217
Rosado choclo taraco	0.06779667

Tabla 11. Resumen del valor del mono capa para las Ecuaciones matemáticas de GAB.

VARIETADES	Fuerza máxima ejercida (N)			
	aw 0	aw 0.112	aw 0.741	aw 0.979
Altiplano	75.75 N	68.385 N	63.374 N	51.588 N
Illpa INIA	62.605 N	59.228 N	51.73 N	48.24 N
Kankolla	63.392 N	47.806 N	38.397 N	34.504 N
Negra Collana	48.159 N	44.394 N	40.882 N	39.519 N
Pasankalla	100.903 N	94.976 N	88.031 N	59.369 N
Rosado Choclo	41.462 N	38.76 N	38.008 N	33.833 N
Salcedo	55.773 N	49.292 N	48.423 N	38.935 N

Tabla 12. Resultados de la fuerza máxima ejercida por el instrumento TA-XT Plus para el quiebre de siete variedades de quinua con tres aw diferentes (0.112, 0.741, 0.979).

Se determinó el área, esfericidad y diámetro equivalente para cada variedad de quinua, las muestras fueron seleccionadas al azar con tres repeticiones cada una. En la tabla 17. Se muestra el resumen de las mediciones de diámetro mayor, diámetro menor y espesor (figura 11), área, diámetro equivalente y forma para granos de siete variedades de quinua con tres puntos de actividad de agua 0.112, 0.749, 0.979.

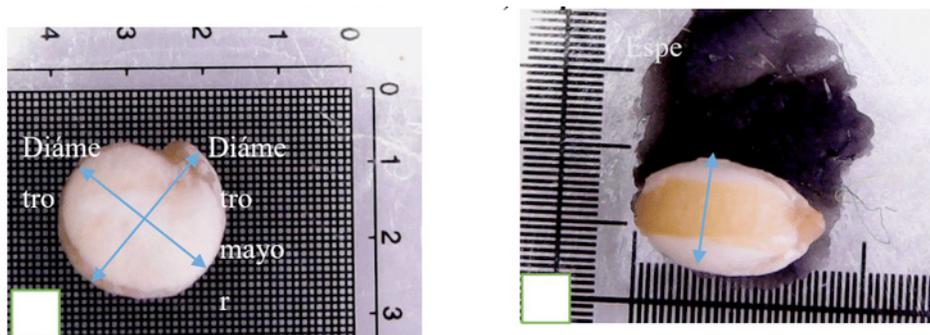


Figura 11 Medición de dimensiones de grano de quinua a). Diámetro mayor, diámetro menor b). Espesor

DIÁMETRO EQUIVALENTE			
Variedades	Aw 0.112	Aw 0.741	Aw 0.979
Pasankalla	1.63	1.67	1.86
Kankolla	1.46	1.59	1.94
Negra collana	1.34	1.42	1.62
Altiplano	1.5	1.55	1.94
Salcedo	1.68	1.68	1.99
Choclo rosado	1.38	1.63	1.74
Illpa INIA	1.75	1.77	1.987

Tabla 14. Diámetros equivalentes para cada variedad de quinua en Tres puntos de actividad de agua diferentes.

La relación de la microestructura con isothermas de adsorción para siete variedades de quinua a tres puntos de aw (0.112, 0.741 y 0.979), se muestran en las siguientes figuras.

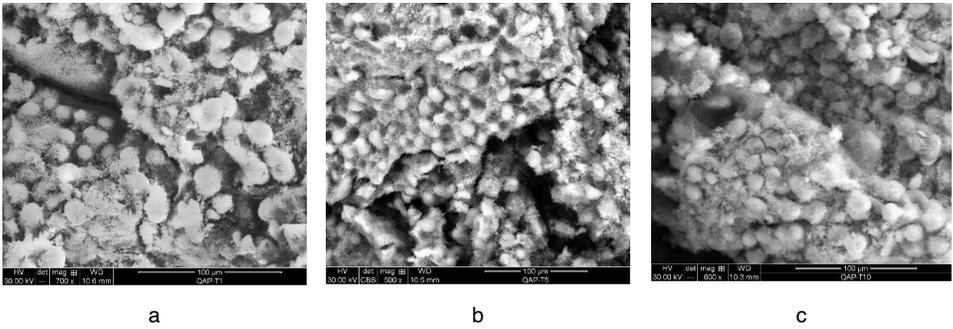


Figura 15. Microestructura de granos de quinua de la Variedad Altiplano INIA. **a)**- Sección interna del endospermo de la Variedad Altiplano INIA con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Altiplano INIA con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo a de la variedad Altiplano INIA con una aw de 0.979.

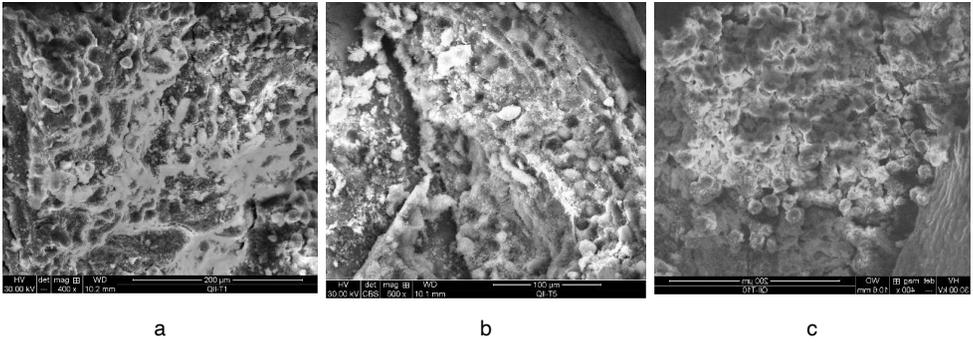


Figura 16. Microestructura de granos de quinua de la Variedad Illpa INIA. **a)**- Sección interna del endospermo de la Variedad Illpa INIA con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Variedad Illpa INIA con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Variedad Illpa INIA con una aw de 0.979.

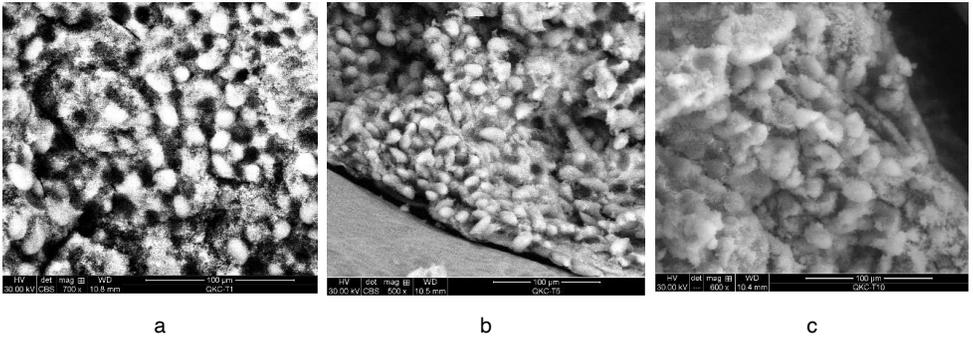


Figura 17. Microestructura de granos de quinua de la Variedad kancolla **a)** Sección interna del endospermo de la Variedad kancolla con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Variedad kancolla con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Variedad kancolla con una aw de 0.979.

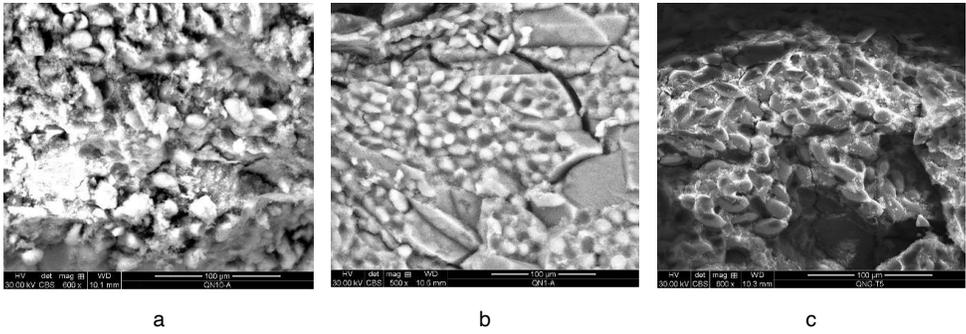


Figura 18. Microestructura de granos de quinua de la Variedad Negra collana **a)** Sección interna del endospermo de la variedad Negra collana con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Negra collana con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Negra collana con una aw de 0.979.

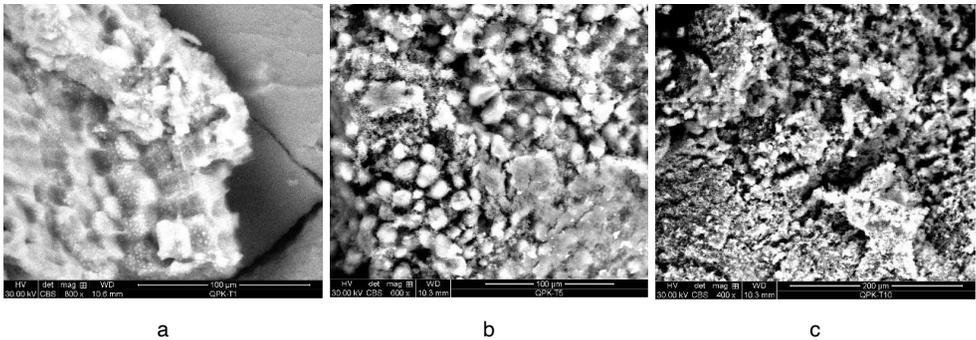


Figura 19. Microestructura de granos de quinua de la Variedad pasankalla **a)** Sección interna del endospermo de la variedad pasankalla con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Pasankalla con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Pasankalla con una aw de 0.979

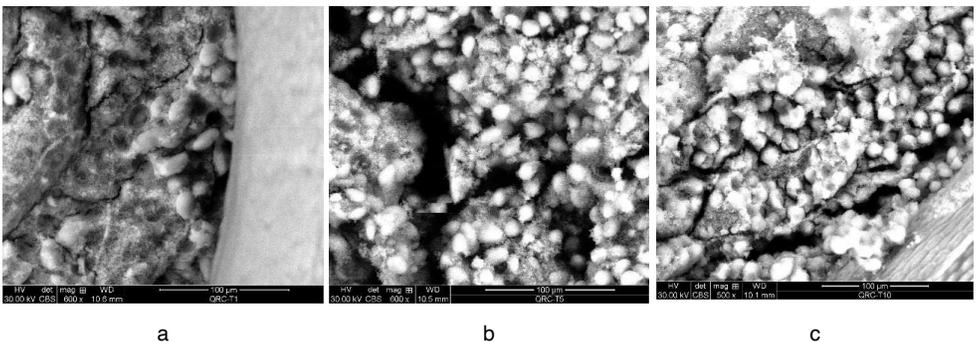


Figura 20. Microestructura de granos de quinua de la Variedad Rosado choclo de Taraco. **a)-** Sección interna del endospermo de la Variedad Rosado choclo de Taraco con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Rosado choclo de Taraco con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Rosado choclo de Taraco con una aw de 0.979.

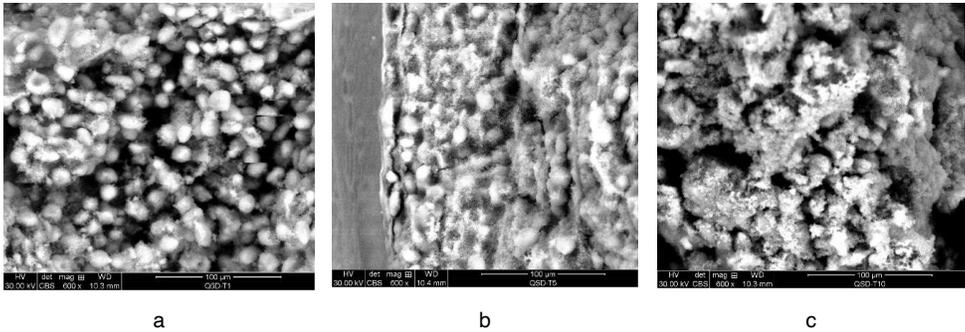


Figura 21. Microestructura de granos de quinua de la Variedad Salcedo INIA. **a)**- Sección interna del endospermo de la Variedad Salcedo INIA con un aw de 0.112, **b)** Sección interna del endospermo de la variedad Salcedo INIA con una aw de 0.741, **c)** Sección interna del endospermo de la variedad Salcedo INIA con una aw de 0.979.

Se observó la conformación del empaquetamiento de los almidones dentro del endospermo en relación a la aw de cada variedad de quinua. El almidón está organizado en partículas discretas conocidas como gránulos, cuya morfología y estructura son características de cada especie. Se ha reportado que los gránulos pequeños tienen mayor solubilidad en agua y una alta capacidad de adsorción de agua (Shingai, 1988)

Los gránulos de almidón son poligonales de un tamaño superior a 1µm, la mayoría de ellos muy cementados y en la zona de corte de la semilla poco adherida entre sí, con espacios de aire y presencia de gran cantidad de cuerpos proteicos.

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por gránulos de almidón, es de color blanquecino y presenta prácticamente el 60% de la superficie de la semilla. Las microfotografías, permitieron apreciar las diferencias estructurales encontradas, especialmente en las capas más externas de la episperma y también en la densidad del perisperma

CONCLUSIONES

El modelo que mejor ajusta a las siete variedades de quinua es el modelo de OSWIN, ya que presenta mejores resultados en cuanto a R² y porcentaje de error (%E).

Se ha determinado la propiedad mecánica de siete variedades de quinua con tres puntos de actividad de agua, obteniendo distintos niveles de resistencia mecánica que influye el resultado final de las hojuelas crudas de cada variedad de quinua.

Se determinó el tamaño promedio de los granos de quinua, obteniendo que la variedad Illpa INIA es de tamaño grande, la variedad Negra Collana y Rosado de Taraco es de tamaño pequeño y las demás son de un tamaño mediano.

Se determinó también la forma de los granos de quinua obteniendo que la variedad Pasankalla, Kancolla, Altiplano, Salcedo e Illpa INIA tienen una forma esférica, y en el caso de las variedades rosado choclo de taraco y Negra Collana no son de forma esférica, en la microestructura de los granos de quinua se observó diferencias de la forma del almidón dentro del endocarpio a medida que la actividad de agua aumentaba.

RECOMENDACIONES

Investigar sobre las potencialidades que tiene cada variedad de quinua para así definir la variedad adecuada para cada producto.

Investigar las isotermas de adsorción con diferentes temperaturas y más ecuaciones matemáticas, para obtener resultados más exactos y así seguir con la línea de investigación para diferenciar las potencialidades que tienen cada variedad de quinua.

Investigar sobre las propiedades físicas de la microestructura de almidón de cada una de las variedades de quinua.

Estudiar el efecto de la actividad de agua con las propiedades físico químicas del grano de quinua, para poder definir con exactitud la causa de las diferencias en adsorción de agua.

REFERENCIAS

Aguilar, M. S. E., Aguilar, M. S. E., Miano, A. C., Miano, A. C., Pastor, A. C. M., Obregón, J., Obregón, J., Domínguez, J. O., Barraza-Jáuregui, G., Siche, R., Barraza-Jáuregui, G., Siché, R., Jáuregui, G. B., & Siche, R. (2020). *Barras energéticas a base de quinua, kiwicha y chíá: Características texturales, acústicas y sensoriales*. <https://doi.org/10.18687/laccei2020.1.1.377>

Amasifuen, V., & Fiorella, C. (2019). *Efecto de la proporción de Maíz morado (Zea Mays L.), Quinua (Chenopodium quinoa W.), kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en las características fisicoquímicas, y aceptabilidad general de un extruido*. <https://www.semanticscholar.org/paper/882c9a1cfd51f27eac8243c5d7084b9888a233a3>

Ataucusi, Y., Mercado, W., Oliva, R. D. P., Romero, C. E. O., Luna, H., Ortíz, H., & Mogollon, R. (2023). La Eficiencia de la producción de quinua en zonas altoandinas: el caso de Puno-Perú. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*. <https://doi.org/10.32457/riem27.2047>

Barraza-Jáuregui, G., Barraza-Jáuregui, G., Valderrama-Amasifuen, F., Valderrama-Amasifuen, F., Arteaga, H., Arteaga, H., Flores, A., Flores, A., Obregón, J., & Obregón, J. (2021). Snacks A Base De Maíz Morado, Quinua Y Kiwicha. Características Físicas Y Sensoriales. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/laccei2021.1.1.569>

Calcina, N. O., Ttacca, B. L., Pauro-Flores, L., Borja-Loza, R., Carpio, P. M. del, & Iturregui, L. A. P. (2023). Biofertilización con cepas de trichoderma sp. sobre la nutrición de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) var. Salcedo INIA en invernadero. *Bioagro*. <https://doi.org/10.51372/bioagro352.3>

Calderón, P., Calderón, P., Carlos, J., & Carlos, J. (2018). *Influencia de la adición de harina de quinua (Chenopodium quinoa) y harina de tocosh sobre las características tecnológicas del pan de molde*. <https://www.semanticscholar.org/paper/a6e42348147c76c348ff68e5b5f30a09fac088f8>

- Campos, T. N. T., Campos, T., Campos, T. N. T., & Nolberto, T. (2020). *Nueva variedad de "quinua" Chenopodium quinoa Willd. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes*. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27306>
- Castro-Albán, H. A., Castro-Gómez, R. J. H., & Alvarado-Capó, Y. (2023). Variabilidad morfoagronómica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) nativa tipo Chimborazo en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53229>
- Cerda-Mejía, L., Cerda-Mejía, L., Mejía, V. R. C., Mejía, V. R. C., Rosales, A. P., Rosales, A. P., Miranda, C. M., Miranda, C. M., Miranda, C. M., Martínez, A. P., Martínez, A. P., & Martínez, A. P. (2017). Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa: características y funcionalidad como sustitutos de la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*. <https://doi.org/10.59410/racyt-v06n03ep02-0082>
- Chunque, V., Chunque, V., Noemi, J., & Noemi, J. (2019). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa willd) y residuos de pulpa de naranja (Citrus sinensis) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces*. <https://www.semanticscholar.org/paper/870cec7857838b5e7fb6c7a25451f2f4b0950ec4>
- Erazo, F. M. E., Erazo, F. M. E., L. M. Á. A., Lucas, M. Á. A., Vallejo, W. J. Y., & Vallejo, W. J. Y. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico bifidobacterium spp. formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *SATHIRI*. <https://doi.org/10.32645/13906925.1076>
- Feijó, C., Feijó, C., Alberto, M., & Alberto, M. (2019). *Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua ("Chenopodium quinoa" Willd)*. <https://www.semanticscholar.org/paper/086647a747a13609558f2520f82cd9df620fae03>
- Fernandez, C. L. C., Fernandez, C. L. C., Morcillo, L. V. G., Morcillo, L. V. G., Guerrero, J. A. L., Quintero, J. A. L., Guerrero, J. A. L., Collazos, M. G. E., Collazos, M. G. E., Portilla, Y. P., & Portilla, Y. P. (2016). EFECTO DE LA EXTRUSIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)92-99](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)92-99)
- Flores, E., & Rodríguez, R. (2022). Hábitos de consumo de quinua y rendimiento académico de estudiantes universitarios del sur del Perú. *Agroalimentaria*. <https://doi.org/10.53766/agroalim/2023.01.56.08>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduvi-García, R., Castillo, R. A. P., Álvarez, L. A., Granda-Wong, C., Lindo-Seminario, D., Saavedra-Alberca, E., Javier-Alva, J., & Morales-Pizarro, A. (2023). Efecto de la eficacia de los microorganismos nativos y la composta en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>
- González, I. R., Benavides-Guevara, R. M., Jurado, B., Marulanda, M. C., & Zuluaga-Domínguez, C. M. (2023). Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con mezcla de trigo, avena y quinua. *Ingeniería y Competitividad*. <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.12242>
- Gonzalo, G. M., Vega, S. A. D. la C., Neyra, C. S. V., Yllescas-Rodríguez, P. M., & Olivares, W. M. R. (2023). Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Infraestructura Vial*. <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53569>
- Lozano, M. H., Lozano, M. H., Parco, B. A., Parco, B. A., Alarcón, J. E. F., & Alarcón, J. E. F. (2020). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de granadilla (*Passiflora ligularis* juss) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *Tayacaja*. <https://doi.org/10.46908/riect.v3i2.129>

Palacios, G. A., & Agüero, C. M. (2023). ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y SENSORIAL DE UNA COMPOTA A BASE DE TOCOSH DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol), QUINUA (*Chenopodium quinoa*), MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*), GUANABANA (*Annona muricata*). *Hatun Yachay Wasi*. <https://doi.org/10.57107/hyw.v3i1.54>

Parra, M. Á. G., Parra, M. Á. G., Parra-Alba, J. D., Parra-Alba, J. D., Carvajal-Rodríguez, D. C., Carvajal-Rodríguez, D. C., García-Molano, J. F., García-Molano, J. F., & García-Molano, J. F. (2019). Las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y sus características físicas. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*. <https://doi.org/10.22335/rlct.v11i2.812>

Perez, A. D., Perez, A. D., Perez, L. R. D., & Perez, L. R. D. (2018). *INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE LA CHIA (Salvia hispánica L.) Y QUÍNUA (Chenopodium quinoa W.) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE UNA BARRA ENERGÉTICA*. <https://www.semanticscholar.org/paper/986b3106e1c7da21e16f0f85c331f7442592a61a>

Pinday, W. T. (2023). Efecto de la harina de *Chenopodium quinoa*, del tiempo y la temperatura de fermentación en el volumen de masa fermentada y en la calidad del pan francés. *Cátedra Villarreal Posgrado*. <https://doi.org/10.24039/rcvp2023211673>

Quenta, X. M. O., Quenta, X. M. O., Flores, A. B., & Flores, A. B. (2021). Evaluación de las características fenológicas y agronómicas de la quinua silvestre (*Chenopodium quinoa* spp.) del Altiplano Boliviano. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. <https://doi.org/10.53287/ocjv1418fh24q>

Robles, Y. N. G. (2023). Estudio comparativo de la gestión del procompite y la sostenibilidad de la cadena productiva de quinua en emprendedores de la provincia de Sánchez Carrión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4400

Romani-Morón, M. J., Romani-Morón, M., Valdez-Arana, J. del C., Valdez-Arana, J. del C., & Valdez-Arana, J. D. C. (2019). Efecto del cambio de hábitat en las características nutricionales y funcionales de 16 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivadas en la Costa Peruana. *Scientia Agropecuaria*. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.15>

Ruiz, P. G. D., & Campos, J. N. Z. (2023). Caracterización nutricional de hojuelas de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*), enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). *Revista Científica Pakamuros*. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.unj02353>

Soto, G. (2023). Hydropriming y fertilizante líquido de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Investigaciones Altoandinas*. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.459>

Sucasaca, R. L. (2023). CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE LAS ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) OBTENIDAS ANCESTRALMENTE VÍA DESCRIPTOR BIOVERSITY INTERNATIONAL. *Revista de Investigación*. <https://doi.org/10.26788/ri.v12i1.4398>

Velásquez, G., Velásquez, G., Alonso, R. L., & Alonso, R. (2019). *Efecto de la proporción de la harina de quinua (Chenopodium quinoa): kiwicha (Amaranthus caudatus): tarwi (Lupinus mutabilis) sobre las características nutricionales y sensoriales en hojuelas*. <https://www.semanticscholar.org/paper/d214e6b33732bb45c4031ef408709c85136be6c4>

LEONARDO FRANÇA DA SILVA: Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é Doutor em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho e Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA: Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras, especialista em Análise de Dados e Engenharia de Segurança do Trabalho, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP), atuando na integração de novas tecnologias da informação no campo, atuando diretamente com processamento de imagem, estatística multivariada e modelos de inteligência artificial. Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência e Uso de Inteligência Artificial na Agricultura.

A

Agricultores 1, 7, 13, 30

Área ojo de lomo 41

C

Café pergamino 24, 35, 36, 38

Competitivo 24, 26

Compost 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20

Costo 12, 20, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 36, 37, 38

E

Eficiencia 1, 4, 6, 7, 8, 10, 42, 64

Espesor de grasa dorsal 40, 41, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53

Estimación de cortes 41, 51, 52

G

Ganancia 4, 24, 25, 31, 35, 37, 40, 41, 42, 44, 48

H

Hortalizas 1, 3, 4, 6, 7, 8, 39, 66

I

Isotermas 56, 57, 58, 60, 64

M

Microestructura 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64

P

Porcentaje de infiltración 41

Q

Quinoa 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

R

Rendimiento 8, 12, 21, 26, 27, 31, 32, 34, 35, 37, 40, 43, 46, 52, 53, 54, 65

Rentabilidad 3, 24, 26, 42

S

Sanidad vegetal 12

Síntomas 12, 15

Tecnología y sostenibilidad
en las

Ciencias Agrarias

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Tecnología y sostenibilidad
en las
**Ciencias
Agrarias**

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br