



Año VI, No. 23  
Enero-Junio 2023

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador



# AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro







Año VI, Número 23, San Salvador, El Salvador, Centroamérica, enero-junio 2023. ISSN 2522-6509

## AUTORIDADES ACADÉMICAS

### Universidad de El Salvador (UES)

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado  
*Rector*

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López  
*Vicerrector Académico*

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla  
*Vicerrector Administrativo*

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval  
*Secretario General*

MVz. María José Vargas Artiga  
*Presidenta Asamblea General Universitaria*

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas  
*Secretario de Investigaciones Científicas*  
*Director Ejecutivo, Consejo de Investigaciones Científicas*

### Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Lara Ascencio  
*Decano*

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos  
*Vicedecano*

Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra  
*Secretario*

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García  
*Jefe de la Unidad de Investigación*

## EQUIPO EDITORIAL

### Editor en jefe

José Miguel Sermeño Chicas  
jose.sermeno@ues.edu.sv  
*Secretario de Investigaciones Científicas, UES*  
*Director Ejecutivo, Consejo de Investigaciones Científicas, UES*

### Editor adjunto

Ever Alexis Martínez Aguilar  
ever.martinez@ues.edu.sv  
*Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)*

## COMITÉ TÉCNICO

### Editor técnico

Luis Alberto Sánchez Alfaro  
luis.alfaro@ues.edu.sv  
*Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)*

### Soporte tecnológico e informático

José Adán Núñez Abarca  
jose.nunez@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

William Rafael Valdez Mejía  
william.valdez@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

### Correctores de estilo

Cristina Isabel Guzmán Cruz  
cristina.guzman@ues.edu.sv  
*Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)*

Selvin Mauricio Montano Quintanilla  
selvin.montano@ues.edu.sv  
*Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)*

### Comunicación y difusión

Lilian Xiomara Arévalo Benítez  
lily.arevalo@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

### Fotógrafo

Juan Raúl Magarín  
juan.magarin@ues.edu.sv  
*Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)*

## COMITÉ CIENTÍFICO

Luis A. Mejía  
lamejia@illinois.edu  
*University of Illinois, Urbana-Champaign*

Ma. Mónica Lara Uc  
mlara@uabcs.mx  
*Universidad Autónoma de Baja California Sur, México*

Víctor D. Carmona Galindo  
carmonvi@udmercy.edu  
*University of Detroit Mercy, Detroit Michigan, United States*

Andrea L. Joyce  
ajoyce2@ucmerced.edu  
*University of California, Merced, United States*

Aisur Ignacio Agudo Padrón  
ignacioagudo@gmail.com  
*Gerente Investigador del Projeto Brasileiro Autônomo*  
*“Avulsos Malacológicos - AM, Brasil”*

José Rutilio Quezada  
bachi930@gmail.com  
*Consultor independiente, Estados Unidos*

Randy Atencio Valdespino  
randy.atencio@gmail.com  
*Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá*

## COMITÉ EDITORIAL

Fidel Ángel Parada Berrios  
fidel.parada@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

Blanca Eugenia Torres de Ortiz  
blanca.bermudes@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

Rudy Anthony Ramos Sosa  
antonioreshcal@yahoo.com  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

Miguel Ángel Hernández Martínez  
miguel.hernandez@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

Mario Ernesto Parada Jaco  
paradaja2011@hotmail.com  
*Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*  
*(CENTA), El Salvador*

Leopoldo Serrano Cervantes  
leopoldo.serrano@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

Blanca Lorena Bonilla de Torres  
blanca.bonilla@ues.edu.sv  
*Facultad de Ciencias Agronómicas, UES*

### Universidad de El Salvador

Final Avenida Mártires del 30 de Julio de 1975,  
Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”,  
San Salvador, El Salvador.

### Teléfonos

Facultad de Ciencias Agronómicas: (503) 2225-1506  
Secretaría de Investigaciones Científicas: (503) 2225-8434

### Correos electrónicos

revista.agrociencia@ues.edu.sv  
ciencias.agronomicas@ues.edu.sv  
sic@ues.edu.sv

### URL de la revista

<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>

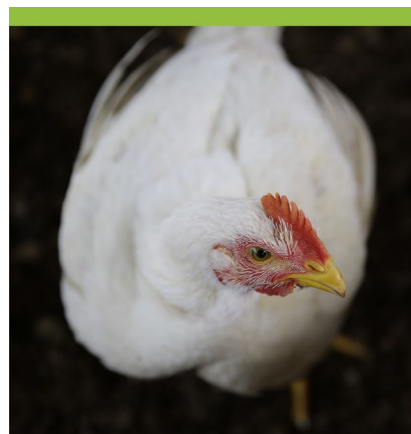


Revista Agrociencia es el medio oficial de difusión científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas, gestionada con apoyo de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), que cumple con los principios de acceso abierto. A partir de 2022, su periodicidad es semestral, publicándose los meses de junio y diciembre. Es gratuita, pues Agrociencia no cobra a los autores tarifas de envío y procesamiento editorial de los artículos que se publican. Acepta manuscritos de las ciencias agropecuarias, forestales, veterinarias, agroindustria, medio ambiente, geología y seguridad alimentaria de forma continua.

Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas en sus textos, que no necesariamente reflejan la opinión o política de la Universidad.

Los textos académicos que la revista admite son artículos científicos, notas técnicas, estudio de casos y revisiones bibliográficas. Si desea publicar en Revista Agrociencia, puede enviar su texto a:  
**revista.agrociencia@ues.edu.sv**

AGROCIENCIA es una revista con licencia **creative commons 4.0 CC BY**  
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>)



**Fotografías de portada, contraportada e índice:**

Alfonso Escalante y Rodrigo Sura

Fotógrafos colaboradores.

Pág.  
**6**

## PRESENTACIÓN

### La agricultura salvadoreña y el nuevo paradigma: la revolución de la agricultura digital

Salvadoran agriculture and the new paradigm: the revolution of digital agriculture

Pág.  
**17**

### Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, Departamento de La Libertad, El Salvador

Addition of aminochelated zinc in the diet of broilers of the ROSS® line, at the Santa María farm, Department of La Libertad, El Salvador

Pág.  
**36**

### Efecto del ácido acético sobre la microbiota intestinal (*Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp.) y parámetros zootécnicos en pollos de engorde

Effect of acetic acid on the intestinal microbiota (*Escherichia coli* and *Lactobacillus* spp.) and zootenic parameters in broiler chickens

Pág.  
**10**

### Identificación de los factores de riesgo asociados a la exposición y diseminación de Influenza Aviar y Enfermedad de Newcastle en las aves vivas que se comercializan en los mercados Central y San Miguelito de San Salvador, El Salvador

Identification of the risk factors associated with the exposure and spread of Avian Influenza and Newcastle Disease in live birds sold in the Central and San Miguelito markets of San Salvador, El Salvador

Pág.  
**27**

### Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Determination of the critical period of competition for weeds in sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivation in San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Pág.  
**44**

## OBITUARIO

### Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval Monterroza

OBITUARY - Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval Monterroza



Presentación

## La agricultura salvadoreña y el nuevo paradigma: la revolución de la agricultura digital

Lara-Ascencio, F.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Decano

En América Latina, desde la década de 1990, se han implementado políticas públicas para promover la “sociedad digital y de la información” y reducir las desigualdades de acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC). Sin embargo, la brecha digital persiste en el sector agropecuario. Esto conlleva que la transformación digital está generando nuevos modelos de consumo y producción, los cuales llevan a adaptar y generar diferentes enfoques y paradigmas de crecimiento y desarrollo de los países (CEPAL, 2022).

En tanto, la crisis y emergencia sanitaria por el COVID-19 aceleró los procesos de digitalización a nivel mundial, principalmente en países del norte. Durante ese período de emergencia, las tecnologías digitales jugaron un papel esencial para el buen funcionamiento de la economía de los países, incidiendo principalmente en las áreas de la salud, la educación, el trabajo, la logística y el comercio (Salazar-Xirinachs *et al.*, 2022) abriendo la oportunidad para que un sector como la agricultura considere implementar y aplicar herramientas tecnológicas que permitan compatibilizar la producción con el medioambiente, obteniendo mejores resultados de productividad, trazabilidad y sostenibilidad agrícola.

El Salvador se encuentra en un momento de inflexión, para la agricultura, en el que puede dar un salto de calidad significativo hacia su desarrollo o incrementar la brecha actual que cada día se amplía con relación a los demás países de la región y que, redundando en la afectación económica de las familias, especialmente de los pequeños y medianos productores, donde la asimilación teórica y práctica de las cadenas de valor son fundamentales para asegurar la sostenibilidad de los procesos.

Al respecto, Sotomayor *et al.* (2021) establecen que la integración de cadenas de valor en la agricultura, implica una alianza estratégica, entre los involucrados en la cadena productiva, para ofrecer bienes especializados al consumidor final y generar ventaja competitiva y mayor valor. El modelo de cadena de valor sostenible distingue cuatro eslabonamientos básicos: producción, agregación/agrupamiento, procesamiento/transformación y comercialización/distribución. Cada eslabonamiento requiere insumos físicos, servicios no financieros y financieros, especialmente para la comercialización/

distribución. Por ello, se afirma que las tecnologías digitales ofrecen soluciones para optimizar la cadena de valor en cada eslabonamiento, pero su aprovechamiento solo es posible si el ecosistema digital del territorio está suficientemente desarrollado.

Por lo anterior, hay que reconocer que la conectividad es primordial para el desarrollo tecnológico del sector agrícola, y existen estudios que destacan los beneficios económicos derivados de llevar más antenas transmisoras a las zonas rurales. No obstante, gracias a mejoras en los indicadores de conectividad entre 2020 y 2022, Jamaica, El Salvador, Belice y Perú han progresado y se unen, en conectividad rural promedio, a México, Colombia, Ecuador, República Dominicana, Paraguay y Surinam.

El Salvador goza de un índice medio de conectividad rural, y lo ubica en un grupo de nueve países que representan un 46 % de la población rural total de ALC, lo cual es equivalente a 32.9 millones de personas (Ziegler y Arias, 2022); sin embargo, El Salvador representa el menor índice del grupo (30.7 %), lo que significa que entre el 69.3 y 52.6 % de la población rural, de este grupo de países, no accede a servicios de conectividad con los estándares mínimos de calidad. Tal llamamiento sugiere que lo establecido en la agenda digital del país, deben fortalecer las políticas públicas de todos los sectores de la sociedad salvadoreña, sin descuido de un sector estratégico como es la agricultura, a fin de concretar una articulación institucional entre actores que pueda desembocar en una agenda común.

Sotomayor *et al.* (2021), establecen el Índice de Desarrollo de las TIC (IDI) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) como una forma de valorar el estado de las TIC en todo el mundo, donde, El Salvador obtiene un valor de 3,8 en el IDI, ocupando la posición 28/35 en la región y el lugar 119/176 a nivel mundial.

Reconocer que la agricultura desempeña un papel fundamental en la economía de los países, la identifica como la columna vertebral del sistema económico de estos, y pasa por aceptar que es uno de los principales rubros generadores de empleo, que proporciona alimentos y materias primas, y que hoy requiere adentrarse y orientarse hacia una “Revolución Agrícola Digital” a



Título en inglés:

Salvadoran agriculture  
and the new paradigm:  
the revolution of digital  
agriculture

Correspondencia:

francisco.lara@ues.edu.sv



Esta obra está bajo una Licencia  
Creative Commons Atribución 4.0  
Internacional

través de la modificación de todas las partes de la cadena agroalimentaria (Trendov *et al.* 2019).

Los avances tecnológicos permitirán a los agricultores optimizar los recursos implementando una tecnología adecuada que permita utilizar menos agua, fertilizantes y plaguicidas en la producción de los cultivos, y con ello se contribuirá al cuidado y protección del medioambiente en general.

Para El Salvador, la tecnología ha tenido un impacto significativo en la economía, especialmente en el sector agrícola. El modelo económico orientado a la exportación, afectó negativamente a la agricultura familiar, lo que llevó a un aumento en las importaciones de alimentos y a una mayor dependencia del país en el sector agroalimentario. Como resultado, la inseguridad alimentaria en la población rural aumentó. No obstante, Ziegler y Arias (2022), reportan un incremento en la cobertura y conectividad nacional de alta velocidad en el 95 % de los municipios del país, para cubrir a tres millones de salvadoreños que puedan navegar hasta el doble de la velocidad actual, como parte de un proceso de redefinición de prioridades planteado a partir de la pandemia.

Según Cruz y Aedo (2021), El Salvador es un país de ingreso medio-bajo con un Índice de Desarrollo Humano de 0,66. Aunque el sector agropecuario representa el 5,6 % del PIB, sigue siendo importante para la producción de alimentos básicos, el desarrollo de las zonas rurales y la generación de empleo e ingresos. La mayoría de los productores son pequeños, con superficies menores a tres hectáreas, y los principales cultivos comerciales son el café, la caña de azúcar y el algodón (este último, ya no es de los principales), mientras que los productos importantes en la economía agropecuaria son maíz, sorgo, frijoles, leche, huevos y carne de ave, aunque la demanda de estos productos excede la oferta interna.

Por otro lado, el acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el sector agropecuario también es importante. Según la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM) 2018, (Sotomayor *et al.*, 2021) citan que el teléfono móvil es el dispositivo TIC con mayor penetración en los hogares; está presente en el 96,4 % de ellos. Sin embargo, el acceso a Internet y computadoras es menor en los hogares con actividades agropecuarias en comparación con los hogares que se dedican a otras actividades económicas. Por lo tanto, es importante implementar políticas que permitan un mayor acceso a las TIC en el sector agropecuario para mejorar la eficiencia y productividad de los productores y contribuir a reducir la brecha digital, bajo la premisa que el acceso a las TIC sigue siendo desigual.

Aunque los usuarios del sector agropecuario tienen acceso a dispositivos tecnológicos, como el teléfono móvil e

Internet, su uso es menos frecuente y por menos tiempo que en otros sectores. La falta de capacitación y apoyo técnico también son problemas comunes en el sector agropecuario, lo que limita su capacidad para aprovechar al máximo las herramientas digitales. No obstante, la penetración de Internet en El Salvador<sup>1</sup> ha aumentado, pasando de 37.20 % en 2018 a 40.92 % en 2019. El mayor salto se daría en 2020 con más de cuatro puntos porcentuales al ubicarse en 45.02 %.

Los productores agropecuarios valoran la capacitación en tecnologías digitales agroproductivas y la participación en comunidades virtuales de productores, proveedores y clientes para mejorar la gestión de sus unidades de producción. La información proporcionada por las tecnologías digitales también es especialmente útil para mitigar los impactos de las afectaciones climáticas, que son el mayor problema reportado en el desarrollo de la actividad agropecuaria.

En El Salvador, las brechas regulatorias, en cuanto al desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y la implementación de políticas públicas para la economía digital, según destaca la Agenda Digital 2020-2030 del país, busca abordar estas brechas, incluyendo la modificación o desarrollo de leyes relacionadas a temas como la protección de datos personales y el comercio electrónico.

El informe presentado por Sotomayor *et al.* (2021), expresa que una agenda digital agroalimentaria en El Salvador podría mejorar el acceso a mercados, el desarrollo de capacidades digitales de la población agropecuaria y la disponibilidad de información del sector agroalimentario.

Sin embargo, los principales obstáculos mencionados son la baja capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales, la escasa cobertura de conectividad en el medio rural y las bajas capacidades digitales de los productores agropecuarios. Los organismos de cooperación internacional son considerados los principales impulsores de la agenda digital para el sector agroalimentario en El Salvador.

Sotomayor *et al.* (2021), identifican algunos obstáculos, como la baja capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales y la escasa cobertura de conectividad en áreas rurales. A pesar de algunos esfuerzos del Gobierno, como la Agenda Digital 2020-2030, se percibe que la estrategia aún se enfoca en territorios urbanos y hay una brecha en la alfabetización digital y el acceso a herramientas tecnológicas entre la población rural y urbana.

Para la FAO (2019), el desarrollo del Ecosistema Nacional

1 <https://diario.elmundo.sv/Econom%C3%ADa/el-salvador-el-segundo-de-america-latina-con-menos-conectividad-a-internet>

de Innovación Agrícola, con un horizonte temporal de cinco años establece los siguientes ejes estratégicos: Identidad Digital (Registro del Estado Familiar, Identidad Digital Nacional, Persona); Innovación, Educación y Competitividad (Innovación, Conectividad, cobertura y acceso, Educación y Alfabetización en Tecnología, Smart Cities, Educación y Alfabetización en Tecnología, Fintech, Inclusión Digital); Modernización del Estado y Gobernanza Digital (Sotomayor *et al.* (2021).

En resumen, el país ha propuesto una Agenda Digital Nacional 2020 – 2030 que define la ruta a seguir, con una visión participativa e inclusiva fundamentada en normas vigentes y relevancia para el gobierno digital; con la firme convicción de impulsar una visión que facilite la innovación, la colaboración, el emprendimiento, la generación de igualdad de oportunidades y la inclusión de la ciudadanía en el acceso a los servicios públicos y de manera más amplia a los beneficios de la sociedad del conocimiento (Secretaría de Innovación de la Presidencia, 2020).

En tanto, el esfuerzo gubernamental relacionado con la agricultura se ha orientado, entre otros, al fortalecimiento de diversos programas: Plan Maestro de Rescate Agropecuario (RECETO<sup>2</sup>, 2021), orientado a los productores de hortalizas, Sistemas Integrados de Agroinsumos de alto rendimiento 2022 (SIAR)<sup>3</sup> orientado a la producción de hortalizas bajo techo, Sistema Informático Cafetalero, Programas de Insumos Agrotecnológicos café (PIATEC)<sup>4</sup>, siendo una plataforma que contribuirá al desarrollo tecnológico del sector en el país. Infraestructura tecnológica (2021) como es la unidad de Agrodrones<sup>5</sup> cuyo objetivo es monitorear las áreas productivas por medio de imágenes multispectrales para determinar la salud de cultivos, Proyecto Plataforma Digital de Comercio Centroamericano (PDCC)<sup>6</sup>, cuyo propósito principal es mejorar, agilizar y simplificar los procesos para el intercambio comercial regional; todo ello con la incorporación de tecnología de punta y la gestión coordinada de frontera. La implementación de la plataforma del sector agropecuario de El Salvador conseguirá aumentar la simplificación y automatización de procesos. También consigue adoptar las mejores prácticas internacionales en ventanilla única, migración, aduanas, medidas sanitarias, fitosanitarias, entre otras. En resumen, existen programas orientados a fortalecer al sector agropecuario e incorporarlo al uso y manejo de las TIC.

2 <https://www.presidencia.gob.sv/una-sede-universitaria-mejoramiento-de-carreteras-millonario-apoyo-a-agricultores-clinica-entre-otros-proyectos-del-gobierno-en-chalatenango/>

3 <https://www.mag.gob.sv/2021/12/09/comienza-receto-el-camino-hacia-la-seguridad-y-soberania-alimentaria/>

4 <https://diarioelsalvador.com/agricultura-lanzo-el-sistema-informatico-cafetalero/219493/>

5 <https://www.mag.gob.sv/programas/agrodrones/>

6 <https://brechacero.com/el-salvador-avanza-en-la-inclusion-de-las-tic-en-la-agricultura/>

## A MANERA DE REFLEXIÓN

La revolución digital aplicada a la agricultura, propenderá no solamente a mejorar procesos de información y comunicación, a mejorar los encadenamientos productivos, innovaciones tecnológicas aplicadas en cada sistema de producción que conlleven la integración de las cadenas de valor agroalimentarias sean estas agropecuarias, agroindustriales y forestales, sentando las bases para las alianzas estratégicas que coadyuvaran al desarrollo integral de la agricultura y la sociedad. Por tanto, la oportunidad que ofrece la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) podrá permitir, entre otras cosas, compatibilizar la producción con el medio ambiente, obteniendo mejores resultados de productividad, sostenibilidad y asegurar la trazabilidad de los procesos de producción y la comercialización de productos agropecuarios.

En este estado de cosas, la innovación agropecuaria requiere de un sistema educativo fortalecido que acompañe con recurso humano en los nuevos paradigmas digitales, en el que las universidades jueguen un papel importante en la formación de profesionales con la eficiencia en el manejo de estos. Es un desafío para la educación superior y la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en particular, el incorporar contenidos de una agricultura verde digital al servicio de la población, a fin de acercarse a la nueva ruralidad mediante la formación de profesionales en el campo digital, asegurando que los procesos formativos deben ser más integrales que reduccionistas y aislados; desde una óptica más holísticas, permeados de procesos formativos acordes a la realidad en franco respeto con el entorno.

Un paradigma de esta índole, con una agricultura verde digital, viene a ser otro enfoque de cómo hacer agricultura, ya que en la historia de la humanidad, esta creó un enfoque de agricultura familiar, iniciada por la mujer, que en los procesos de nomadismo, quedaba concentrada en áreas donde fue descubriendo que estaba rodeada de posibles alimentos y es así que observó qué había en el entorno, diferenció y experimentó probando lo que podría ser un alimento o no; sacó conclusiones que los vegetales eran otra forma de obtener alimentación, surgiendo de esta forma, la agricultura como un modo y medio de vida del ser humano.

## REFERENCIAS

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2022. Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe (LC/CMSI.8/3). (en línea), Santiago, Chile. Consultado 08 de abril de 2023. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48460/4/>

- S2200899\_es.pdf
- Cruz S. y M. Aedo, M. 2021. “Análisis de las políticas públicas e iniciativas privadas que apoyan el uso de las tecnologías digitales en las MIPYMES agrícolas y agroindustriales en El Salvador”.(en línea), Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/64), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Chile. Consultado el 06 de abril de 2023, Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46961/1/S2100254\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46961/1/S2100254_es.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Roma). 2019. Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales documento de orientación. (en línea). Consultado el 02 de abril de 2023, disponible en: <https://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>
- Salazar-Xirinachs J M, García-Buchaca R, castillo M, Shaw Sally. 2022. Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. (en línea) Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Chile. Consultado el 06 de junio de 2023, disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48460/S2200899\\_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48460/S2200899_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Secretaría de Innovación de la Presidencia. 2020. Agenda Digital El Salvador 2020-2030: Plan de Desarrollo El Salvador Digital (Primera Edición ed.). (en línea). San Salvador, El Salvador: Secretaría de Innovación de la Presidencia. Consultado 03 de abril de 2023. Disponible en: [https://innovacion.gob.sv/downloads/Agenda\\_Digital.pdf](https://innovacion.gob.sv/downloads/Agenda_Digital.pdf)
- Sotomayor, O. Ramírez E. y Martínez H. (Coords.). 2021. “Digitalización y cambio tecnológico en las MIPYMES agrícolas y agroindustriales en América Latina”. (en línea), *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/65), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Chile. Consultado el 01 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46965-digitalizacion-cambio-tecnologico-mipymes-agricolas-agroindustriales-america>
- Trendov N M, Varas S, Zeng M. 2019. Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. Documento de orientación. (en línea) Roma, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). Consultado el 20 de junio de 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>
- Ziegler, Sandra; Arias Segura, Joaquín. 2022. Conectividad rural en América Latina y el Caribe. Estado de situación y acciones para la digitalización y desarrollo sostenible. (en línea) San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Costa Rica. Consultado 01 de abril de 2023. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21350/BVE22118792e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Artículo científico

## Identificación de los factores de riesgo asociados a la exposición y diseminación de Influenza Aviar y Enfermedad de Newcastle en las aves vivas que se comercializan en los mercados Central y San Miguelito de San Salvador, El Salvador

**Recinos-Godínez, N.M.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria.

**Argueta-Sánchez, K.S.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria.

**López-Salazar, C.D.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria.

**Oviedo-Zelaya, R.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria.

**Valladares-Cortez, A.M.**

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección General de Ganadería, Servicios Veterinarios.

**RESUMEN****ABSTRACT**

El estudio tuvo como objetivo identificar los factores de riesgo asociados a la exposición y diseminación de la influenza aviar y la enfermedad de Newcastle en las aves vivas comercializadas en dos mercados: Central y San Miguelito, Área Metropolitana de San Salvador, El Salvador. La investigación se realizó de marzo 2020 a noviembre de 2021, mediante encuestas epidemiológicas, dirigidas a los comerciantes de 16 puestos de ventas, en las que se obtuvo información relacionada a la procedencia y manejo de aves durante su comercialización, determinándose que únicamente el Mercado Central comercializa aves silvestres y exóticas las cuales provenían de los departamentos de Sonsonate, San Salvador y La Libertad, comercializándose en conjunto con aves de traspatio; mientras que el mercado San Miguelito se limita únicamente a la venta de aves criollas. Para determinar la circulación viral de influenza aviar y enfermedad de Newcastle, se realizaron dos tomas de muestra en cada mercado, se recolectaron 417 muestras de hisopados traqueales y cloacales procedentes de las diferentes especies aviares (aves silvestres y de traspatio), mediante las pruebas de aislamiento viral y reacción en cadena de polimerasa en tiempo real (RT-PCR), dando como resultado el 100 % de las muestras negativas para ambas enfermedades, evidenciando la ausencia de estos virus en las aves vivas que se comercializaron en el momento del estudio. Los resultados también demostraron que las condiciones encontradas de estrés, hacinamiento, falta de limpieza, mezcla de diferentes especies animales, edades, y procedencia geográfica favorecen el ingreso, establecimiento y probable diseminación de las enfermedades dentro de los mercados. Por lo que es prioritario mantener una vigilancia epidemiológica en mercados que comercializan aves vivas a nivel nacional.

This research aimed to identify the risk factors associated with the exposure and spread of Avian Influenza and Newcastle Disease in live birds sold in the Central and San Miguelito markets of the Metropolitan Area of San Salvador, El Salvador. Was carried out from March 2020 to November 2021, through epidemiological surveys directed at merchants of 16 sales positions in which information related to the origin and handling given to birds during their commercialization was obtained, it will be expanded that only the Central Market commercializes wild birds and exotic which are from the departments of Sonsonate, San Salvador and La Libertad; that are marketed together with backyard birds, while the San Miguelito market is limited only to the sale of Creole birds. To determine the viral circulation of Avian Influenza and Newcastle Disease, 417 samples of tracheal and cloacal swabs were collected from the different avian species (wild and backyard birds), by means of Viral Isolation and Real-time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) tests. 100% of the samples were negative for both diseases, evidencing the absence of these viruses in live birds that were marketed at the time of the study. The results also show that the conditions found of stress, overcrowding, lack of cleanliness, mixture of different animal species, ages, and geographical origin favor the entry, establishment and probable spread of diseases within the markets. Therefore, it is a priority to maintain epidemiological surveillance in markets that sell live birds at the national level.

**Keywords:** risk factors, live bird markets, avian influenza, Newcastle disease.

**ACCESO ABIERTO**

Título en inglés:

Identification of the risk factors associated with the exposure and spread of Avian Influenza and Newcastle Disease in live birds sold in the Central and San Miguelito markets of San Salvador, El Salvador

Correspondencia:

david.salazar@ues.edu.sv

Presentado:

23 de febrero de 2023

Aceptado:

12 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

**Palabras clave:** factores de riesgo, mercados de aves vivas, influenza aviar, enfermedad de Newcastle.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, influenza aviar y la enfermedad de Newcastle han afectado profundamente el comercio de aves, debido a que causan elevadas tasas de morbilidad y mortalidad en estos animales domésticos, siendo los mercados de aves vivas las zonas de alto riesgo debido a la convergencia de ejemplares de diferentes procedencias, especies y edades (Espinoza, 2016).

Las aves participan eficazmente en la transmisión y diseminación de enfermedades, al actuar como hospedadores naturales, reservorios y hospedadores amplificadores. Representando puntos de peligro críticos para la propagación de enfermedades debido al contacto entre las personas que manipulan y las aves de corral que se comercializan vivas dentro del mercado (FAO, 2013).

Anteriormente en El Salvador no se habían realizado estudios, sobre la caracterización de mercados que comercializan aves vivas, enfocados al riesgo que representan por ser considerados un mecanismo epidemiológico capaz de propagar ambos virus, así como otros agentes infecciosos. Esto es una limitante para la obtención de información, teniendo en cuenta que se identificaron factores de riesgo fundamentales para la diseminación de enfermedades, como, por ejemplo: la convergencia de aves de diferentes procedencias del país, mezcla de especies que se desempeñan como hospedadores naturales, reservorios y hospedadores amplificadores, individuos de distintas edades en contacto directo y escasas medidas de bioseguridad. El objetivo de la investigación fue aportar a las autoridades correspondientes información pertinente que contribuya a implementar una vigilancia epidemiológica y el establecimiento de medidas de prevención y control.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación geográfica, duración del proyecto y unidades experimentales

La investigación se realizó en los dos principales mercados que comercializan aves vivas en la zona metropolitana de San Salvador, el Mercado Central ubicado entre la 12 Calle Poniente y Calle Gerardo Barrios, entre la 7.<sup>a</sup> Av. Sur y Av. 29 de agosto, con coordenadas: 13°41'42"N 89°11'44"W y en el mercado municipal San Miguelito ubicado entre las Av. España y la Av. Monseñor Arnulfo Romero, con coordenadas: 13°42'31" N 89°11'23" W, con un total de 14 puestos de venta en el Mercado Central y 2 puestos de venta en el Mercado San Miguelito.

### Metodología estadística

El estudio fue descriptivo, la información se presentó utilizando gráficos y tablas. El tamaño de la muestra

se calculó utilizando la fórmula de Cannon y Roe para detección de presencia o ausencia de enfermedad. Como resultado se tomaron 417 muestras de aves en 16 puestos de venta.

### Metodología de campo

El estudio se dividió en dos fases, la primera fue una entrevista mediante una encuesta en 14 puestos en el Mercado Central y dos puestos en el Mercado San Miguelito, donde se recolectaron datos sobre la cantidad, procedencia y especies de aves comercializadas, así como infraestructura y aspectos sanitarios de las aves hasta su venta.

La segunda fase consistió en la toma de muestras a las aves vivas, que se estaban comercializando al momento del estudio, mediante hisopados traqueales y cloacales. Luego de tomar la muestra, los hisopos fueron colocados inmediatamente en los medios de transporte y mantenidos en refrigeración (+4 °C) hasta su transporte al Laboratorio de Diagnóstico Avícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Se recolectaron muestras tanto de aves sanas como de aquellas que presentaban signología clínica.

Una vez finalizadas las entrevistas y toma de muestras, la información generada se ingresó y tabuló en una base de datos para caracterizar los factores de riesgo a los que son expuestas las aves dentro de los mercados, así como el análisis de laboratorio de las muestras obtenidas para conocer si existe circulación viral de ambas enfermedades.

### Metodología de laboratorio

Para el diagnóstico de los virus de la influenza aviar y del virus de la enfermedad de Newcastle, las muestras fueron enviadas a la Red de Laboratorios del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Plantel Matazano, utilizando las pruebas diagnósticas: aislamiento viral y reacción en cadena de polimerasa (PCR/RT).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la investigación dentro de los dos mercados que comercializan aves vivas en el Área Metropolitana de San Salvador, para identificar los factores de riesgo asociados a la exposición y diseminación de influenza aviar y enfermedad de Newcastle dentro de los mercados de San Salvador; a la vez, se analizaron 417 muestras procedentes de hisopados traqueales y cloacales de la población de aves silvestres y de patio, mediante las pruebas de aislamiento viral y reacción en cadena de polimerasa (PCR/RT).

De los resultados obtenidos se determinó que únicamente el Mercado Central comercializa aves silvestres y exóticas, este Mercado consta de dos áreas; una dedicada a la

comercialización de aves (domésticas y silvestres), y mamíferos, y un área destinada a la venta de aves de descarte. Identificando en este Mercado un alto riesgo de exposición debido a que posee la mayor cantidad de puestos y aves para la comercialización, donde la variabilidad de especies en venta incluye: aves de patio, aves silvestres y aves de descarte.

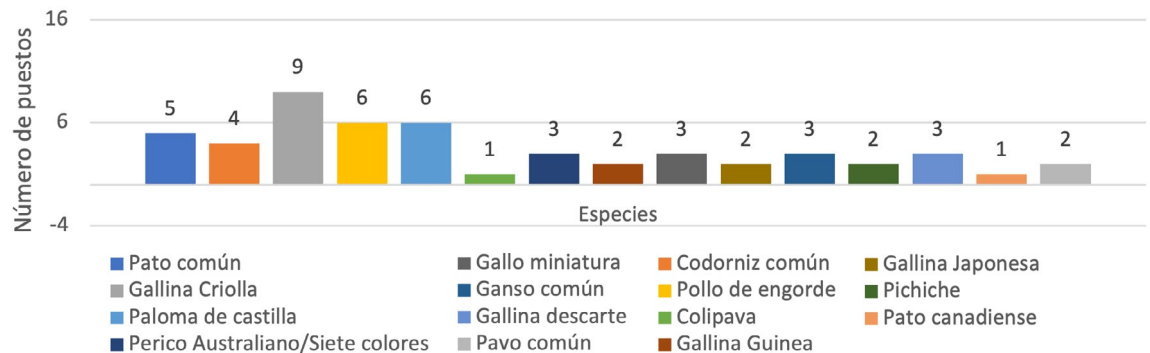
Y el Mercado San Miguelito donde el número de establecimientos es mínimo, el comercio es poco y se limita solo a la venta de aves criollas, el cual no posee un área definida para la comercialización de aves vivas, debido a estas características no representa un alto riesgo de exposición las enfermedades.

**Análisis por área**

**Especies de aves que más se comercializan en los mercados**

Se identificó que 11 de 16 puestos de venta comercializan aves silvestres en conjunto con aves de corral; determinando que la gallina criolla, pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*), paloma de castilla (*Columba livia*) y pato común (*Anas platyrhynchos domesticus*) son las especies que se comercializan en mayor cantidad (Figura 1). También se observó el estrecho contacto entre aves de corral y silvestres dentro del mercado, pudiendo representar un riesgo para la transmisión y propagación de las enfermedades en estudio por la relación directa entre estas. Las aves que se comercializan en menor cantidad en los mercados son el pato canadiense (*Aythya affinis*), colipava (*Columba laticauda*) y gallina guinea (*Numida meleagris*); aunque se vendan en menor cantidad, representan un riesgo por ser amplificadoras de estas enfermedades. (CFSPH – IICAB 2016a).

**Figura 1.** Especies de aves que se comercializan en los mercados.



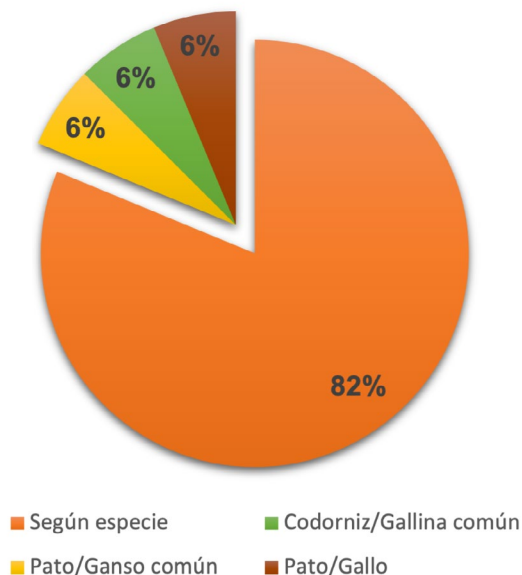
**Aspectos generales de la comercialización de aves en los mercados**

En cuanto a los aspectos generales de la comercialización de aves dentro de los mercados, se determinó que tres puestos de venta (18 %) mezclan diferentes especies en jaulas (Figura 2), y son clasificadas según el tamaño de jaulas, poblaciones y experiencia de los vendedores, esto puede elevar el riesgo de contagio debido al contacto directo con secreciones y excreciones, incrementando así la posibilidad de diseminación, en caso de existir un ave enferma. Las buenas prácticas de bioseguridad incluyen no mezclar animales de edades y especies diferentes, para evitar el riesgo de contagio, ya que 10 puestos de venta (62 %) adquieren aves entre una a dos veces por semana (Figura 3), algo que puede constituir otro factor importante debido al constante movimiento de aves, generando mayor posibilidad de entrada de las enfermedades a los mercados.

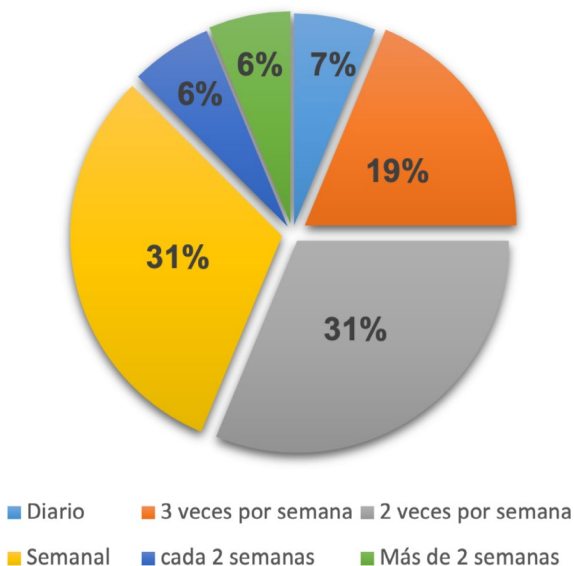
**Manejo de aves en jaulas/jabas/canastos**

En cuatro puestos de venta (25 %) se mantienen de 15 a 30 aves por jaula antes de su comercialización (Figura 4), los comerciantes utilizan jaulas que no cumplen medidas adecuadas para el mantenimiento de aves dentro de ellas. Según SAG 2012, las condiciones apropiadas para el alojamiento de aves de corral y silvestres se resumen en alrededor de 1 a 2 metros cuadrados por ave, dependiendo de tamaño y especie, evitando así la sobrepoblación y el estrecho contacto; cabe señalar que no existe una regulación en los mercados sobre la cantidad y espacio apropiado que se deben mantener dentro de jaulas, jabas o canastos que guíe al comerciante a un mejor manejo y bienestar de las aves

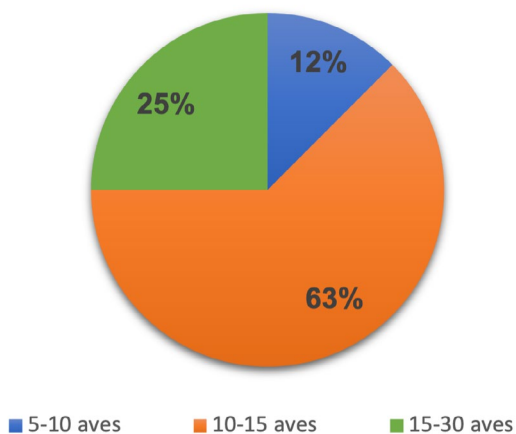
**Figura 2.**  
Especies de aves que comparten jaula en mercado



**Figura 3.**  
Frecuencia de adquisición de aves para venta



**Figura 4.**  
Manejo de aves en jaulas/jabas/canastos



### Evaluación del transporte de aves hacia los mercados

El transporte y manejo de las aves, desde su lugar de origen, hasta el mercado suele ser un factor importante en la propagación de enfermedades. La investigación determinó que el 56 % de los medios en los que transportan a las aves son canastos, mientras el 44 % lo constituyen cajas y jabas; manteniendo, por un lado, una mezcla de aves de distintas procedencias y por el otro, espacios no adecuados para el manejo de aves, lo que favorece el riesgo de entrada de las enfermedades. Según las normas de bienestar animal OIE, 2018, lo ideal es un transporte que garantice la seguridad animal para minimizar la exposición a enfermedades. También se identificó que el 87 % de los medios son propios del transportista, y el 13 % alquilados por parte de la granja, al existir una parte de ellos que no son propios de la granja, por tanto, no existe un control sanitario de las aves que son movilizadas.

### Origen de las aves de corral comercializadas dentro de los mercados

Se determinó que del 100 % de las aves que se comercializan en los mercados, el 40 % provienen de granjas comerciales establecidas en los departamentos de Sonsonate, San Salvador, Usulután, San Miguel, La Libertad, Cuscatlán y La Paz. Esto se debe a que los comerciantes compran gallina de descarte proveniente de las granjas en estos departamentos, al mismo tiempo se estableció que el restante 60 % de aves que se comercializan son de traspatio, lo que eleva el riesgo de la diseminación de las enfermedades, ya que posiblemente estas aves no han tenido acceso a un plan profiláctico.

### Procedencia de las aves silvestres/exóticas que se comercializan dentro de los mercados

Las aves silvestres mantienen un estrecho contacto con aves de traspatio y esto puede predisponer la aparición de estas dos enfermedades, debido a la falta de selección por edades, especies y las pobres condiciones de salubridad en las que se encuentran, poniendo en riesgo la salud animal, ya que las aves silvestres constituyen el principal reservorio de los virus en la naturaleza, y juegan un papel importante en la diseminación de las enfermedades, debido a que no manifiestan ningún tipo de signología clínica (OIE, 2019).

### **Frecuencia de limpieza en jaulas, comederos y bebederos**

La mayoría de los puestos realiza la limpieza diariamente, esto incluye el retiro de excretas de las jaulas y la utilización de cloro y desinfectantes, durante la realización de la investigación no se pudo constatar que los comerciantes realizaran algún procedimiento de limpieza en las instalaciones, considerando que la limpieza y desinfección son actividades importantes para reducir la exposición de las aves a los agentes patógenos (CFSPH – IICAB, 2016b), y es posible que la falta de limpieza represente un riesgo para el mantenimiento de las enfermedades en las instalaciones, al no existir una limpieza eficiente dentro de estas, se expone a las aves al contacto directo con materia orgánica posiblemente contaminada y al probable contagio de las enfermedades.

### **Material de jaulas**

El 87 % de las jaulas utilizadas están construidas con madera y malla metálica, se han adecuado dentro de los mercados utilizando materiales comunes y medidas sin parámetros zootécnicos; se evidenció jaulas deterioradas y con poca limpieza, lo que podría facilitar la propagación y mantenimiento de las enfermedades, es importante recordar que los virus tienen tiempos de eliminación prolongados sobre superficies. Según FENAVI 2011, las instalaciones que almacenan aves tienen que poseer características que permitan una humedad aceptable, mantenimiento, limpieza y desinfección eficaz. Así mismo, el retiro de materia orgánica que se realiza diariamente es una de las medidas utilizadas por los comerciantes que ayuda a disminuir el riesgo de enfermedades.

### **Productos utilizados para la limpieza de las instalaciones**

Se determinó que el 31 % de los puestos utiliza cloro, el 25 % utiliza agentes aniónicos (detergentes), mientras un 6 % lo realiza con desinfectante, el resto de puestos realiza una combinación de productos, y se limita a una limpieza superficial de las jaulas, lo cual incluye únicamente el retiro excretas y el uso de desinfectantes, cada protocolo por puesto de venta es diferente y varía el uso de las concentraciones de los productos. Dentro de los mercados no existe un protocolo establecido para la desinfección de las instalaciones que guíe al comerciante a la utilización de productos adecuados para la correcta eliminación de agentes patógenos.

### **Especies no aviares comercializadas dentro de los mercados**

La mayoría de puestos comercializa conejos, perros y gatos, al mismo tiempo se pueden encontrar peces y cuyos

en menor cantidad, estas especies se venden en conjunto con aves de corral y silvestres. El contacto de mamíferos con aves mediante secreciones respiratorias, heces o agua, pueden causar una diseminación, en el caso de existir influenza aviar en las instalaciones, pudiendo constituirse en posibles vectores de la enfermedad, ya que según The Center for Food Security and Public Health (CFSPH – IICAB, 2016a) se han detectado infecciones por virus de influenza aviar en numerosas especies de mamíferos transmitidas por aves.

### **Destino de las aves que se comercializan**

Con respecto a la comercialización, se identificó que un 44 % de aves son vendidas para mascotas y pequeñas granjas, pudiendo ser un potencial riesgo de propagación de las enfermedades, debido que no se evidenció un registro de las aves que ingresan y salen de los mercados, así también que no se tiene conocimiento de la condición sanitaria de estas, ni el posible contacto previo con aves silvestres dentro de las jaulas, lo que aumenta el riesgo de exposición hacia otras explotaciones fuera del mercado. Según OIE 2018, se debe hacer todo lo posible por garantizar el estado sanitario de las aves vivas que salen del mercado y se destinen a una explotación, permitiendo minimizar el potencial de propagación de agentes infecciosos entre aves de corral, teniendo en cuenta que las aves son de edades variables y el 100 % de ellas se comercializan vivas.

### **Aspectos sanitarios de las aves que se comercializan**

Se determinó que el 38 % de los comerciantes trata a las aves enfermas con medicamentos tales como amoxicilina y tetraciclina suministrada en el agua de bebida, lo que puede aumentar la multiresistencia de agentes patógenos ante estos medicamentos, que puede dar como consecuencia un incremento de la morbilidad y la mortalidad en caso de que existiera un brote de enfermedades dentro de los mercados (PTESA, 2013). Además, se confirmó que no se realiza ningún tipo de medidas de prevención que incluyan la separación de aves sanas de enfermas, un plan profiláctico adecuado para las especies que se comercializan, un tratamiento correcto de los residuos, así como un efectivo programa de bioseguridad que pueda disminuir el riesgo de contagio de enfermedades dentro de ellos.

### **Observación de las aves durante la comercialización**

Se observaron a las aves que se comercializaban y se constató que un 31 % de ellas presentaba signología clínica tales como diarrea y decaimiento, además de compartir jaula con aves aparentemente sanas; las enfermedades

digestivas en las aves dentro de los mercados se presentan comúnmente y podrían ser provocadas por diferentes factores, tanto por agentes patógenos, como por el manejo. Tomando en cuenta que son principales signos de las enfermedades en estudio (CFSPH, 2016b), se observó que el 93.75 % de los comerciantes no utiliza ningún tipo de protección al momento de recibir a las aves o durante la manipulación en jaulas, aumentando el riesgo de exposición y de diseminación de enfermedades zoonóticas dentro y fuera de los mercados por parte de los vendedores.

## Resultados de laboratorio

Para conocer la posible circulación del virus de la influenza aviar y el virus de la enfermedad de Newcastle en los mercados evaluados, se realizó toma de muestra, mediante hisopados traqueales y cloacales, a 417 aves que se comercializaban durante la realización del estudio, donde se incluyeron aves de corral y silvestres de diferentes edades y especies, con el objetivo de identificar la presencia de las enfermedades a través de las pruebas de aislamiento viral y reacción en cadena de polimerasa (PCR/TR), resultando el 100 % de ellos negativos para ambas enfermedades, evidenciando la ausencia de estos virus en las aves vivas que se comercializaron en ese momento en los mercados en estudio.

## CONCLUSIONES

La caracterización dentro de los mercados determinó que existe riesgo de introducción y difusión de enfermedades, debido a que el contacto directo de aves domésticas con aves silvestres genera mayor probabilidad de transmisión al ser estas especies portadoras asintomáticas.

El riesgo de introducción, establecimiento y diseminación de enfermedades en los mercados se incrementa debido a que no poseen una guía técnica que indique la importancia de implementar medidas de bioseguridad, manejo zootécnico y bienestar animal, lo cual se evidencia en las condiciones encontradas de estrés, hacinamiento, mezcla de diferentes especies animales, edades y procedencia geográfica.

Los resultados negativos al momento del estudio, no implica la posibilidad de un nivel de riesgo de introducción y establecimiento de las enfermedades debido a que se identificaron diversos factores de riesgo, los cuales favorecen al ingreso y mantenimiento de agentes patógenos de las especies animales que se comercializan

## BIBLIOGRAFÍA

- CFSPH (Center for Food Security and Public Health US) - IICAB (Instituto para la Cooperación Internacional en Biología Animal, US). 2016a. Enfermedades emergentes y exóticas de los animales: Influenza Aviar. (En Línea). Iowa, EEUU. Spickler, AR; Roth, JA; Gaylon, J; Lofstedt, J; Lenardón, MV. Disponible en: [http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/avian\\_influenza-es.pdf](http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/avian_influenza-es.pdf)
- CFSPH (Center for Food Security and Public Health US) - IICAB (Instituto para la Cooperación Internacional en Biología Animal, US). 2016b. Enfermedades emergentes y exóticas de los animales: Newcastle Disease. (En Línea). Iowa, EEUU. Spickler, AR; Roth, JA; Gaylon, J; Lofstedt, J; Lenardón, MV. Disponible en: [https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/newcastle\\_disease.pdf](https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/newcastle_disease.pdf)
- Espinoza, RR. 2016. El virus de la influenza aviar y de enfermedad de newcastle en aves silvestres y domesticas tipo traspatio comercializadas en 11 mercados de Lima Metropolitana. (En Línea). Tesis MV. Lima, Perú, UCDS. Consultado 20 de mayo de 2020. Disponible en: [http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/bitstream/handle/UCS/468/TL\\_OrtizEspinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/bitstream/handle/UCS/468/TL_OrtizEspinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2013. FAO: Revisión del desarrollo avícola. (En Línea, Sitio Web). Consultado 25 de mayo de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- FENAVI (Federación Nacional de Avicultores). 2011. Código Buenas Prácticas Avícolas. (En línea). Colombia. Consultado 12 de noviembre de 2021. Disponible en: <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2019/02/CODIGO-BUENAS-PRÁCTICAS-AVÍCOLAS-BPAV-V2.pdf>
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019. Manual de la Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres: Influenza Aviar (Infección por los virus de la Influenza Aviar) (En Línea). 7ª ed. París, Francia. Consultado 16 de marzo de 2020. PDF. Disponible en: [https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahm/3.03.04\\_AI.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.03.04_AI.pdf)
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2018. Código Sanitario para los Animales Terrestres: Medidas de Bioseguridad Aplicables a la Producción Avícola. (En Línea). París, Francia. Consultado 25 de mayo de 2020. Disponible en: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahc/current/chapitre\\_biosecu\\_poul\\_production.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_biosecu_poul_production.pdf)
- PTESA (Plataforma Tecnológica Española de Sanidad Animal). 2013. Guía de uso responsable de medicamentos veterinarios). España. Pág. 38-39. Consultado en 4 de noviembre de 2021. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/485925344/20171029-guia-de-uso-responsable-demedicamentos-en-avicultura-pdf>
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, Chile). 2012. Criterios

Técnicos para la Mantenición y Manejo de Fauna Silvestre en Cautiverio. (En Línea) Santiago, Chile. Consultado: 15 de julio de 2020 Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/criterios\\_tec\\_mantencion\\_fauna\\_silv\\_cautiverio.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/criterios_tec_mantencion_fauna_silv_cautiverio.pdf)



## Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, Departamento de La Libertad, El Salvador

Artículo científico

**Aguilar-Rivera, A.M.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Núñez-Vásquez, E.J.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Alas-García, E.A.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Alvarado-Deras, H.O.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

### RESUMEN

El objetivo de la investigación está orientado a evaluar el efecto de 4 raciones, 3 de ellas con una adición diferente de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, sobre el desempeño, eficiencia y rentabilidad. El proyecto se realizó en la granja Santa María, del caserío Santa María del Banco, cantón el Escalón, municipio de San José Villa Nueva, departamento de La Libertad, El Salvador. Entre los meses de noviembre 2020 a abril 2021, llevándose a cabo la crianza de 192 pollos de engorde línea ROSS® de 1 día de edad, los cuales se alimentaron durante la primera semana con pellet como fase de adaptación y a partir de la segunda semana con los cuatro tratamientos con diferentes niveles de zinc aminoquelatado. El modelo estadístico utilizado fue el diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos diferentes y cuatro repeticiones, constituida por 12 unidades experimentales en cada una. Tomando como variables en estudio el consumo de alimento, peso semanal, ganancia de peso, conversión alimentación y mortalidad. Los resultados obtenidos en la alimentación de los pollos de engorde a una dosis de 20 g por 45.45 kg (qq) de concentrado (T3), mejoraron el peso semanal ganando en promedio 330 g y un porcentaje de mortalidad del 0 % y el menor consumo promedio de alimento con 3,330 g ( $p < 0,05$ ). Por lo cual, se concluyó que la adición de zinc aminoquelatado mejoró el rendimiento en los pollos de engorde y este puede ser utilizado en la alimentación durante su desarrollo.

**Palabras clave:** zinc aminoquelatado, nutrientes, pollos de engorde.

### ABSTRACT

It is important to generate strategies to improve productivity and availability of animal protein to meet human demand. Amino-chelated minerals are essential for broiler performance and are involved in several physiological processes. They participate in metabolic pathways in the animal body and play vital roles in functions including reproduction, growth, immune system and energy metabolism. The objective of this research is to evaluate the effect of adding 3 levels of amino-chelated zinc to the ROSS® broiler diet on performance, efficiency and profitability. The research project was carried out at the Santa Maria farm, in the Santa Maria del Banco hamlet, Canton el Escalon, Municipality of San José Villa Nueva, Department of La Libertad. Between the months of November 2020 and April 2021, 192 1-day-old ROSS® line broilers were raised and fed four diets based on corn and soybean with and without the addition of zinc amino-chelated zinc in different doses. The statistical model used was a completely randomized design, with four different treatments and four replicates, consisting of 12 experimental units in each. The addition of amino-chelated zinc in the feed of broilers of the ROSS® line at a dose of 20 g per 45.45 kg (qq) of concentrate (T3), improved weekly weight gain by an average of 330 g, a mortality percentage of 0% and the lowest average feed consumption with 3.330 g ( $p < 0.05$ ). The addition of amino chelated zinc improved broiler performance and can be used in the feed during growth.

**Keywords:** Amino-chelated zinc, nutrients, broilers.



Título en inglés:

Addition of amino-chelated zinc in the diet of broilers of the ROSS® line, at the Santa María farm, Department of La Libertad, El Salvador

**Correspondencia:**  
enrique.alas@ues.edu.sv

**Presentado:**  
25 de febrero de 2023

**Aceptado:**  
22 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## INTRODUCCIÓN

Los minerales quelatados son esenciales para el desarrollo de las aves al estar involucrados en diversos procesos fisiológicos y metabólicos. A pesar de que se requieren en pequeñas cantidades, ejercen funciones vitales y aseguran la salud y productividad animal. Las fuentes inorgánicas de minerales han sido ampliamente utilizadas en la industria avícola, sin embargo, los sistemas de producción sostenibles deben buscar alternativas para mejorar los resultados zootécnicos sin perjudicar el medioambiente (Fernández, 2014).

Martínez Benavidez (2008), evaluó el efecto de aplicar aclimatación precoz (ACP) y adicionar, en la dieta, vitamina E y zinc sobre el desempeño de pollos de engorde. Un total de 600 aves, de un día de edad, fueron criadas en un rancho, con 40 jaulas de piso, hasta completar 42 días de edad. La adición dietética de vitamina E (0 y 250 mg/Kg) y zinc (0 y 40 mg/Kg) para un total de 8 tratamientos con 5 repeticiones. La ACP consistió en someter a las aves a una temperatura de 41 °C por 6 horas al tercer día de edad. Las aves y el alimento fueron pesados semanalmente para determinar el peso corporal (PC), el consumo de alimento (CA), la conversión alimenticia (CAL) y la mortalidad. Además, se monitoreó semanalmente la temperatura corporal (TC) de 15 aves por tratamiento midiendo la temperatura rectal con un termómetro digital. Al finalizar el periodo de crianza, se seleccionaron, al azar, 25 aves por tratamiento, que fueron, sacrificadas y procesadas para evaluar la composición de la canal. Se calcularon los rendimientos en canal caliente (RCC), canal luego del enfriamiento (RCF), músculos de la pechuga (RP), filetes (RF) y grasa abdominal (RGA) expresado como porcentaje del peso vivo de las aves. No se encontraron diferencias significativas entre los efectos principales para PC, CA, CAL, TC, RCC, RCF, RGA, RP y RF. La adición de vitamina E a razón de 250 mg/Kg de alimento aumentó la mortalidad de las aves y disminuyó el RGA de la canal. La adición de 250 mg/Kg de vitamina E y 40 mg/Kg de zinc mejoró la conversión alimenticia de las aves al compararse con el resto de los tratamientos, aunque estas mejoras no

alcanzaron diferencias significativas. Se concluye que la aplicación de ACP, la adición de vitamina E y zinc en el alimento, en los niveles evaluados, no proveyeron ventajas en la mayoría de las variables estudiadas. Sin embargo, la adición de 250 mg/Kg de vitamina E y 40 mg/Kg de zinc mostraron un efecto positivo en CAL que puede justificar su utilización comercial.

Por lo anterior, el objetivo de la investigación está orientado a evaluar el efecto de adición de 3 niveles de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, durante un periodo de 6 semanas (42 días) evaluando los parámetros zootécnicos con el fin de mejorar la ganancia de peso y con ellos reducir los costos de la producción de proteína animal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló de noviembre del 2020 a abril del 2021 en la granja Santa María, del caserío Santa María del Banco, cantón El Escalón, municipio de San José Villanueva, departamento de La Libertad, El Salvador. Ubicación latitud Norte 13°54'87" y longitud Oeste 89°25'06", con una altura de 550 m. s. n. m., hasta los 29 °C., con una humedad relativa de 37 a 75 %.

Se utilizaron 192 pollos de 1 semana de edad sin sexar, los cuales se dividieron en 4 grupos de 48 aves para la distribución de los 4 tratamientos. Estos a su vez, se subdividieron en grupos de 12 aves para la formación de las 4 repeticiones. El factor de estudio es el zinc aminoquelatado, y para esto se establecieron cuatro tratamientos, los cuales quedaron formulados de la siguiente manera (Tabla 1).

Denotando que eran 6 semanas de estudio, en la primera previa al inicio del experimento, se realizó la aclimatación de los pollos proporcionando concentrado de inicio sin la adición de zinc aminoquelatado; una vez transcurrido este periodo, a la segunda semana se procedió a la adición de zinc aminoquelatado directamente al concentrado.

**Tabla 1.**  
*Descripción de los tratamientos*

| Tratamientos | Formulación  |
|--------------|--|
| T0           | 45.45 kg concentrado a base de maíz y soya   |
| T1           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya +10 g. 10,000 (ppm) de zinc aminoquelatado  |
| T2           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya +15 g. 15,000(ppm) de zinc aminoquelatado   |
| T3           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya + 20 g. 20,000 (ppm) de zinc aminoquelatado |

## Metodología de campo

### Instalaciones y equipo

Se realizó en una galera de 24 m<sup>2</sup> con unas dimensiones de 6 m de largo y 4 m de ancho, con una altura máxima de 3 m y 2.5 m en el lateral, de un agua, piso de tierra y cemento, con un pretil de 0.50 m de alto. Los tratamientos se alojaron en un área de 1.5 m<sup>2</sup> con dimensiones de 0.5 m de ancho y 3 m largo, para las divisiones internas se utilizaron regletas de madera de 5.08 cm x 5.08 cm, con tela de gallinero de 2.54 cm de diámetro. Paredes perimetrales abiertas con malla ciclón de 5.08 cm que realizaban la función como puertas de acceso a los tratamientos y sostenida mediante regletas de madera de 5.08 cm x 5.08 cm. También contaba con cortinas de plástico negro que ayudaron a regular la temperatura de los pollos evitando corrientes de aire, lluvia y sol. Los bebederos eran de plástico tipo campana y los comederos elaborados de tubo pvc con medidas de 15.24 cm de diámetro cortados longitudinalmente con 1 m de largo y topes de concreto. Se contó con una fuente de agua proveniente del sistema de agua potable.

### Recibimiento de los pollitos

Los pollitos fueron transportados hacia la galera en horas frescas de la mañana (9 a. m.), evitando en la medida de lo posible promotores de estrés.

A su llegada, fueron pesados con una balanza digital, tomando el peso inicial en forma individual (g), luego se realizaron tomas de peso semanalmente de forma grupal para las 12 aves que conformaban cada una de las repeticiones de los tratamientos hasta completar las 6 semanas de vida.

El día del recibimiento se les ofreció electrolitos y minerales en el agua de bebida durante todo el día. A lo largo de la primera semana y previo a la aplicación de los tratamientos se alimentaron con concentrado pellet.

### Preparación del alimento

Para adicionar el zinc al alimento, a base de maíz y soya, se tuvo acceso a las instalaciones de la fábrica, en el momento que se realizó la formulación del núcleo se incorporaron las cantidades de zinc para la fabricación del concentrado. Una vez preparado el concentrado se entregó para utilizarlo durante las 6 semanas que duró la investigación.

### Formulación de dieta de alimento a base de maíz y soya

Para la adición del zinc aminoquelatado en el concentrado, fue necesario realizarlo desde la formulación del núcleo en una micro mezcladora; para garantizar la distribución

homogénea dentro de este, tomando en cuenta que el alimento ya contaba con el nutriente zinc inorgánico a razón de 100 ppm. Esta formulación fue diseñada y elaborada por el productor de la granja, como uso regular para la alimentación de su explotación agrícola. Los ingredientes y su proporción del alimento, tanto de inicio como engorde de los pollos fue balanceada (Tabla 2).

### Ofrecimiento del alimento

Las aves se alimentaban a libre consumo de sus respectivos tratamientos, al no contar con un sistema automatizado para el suministro del alimento, y con el fin de medir el rechazo de este, fue necesario realizar el ofrecimiento del alimento de forma manual en los horarios de 7:00 a. m. y 3:00 p. m. diariamente.

Para determinar la cantidad de alimento a ofrecer, fue necesario añadir el 20 % de la cantidad requerida, según la tabla de consumo del manual de la línea Ross; tomando como base el consumo de alimento diario, en gramos, para pollo de engorde. Esto se realizó con el fin de cuantificar, diariamente, el rechazo del concentrado por parte de los pollos; una vez determinada la cantidad, se procedía a pesar el concentrado en balanza digital, con una capacidad desde 0.001 kg hasta 5 kg de peso, la cual se calibró previamente antes de cada pesaje (que se realizaba semanalmente). Una vez pesado, se depositaba en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se guardaban en una cubeta plástica con tapadera para evitar contaminación.

### Toma de datos

Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, esta se realizaba de la siguiente manera, llevando un registro diario de cada bloque y tratamiento, se verificaba la existencia de animales muertos; posteriormente se cambiaba la granza de arroz el día que era correspondiente, luego se recolectaba el alimento rechazado que quedaba dentro del comedero (el desperdicio en el suelo no era cuantificable), se pesaba y anotaban los datos en el registro diario. En cuanto a las aves, estas se pesaban una vez por semana, los sábados por la mañana, se pesaban las 12 aves (que conformaban cada una de las repeticiones de los tratamientos), dentro de la java de transporte y se le restaba el peso de la java vacía, de esta forma se obtenía el peso exacto de las aves.

## Metodología estadística

### Diseño estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para cada repetición se utilizaron 12 aves, ya que el material experimental es homogéneo, porque su mayor aplicación se da en el

**Tabla 2.**  
Formulación de alimento a base de maíz y soya, sin la adición de zinc.

| INGREDIENTES       | Alimento INICIO % | Alimento ENGORDE % |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Maíz               | 60.00             | 62.30              |
| Soya               | 30.00             | 25.00              |
| Aceite de palma    | 5.50              | 8.00               |
| Núcleo             | 4.50              | 4.70               |
| Total              | 100.00            | 100.00             |
| NUTRIENTES         | INICIO            | ENGORDE            |
| Edad (días)        | 1-22              | <23                |
| EM Kcal/kg         | 3175              | 3275               |
| Proteína %         | 22                | 20                 |
| Razón Em/pc%       | 144               | 164                |
| Calcio %           | 0.95              | 0.85               |
| Fosf. disponible % | 0.45              | 0.35               |
| Sodio %            | 0.21              | 0.17               |
| Cloro %            | 0.16              | 0.15               |
| Potasio%           | 0.90              | 0.80               |
| Lisina dig. %      | 1.24              | 1.08               |
| Met-cist dig. %    | 0.92              | 0.89               |
| Metionina dig. %   | 0.51              | 0.49               |
| Treonina dig. %    | 0.82              | 0.76               |
| Triptófano dig. %  | 0.20              | 0.19               |

#### Componentes del núcleo

- Premezcla vitamínico mineral
- Aminoácidos: lisina, metionina, treonina, triptófano.
- Macrominerales: calcio, fosfato, fosfatomonocalcico.
- Aditivos: se suministró secuestrante de micotoxinas a base de aluminosilicatos y enzimas a dosis del 0.2 % y promotor de crecimiento a base de bacitracina de zinc a dosis de 0.03 %
- Núcleo final: pigmentante (pigmento amarillo).

campo pecuario, ya que se aplica cuando el número de tratamientos es mayor de tres y maximiza los grados de libertad para el error experimental y el nivel de significancia del 5 %.

#### Prueba estadística

##### Análisis de varianza

El ANVA se aplicó para minimizar la variación de los tratamientos de la investigación, para evitar malas interpretaciones de los datos generados por el material experimental, ya que existe la variación controlable y no controlable que pueda afectar la varianza con una probabilidad menor al P-valor= 0.05.

Y también se aplicó la prueba de Tukey, un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a

tratamientos distintos.

#### Variables en estudio

Variables dependientes: consumo de alimento semanal (gramos / ave), peso semanal, ganancia de peso vivo (gramos / ave), conversión alimenticia semanal, mortalidad (número de aves muertas en un periodo determinado/ animales al iniciar el periodo).

Variables independientes: dosis de zinc aminoquelatado.

#### Consumo de alimento semanal

Se determinó calculando los gramos consumidos por grupo de aves al día, donde diariamente se tomaron registros de la cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los tratamientos y los rechazos para obtener datos semanales.

## Ganancia de peso

Para obtener esta variable, se pesaban los pollos cada semana restándole al peso actual y el peso anterior. Este proceso se realizaba cada siete días, en las mañanas antes de brindarles el alimento para evitar error de manejo.

Fórmula utilizada:

$$GP = \text{Peso actual} - \text{Peso anterior}$$

Dónde:

GP= Ganancia de peso

## Conversión alimenticia

Esta variable se calculó semanalmente con el peso del alimento consumido en gramos en relación a la cantidad de peso aumentado en gramos.

Fórmula utilizada para el cálculo:

$$CA = \text{Consumo de alimento} / \text{Ganancia de peso}$$

## Mortalidad

Se determinó diariamente utilizando la siguiente formula:

$$M = (A \times 100) / N$$

Dónde: M= Índice de mortalidad

A= Número de aves muertas en un periodo determinado

N= Animales al iniciar el periodo

## Metodología económica

Se realizó un análisis socioeconómico con la finalidad de evaluar los diferentes tratamientos y determinar cuál de estos presenta las mejores ventajas en términos económicos, en esta investigación la herramienta socioeconómica que se utilizó fue análisis de dominancia.

### Tabla 3.

Comportamiento del consumo de alimento semanal por tratamiento y promedio por ave en gramos.

| PERIODO<br>(SEMANA) | TRATAMIENTO   |                 |               |                 |               |                 |               |                 |
|---------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                     | T0            |                 | T1            |                 | T2            |                 | T3            |                 |
|                     | Consumo total | Consumo por ave | Consumo total | Consumo por ave | Consumo total | Consumo por ave | Consumo total | Consumo por ave |
| 1                   | 17,422.52     | 362.97          | 16,163.44     | 336.74          | 17,313.43     | 360.70          | 15,895.26     | 331.15          |
| 2                   | 27,704.21     | 602.27          | 24,149.71     | 503.12          | 24,854.25     | 517.80          | 23,186.09     | 483.04          |
| 3                   | 43,608.57     | 948.01          | 44,376.74     | 924.52          | 39,863.16     | 830.48          | 38,767.72     | 807.66          |
| 4                   | 46,335.81     | 1,053.09        | 49,763.04     | 1,058.79        | 50,076.67     | 1,043.26        | 43,458.57     | 905.39          |
| 5                   | 43,158.57     | 980.88          | 43,113.12     | 917.30          | 38,431.36     | 800.65          | 38,499.54     | 802.07          |

## Análisis de dominancia

Este se hace clasificando las tecnologías e incluyendo la que el productor usa normalmente, ordenándolas de menor a mayor, con base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cueste más que el anterior, pero rinda un menor beneficio neto se dice que es “dominada” y es excluida del análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de alimento

Se observó el comportamiento del consumo de alimento por semana, a lo largo de las 5 semanas; el tratamiento T3 registró el menor consumo de alimento por ave (Tabla 3). Lo cual indicó que a mayor concentración de zinc aminoquelatado, mejor fue aprovechamiento del alimento.

Melo (2020), analizó el consumo de alimento por medio de una prueba de Tukey, determinando que el mayor consumo lo registró el tratamiento con cero gramos de zinc con un valor de 1156.7 gramos de alimento por ave y el menor consumo lo registró el tratamiento con mayor concentración de zinc con un valor de 1134.64 gramos de alimento por ave, dichos datos son concordantes con la investigación, ya que, el T0 registra el mayor consumo total de alimento y el T3 que lleva la mayor cantidad de zinc en esta investigación, registra el menor consumo.

### Peso semanal en gramos

Los resultados del análisis de varianza bajo el Diseño Completamente al Azar, para el peso por ave semanal, muestran que existían diferencias significativas con  $p < 0.05$ , lo que significa que al menos uno de los tratamientos produjo los mejores resultados en cuanto al peso semanal en gramos con un coeficiente de variación de 22.0 % y un coeficiente de determinación del 76 %. El zinc aminoquelatado contribuye a la ganancia de peso en los pollos, ya que si hay deficiencia de zinc habrá numerosos

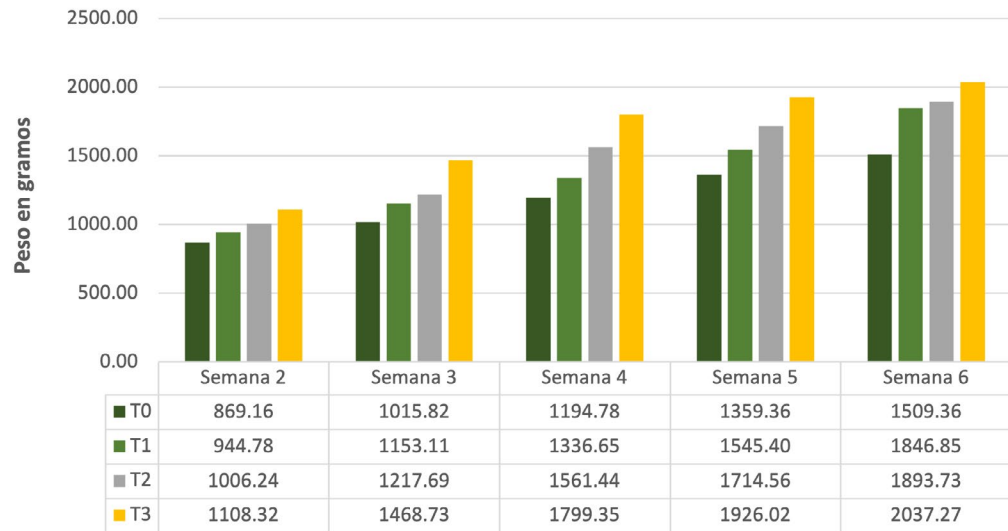
cambios físicos y patológicos, incluyendo lesiones en piel y disminución del crecimiento del ave.

Mediante la prueba de Tukey se determinó que el T3 produjo el mejor peso promedio en los pollos de engorde de seis semanas de edad con una media de 1,667.94 g al mismo tiempo se determinó que el T2 con 1,478.73 g. y T1 con 1,365.36 g. producen pesos promedio similares y que el T0 es el tratamiento que produjo los promedios más

bajos con 1,189.69 g.

Como se muestra en el (Figura 1), los tratamientos tuvieron un comportamiento normal a lo largo de 5 semanas del experimento. Por otra parte, en la Figura 1 se puede resaltar que en la semana 5 del experimento, los tratamientos T2 y T1 muestran una diferencia mínima, siendo el T2 46.88 g mayor que el T1.

**Figura 1.**  
Peso semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



Según el estudio que realizó Melo (2020), con cuatro concentraciones de zinc, de 0, 0.02, 0.04, 0.06 y 0.08 gramos en adición en el alimento, este determinó que en las primeras dos semanas del estudio no se produjeron diferencias significativas en cuanto al peso de las aves, lo cual es contrario a lo registrado en esta investigación, presentando a lo largo de su desarrollo diferencias significativas.

Por otra parte, se puede resaltar que, según Melo (2020), a partir de la semana tres se produjo una diferenciación del peso, coincidiendo que la mayor concentración (T4= 0.08 g. de zinc) provocó mayor peso con 2,100 g. hasta la semana siete de su investigación. Este dato es contrastante ya que para Melo el tratamiento cero gramos de zinc es el segundo mejor en cuanto al peso por ave a la semana con 2,000 g mientras para la investigación con zinc aminoquelatado el tratamiento con 0 % zinc registró el menor peso con un valor total al final de 1,510 g.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), a lo largo de ciclo productivo no encontraron diferencias significativas con  $p > 0.05$  con promedio de 2,000 g para los tratamientos, caso contrario de esta investigación que sí registró diferencias significativas obteniendo el mayor peso el T3

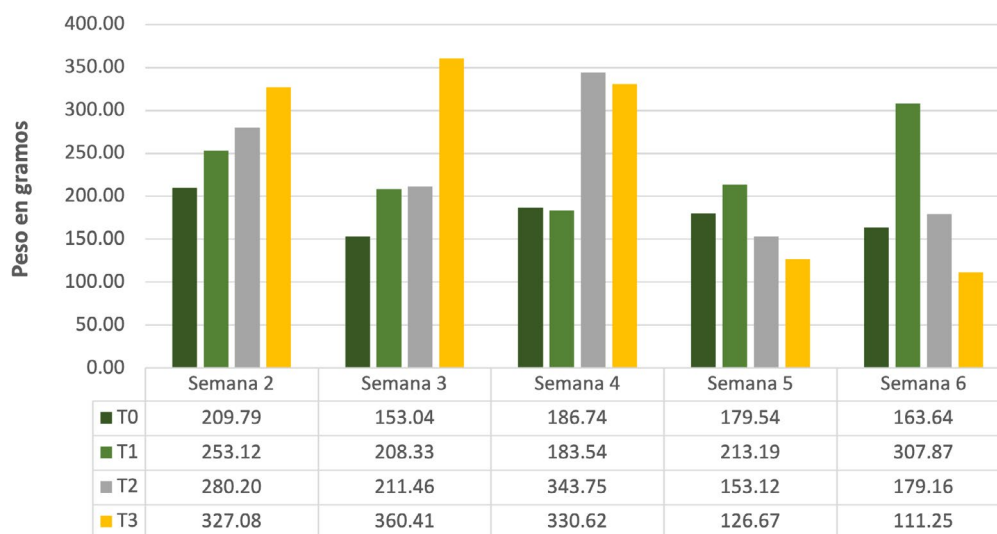
con 2,030 g.

### Ganancia de peso semanal

Para el parámetro productivo de ganancia de peso, solo se tomaron en cuenta los 35 días de aplicación del zinc aminoquelatado y se procedió a comparar los efectos de las distintas concentraciones (Figura 2). Según el análisis de ANVA existen diferencias significativas entre los tratamientos con  $P < 0.05$ , lo que indica que uno o más tratamientos produjeron los mejores desempeños en cuanto a la ganancia de peso por semana, debido a esto se realizó una prueba de Tukey, la cual determinó que los tratamientos T3 con 251.20 g y T2 con 233.54 g y T1 con 170.00 g produjeron, estadísticamente, similares efectos en cuanto a la ganancia de peso semanal, mientras el T0 registró el menor promedio de ganancia de peso con 170.00 g a lo largo de la investigación.

Según Robles Vivas (2016), los minerales orgánicos favorecen al desarrollo de los huesos y sistema digestivo, al igual que la absorción de nutrientes, pero al mismo tiempo uno de los factores adversos que presenta este método es una disminución de algunos factores productivos después de los 35 a 45 días de producción en un 20 - 30 % de los

**Figura 2.**  
Ganancia de peso semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



sujetos de investigación; observando que para esa semana los dos tratamientos con mayor concentración de zinc aminoquelatado produjeron menor ganancia, para esta semana el mejor promedio de ganancia de peso lo registro el T1 con 213.19 g de ganancia peso, y T0 es 33.65 g menor al T1; ya en la semana cinco el mejor promedio lo registra el T1 con 307.57 g de ganancia de peso a la semana, seguido de T2 con 179.16 g mientras que los T0 y T3 registran los menores promedios siendo 52.38 g mayor el T0.

Melo (2020), determinó que en las primeras dos semanas la mejor ganancia de peso la presentó el tratamiento con cero gramos de zinc, dato que es contrario a lo observado por esta investigación, ya que, en las primeras semanas se determinó que el T3 obtuvo la mejor ganancia de peso, no obstante, Melo Reinoso en su investigación registró datos oscilantes, a partir de la tercera semana detallando en la semana cuatro y cinco diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso con el tratamiento con mayor concentración de zinc (0.08 g), el cual, obtuvo los datos más altos en relación a la ganancia de peso.

Esto difiere de la investigación en cuanto al comportamiento de los efectos de los tratamientos, ya que, la mayor concentración registró los mejores desempeños para ganancia de peso en las primeras semanas, y las concentraciones medias evidenciaron al final de la investigación datos mayores en cuanto a la ganancia, concordando los resultados con Melo (2020), puesto que en las semanas seis y siete el tratamiento con 0.04 gramos de zinc reportó la mayor ganancia de peso, seguido del tratamiento con 0.06 gramos de zinc.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), a lo largo de

ciclo productivo encontraron diferencias significativas con  $p < 0.05$ , que los tratamientos con mayor concentración en diferentes presentaciones de zinc inorgánico obtuvieron los mejores promedios de ganancia de peso con promedio de 330 g, siendo equivalente a lo registrado en la investigación en las primeras tres semanas de estudio.

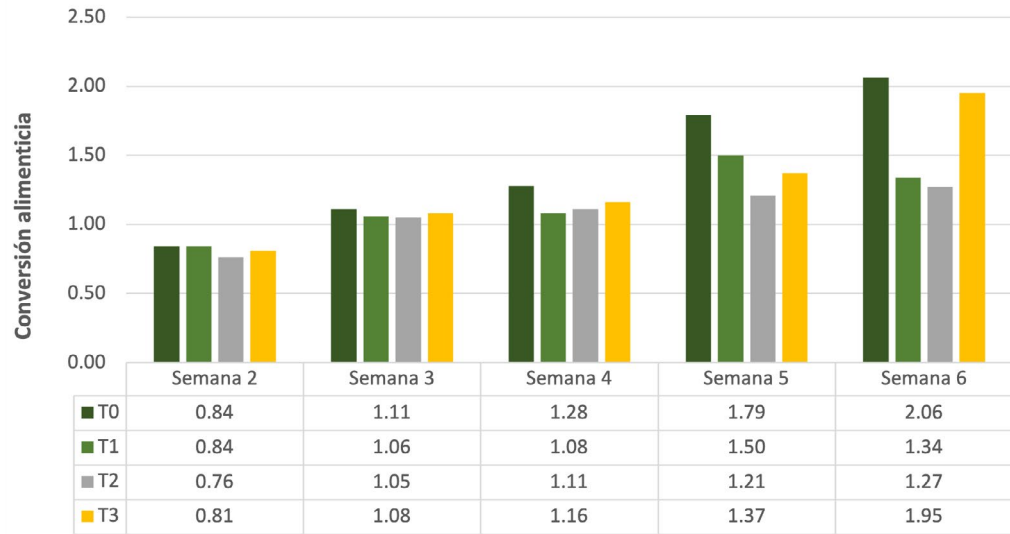
### Conversión alimenticia semanal en gramos.

Se analizó el comportamiento de los datos con respecto a la conversión alimenticia total de los pollos, con respecto al estímulo aplicado y el tratamiento testigo (Figura 3). El análisis de ANVA para conversión alimenticia total con  $P < 0.05$ , determina que existen diferencias estadísticas significativas en cuanto a la conversión alimenticia de los pollos de engorde, lo que indica que en términos generales los tratamientos difieren en sus efectos. Para este análisis se determinó que el coeficiente de variación es de 32.15 %, lo que indica que los datos presentan heterogeneidad entre los tratamientos.

La figura 3 muestra que en la segunda semana de experimento los tratamientos 2 y 3 poseen la menor conversión alimenticia, siendo la menor registrada por el T2 con 0.76; ya para la semana tres el tratamiento T1 y T2 registraron la menor conversión alimenticia; para la semana cuatro el menor registro lo tiene el T1 con 1.08; en la semana cinco y semana seis el menor registro lo obtuvo el T2 con 1.21 y 1.27, respectivamente.

Al contrastar el comportamiento de la conversión alimenticia con lo obtenido por Melo (2020), se determinó que los datos difieren en la primera semana, ya que, para él no se encontraron diferencias significativas, y los datos promediaban un valor de 1.02 para cada tratamiento,

**Figura 3.**  
Conversión alimenticia semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



mientras que en la investigación sí hubo, para la primera semana, diferencias significativas; para la segunda y tercer semana Melo (2010), registró que el tratamiento con 0.08 g de zinc promedió la menor conversión alimenticia con un valor de 1.34, esto no concordó con la investigación, ya que, el T1 promedió los menores registros de conversión alimenticia siendo este el que posee la menor concentración de zinc aminoquelatado con 0.91 y 1.08. Por otra parte, al comparar los datos de Melo (2010) a partir de la cuarta semana, podemos determinar que los tratamientos con 0.06 y 0.04 gramos de zinc promedian las mejores conversiones alimenticias, lo cual concuerda con la investigación debido a que en la cuarta semana los datos son oscilantes determinando que T2 y T3 son los que al final de la investigación registran la menor conversión alimenticia.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), con  $p < 0.05$  encontraron diferencias significativas en cuanto a la conversión alimenticia, determinando que el tratamiento 5 con 50 % de lo recomendado de adición zinc presentó al final de la investigación la menor conversión alimenticia con un valor de 1.86; esta información concuerda con el presente estudio, ya que, si existen diferencias significativas con el T2 con valor de 1.27 la que registró la menor conversión alimenticia.

**Mortalidad**

Uno de los factores a determinar con la investigación fue el porcentaje de mortalidad de los pollos, bajo la aplicación de zinc aminoquelatado en el concentrado. El T0 registró el mayor número de aves muertas a lo largo de las seis semanas de estudio (Tabla 4), lo que indica que a mayor concentración de zinc aminoquelatado mejora sustancialmente la sobrevivencia de las aves, puesto que

el T2 y T3 presentan un cero por ciento muertes. Cabe resaltar que el tratamiento T1 registró una muerte en la quinta semana de investigación. Mientras que el T0, presentó dos muertes durante la tercera semana y una muerte durante la quinta semana.

**Tabla 4.**  
Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde de la línea Ross®

| Tratamiento | Total de animales muertos | Total de aves inicio | % de mortalidad |
|-------------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| T0          | 4                         | 48                   | 8 %             |
| T1          | 1                         | 48                   | 2 %             |
| T2          | 0                         | 48                   | 0 %             |
| T3          | 0                         | 48                   | 0 %             |

Al comparar los datos con lo presentado por Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), existe una discrepancia, ya que, no encontraron diferencias en la mortalidad con un promedio por cada uno de sus siete tratamientos de siete a nueve aves muertas a lo largo del experimento, lo cual, es distinto a lo arrojado por la investigación, puesto que los tratamientos con mayor concentración de zinc no registraron muertes y T0 registró 8 % de mortalidad y T1 registró 2 % de mortalidad.

En avicultura la suplementación de la dieta con quelatos de zinc provoca la activación de la respuesta inmune celular y humoral, ayudando a mantener el equilibrio entre la respuesta Th1 y Th2, aumentando la resistencia a las infecciones y así provocar menos muertes (Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019).

### Análisis económico.

Para determinar el costo beneficio de la adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde, se realizó un análisis con los beneficios brutos de campo y los costos de producción, determinando un rendimiento ajustado del 20 %, ya que, se toman en cuenta las aves que no formaron parte directa de la investigación y fueron adquiridas (Tabla 5).

Como se muestran, los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un costo de producción de USD 135.44, USD 135.73 y USD 136.02 respectivamente, mientras que el T0

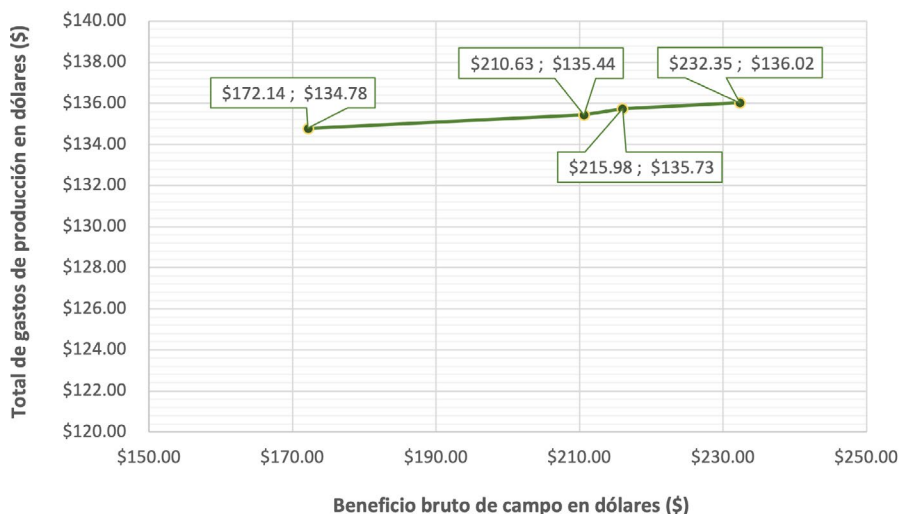
posee un costo de USD 134.78, siendo el tratamiento T3 el que mayor beneficio obtuvo posterior a la venta de carne; para ello fue necesario realizar el análisis de dominancia en cuanto a la relación costo/beneficio de los tratamientos (Figura 4).

El mayor beneficio de campo con relación a los costos de producción los registra el T3, siendo este USD 58.97 mayor al tratamiento testigo, USD 21.14 mayor a T1 y USD 16.09 al T2 (Figura 4). Lo que demuestra que la mayor concentración de zinc aminoquelatado produce un mayor rendimiento económico en la dieta de los pollos de engorde.

**Tabla 5.**  
Beneficios y costos de producción

| PRESUPUESTO                             | T1         | T2         | T3         | T4         |
|---|------------|------------|------------|------------|
| <b>Peso (gramos)</b>                    | 72,450     | 85,650     | 90,900     | 97,790     |
| <b>Rendimiento ajustado (30%)</b>       | 191.27     | 234.04     | 239.98     | 258.17     |
| <b>Beneficio de campo</b>               | USD 172.14 | USD 210.63 | USD 215.98 | USD 232.35 |
| <b>Costo que varían</b>                 |            |            |            |            |
| <b>Costo de aves</b>                    | USD 24.00  | USD 24.00  | USD 24.00  | USD 24.00  |
| <b>concentrado de inicio (45 kg)</b>    | USD 11.56  | USD 11.56  | USD 11.56  | USD 11.56  |
| <b>Concentrado de engorde (45 kg)</b>   | USD 45.00  | USD 45.00  | USD 45.00  | USD 45.00  |
| <b>Electrolitos y vitaminas</b>         | USD 0.75   | USD 0.75   | USD 0.75   | USD 0.75   |
| <b>Vacuna New Castle/Gumboro</b>        | USD 1.00   | USD 1.00   | USD 1.00   | USD 1.00   |
| <b>Granza (15 Kg)</b>                   | USD 5.00   | USD 5.00   | USD 5.00   | USD 5.00   |
| <b>Zn (gr)</b>                          |            | 62.652     | 89.892     | 117.132    |
| <b>Costo del zinc por tratamiento</b>   |            | USD 0.66   | USD 0.95   | USD 1.24   |
| <b>Salario y costo de mantenimiento</b> | USD 22.47  | USD 22.47  | USD 22.47  | USD 22.47  |
| <b>Vehículos y combustible</b>          | USD 25.00  | USD 25.00  | USD 25.00  | USD 25.00  |
| <b>Total de costo que varían</b>        | USD 134.78 | USD 135.44 | USD 135.73 | USD 136.02 |
| <b>Beneficio neto</b>                   | USD 37.36  | USD 75.19  | USD 80.25  | USD 96.33  |

**Figura 4.**  
Análisis de dominancia



## CONCLUSIONES

La adición de zinc aminoquelatado, para alimentar pollos de engorde de la Línea ROSS® demostró tener efectos positivos sobre los parámetros productivos como consumo de alimento semanal, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad.

Al adicionar 19.522 g de zinc aminoquelatado por cada 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya, se obtienen mejores promedios en cuanto a peso vivo, ganancia de peso y mortalidad.

Los alimentos que fueron adicionados con el zinc aminoquelatado demostraron tener efectos favorables sobre la inmunidad del ave, registrando el menor número de muertes con 0.69 % de mortalidad para los tratamientos con la adición de zinc.

Económicamente el alimento con adición de zinc aminoquelatado demostró tener mejor relación beneficio-costado, donde el tratamiento con 19.522 g de zinc obtuvo una dominancia sobre todos los tratamientos en cuanto a los beneficios netos, siendo una alternativa económicamente favorable para la reducción en los costos y tiempo de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán Rodríguez; Cabrera Quezada. 2009. Efecto de Mintrex® Zn en combinación con Sulfato de Zn en la producción de pollos de engorde hasta los 42 días de edad (en línea). Tesis Ingenieros Agrónomos. Universidad de Zamorano. Honduras. Consultado 27 julio 2019. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/422/1/T2874.pdf>
- Fernández, A. 2014. agrinews.es. Obtenido de agrinews.es: (en línea) consultado 28 de mayo 2022. Disponible en: <http://agrinews.es/2014/02/18/microminerales-en-avicultura/>.
- Martínez Benavides. 2008. Aclimatación precoz y suplementación dietética con vitamina e y zinc como alternativas para el manejo del estrés calórico en pollos de engorde (en línea). Consultado 11 de julio 2022. Disponible en: <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/1399>
- Melo R. 2020. utilización de diferentes niveles de zinc (20ppm, 40ppm, 60ppm,80ppm) como aditivo en remplazo de los antibióticos en alimentación de pollo de engorde (en línea). Tesis Licenciado en Médico Veterinario y zootecnista. Latacunga-Ecuador. Consultado 28 de octubre, 2021. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7012>
- Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019. (en línea). Consultado 2 de marzo 2022. Disponible: <http://subirats.info/microminerales-ennutricion-animal/>

Robles, V. 2016. Utilización de minerales quelatados biodisponibles en la dieta de pollos de engorde sobre los parámetros productivos, morfología intestinal y su excreción en heces (en línea). Tesis Zootecnista. Colombia. Universidad de la Salle. P. 14-15,22-27. Consultado 17 de sept. 2019. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/20816>

## Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Artículo científico

Colorado-Pérez, R.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal.

García-Franco, J.S.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal.

Rivas-Flores, A.W.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal.

### RESUMEN

Durante los meses de septiembre 2020 a enero de 2021, el ensayo fue establecido en un área de 1,152.48 m<sup>2</sup>. La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad “Estación UES1 Blanquecina” fue en forma manual, por postura, con un distanciamiento de 0.30 m entre postura y 1.20 m entre cama; el raleo se realizó ocho días después de la siembra. Para la cual se incluyeron los tratamientos sin control y con control de maleza (hasta, 15, 30, 45, 60, 75, 90 días después de la germinación de la semilla). En el resultado estadístico realizado a la variable rendimiento se encontraron diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos evaluados, alcanzando los mayores resultados, con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 días) con un rendimiento promedio de 0.2118 kg/16m<sup>2</sup> (2,110 kg/ha); el menor rendimiento se terminó en el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) con un valor promedio de 0.035 kg/16m<sup>2</sup> (350 kg/ha). Con ingreso neto negativo debido al bajo rendimiento. El periodo crítico de competencia de malezas se determinó entre los 20 a 45 días después de la siembra.

**Palabras clave:** periodo crítico de competencia, ajonjolí, cultivo, *Sesamum indicum* L.

### INTRODUCCION

El ajonjolí se caracteriza por ser una planta herbácea, sus hojas son verdes y las flores blancas o rosas, su tronco erguido produce cápsulas con numerosas semillas lisas, es un cultivo anual, el ciclo puede variar entre 90 y 130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas, la producción promedio es entre 12 y 14 quintales por manzana (779.22 a 909.09 kg/ha). Es un cultivo poco exigente de nutrientes y se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son los de texturas ligeras como franco, franco arenoso y franco arcilloso, pH es de 5.5 a 7 (Cervantes, 2012).

Entre los principales problemas que limitan el rendimiento

### ABSTRACT

During the months of September 2020 to January 2021, the trial was established in an area of 1,152.48 m<sup>2</sup>. Sesame seed of the variety “Estación UES1 Blanquecina” was sown manually, by posture, with a distance of 0.30 m between postures and 1.20 m between beds; thinning was carried out eight days after sowing. For which the treatments without control and with weed control were included (until, 15, 30, 45, 60, 75, 90 days after seed germination). Statistical results for the yield variable showed significant statistical differences among the evaluated treatments, reaching the highest results with treatment 11 (clean until 45 days) with an average yield of 0.2118 kg/16m<sup>2</sup> (2,110 kg/ha); the lowest yield was achieved in treatment 8 (clean until 0 days) with an average yield of 0.035 kg/16m<sup>2</sup> (350 kg/ha). The critical period of weed competition was determined between 20 days and 45 days after planting.

**Keywords:** Critical competition period, sesame, crop, *Sesamum indicum* L.

del ajonjolí, se pueden mencionar, la variedad utilizada, el control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales, densidad de siembra y malezas, estas últimas afectan significativamente el rendimiento del ajonjolí, debido a la competencia por absorción de los nutrientes del suelo, la humedad y la luz solar, que por lo general se produce en un periodo en el que se afecta el desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (MAG, 1991).

La expresión “diversidad de malezas”, se refiere al número de especies de malezas que aparecen durante el ciclo de un cultivo. La diversidad de malezas, es una herramienta importante para la toma de decisiones al momento de diseñar una estrategia de manejo de las mismas, y permite conocer las especies que predominan en las áreas de



Título en inglés:

Determination of the critical period of competition for weeds in sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivation in San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

**Correspondencia:**  
andres.rivas@ues.edu.sv

**Presentado:**  
22 de marzo de 2023

**Aceptado:**  
27 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

cultivo (Cruz, 2003).

La competencia no siempre puede explicar el porqué de la supresión del crecimiento de las plantas en los agroecosistemas. A veces se manifiestan interacciones bioquímicas (alelopatía) entre las plantas. La alelopatía es cualquier efecto dañino, directo o indirecto, provocado por una planta a otra, a través de la producción y liberación de componentes químicos. Contraria a la competencia, la alelopatía se desencadena cuando se agrega al ambiente un factor tóxico. Se postula a la alelopatía como un mecanismo importante mediante el cual las malezas afectan el crecimiento del cultivo y viceversa. La alelopatía puede llegar a ser un medio real para controlar las malezas si estas características se manifiestan en especies cultivadas de tipos silvestres que puedan transferirse a los cultivos deseados. Al lograr un control de malezas, de este modo, se evitan gastos, contaminaciones, y aplicaciones extras de herbicidas (FAO, s.f.).

Las interacciones cultivo-maleza varían de acuerdo a las regiones geográficas, a los diferentes cultivos e incluso son distintas entre los mismos cultivos en diversas situaciones. De hecho, estas interacciones son abrumadoramente específicas en cuanto al lugar y a la temporada. Ellas cambian según la especie de planta involucrada, la densidad, las prácticas de manejo y los factores ambientales, El resultado final de la competencia de las malezas es una reducción en el rendimiento o la calidad del cultivo. En muchos cultivos donde no existe un control de malezas durante la temporada, no hay, en general, producción comercial (Cruz, 2003).

La competencia de las malezas por la luz, los nutrientes y el agua es una de las vías de las malezas para interferir con el crecimiento normal de los cultivos. Para comprender la competencia, es común estudiar el llamado “período crítico” de competencia de las malezas, el que se define como el período durante el cual las malezas deben ser controladas para prevenir las pérdidas de rendimiento. El período crítico se determina experimentalmente mediante la inclusión de variantes desyerbadas durante determinados períodos a partir de la siembra o trasplante del cultivo y otras inversamente no desyerbadas en idénticos períodos. Los resultados de rendimientos del cultivo bajo la influencia de las malezas en los distintos períodos permiten determinar el período más conveniente de control de las malezas (FAO s.f.).

Durante ciertos periodos de crecimiento, las malezas causan su mayor daño a las plantas cultivables y las medidas de control durante este período son de especial importancia. Las malezas, que se desarrollan en períodos más tardíos del crecimiento de las plantas cultivables, suelen causar daños de menor importancia. En la agricultura tradicional, el conocimiento del denominado “período crítico” permite al agricultor hacer un uso más eficiente de los limitados

recursos que dispone, lo que se revierte en un ahorro sustancial del tiempo y otros gastos por concepto de control de malezas. Ante la infestación presente sólo de una especie predominante o varias especies, lo más indicado es el uso del criterio de umbral económico, o sea la densidad de la especie que interfiere significativamente con el cultivo y que justifica plenamente la realización de la medida para su control. El uso de los umbrales económicos es también apropiado en aquellas áreas, donde los herbicidas se utilizan intensivamente, ya que su aplicación tiende normalmente a provocar la presencia de especies tolerantes o resistentes, lo que al final obliga a realizar una aplicación herbicida postemergente suplementaria (Labrada y Parker, s.f.).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el periodo crítico de competencia por maleza en el cultivo de ajonjolí, en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el lote la bomba, panga 1 bajo un Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador, a una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte y 89°05'8" Longitud Oeste, durante los meses de septiembre de 2020 a enero de 2021 con una temperatura promedio de 29 °C.

### Metodología de campo

#### Preparación del terreno con delimitación de la parcela y siembra

Se realizó la preparación del terreno, la cual fue mecanizada, realizando las siguientes prácticas: un paso de arado para remover el suelo, dos pasos de rastra para mullir el suelo, un paso de la encamadora para la formación de las camas de siembra con un distanciamiento entre cama de 1 m.

La delimitación y estaquillado en un área de 810 m<sup>2</sup> (27 m largo por 30 m de ancho) para establecer el cultivo de ajonjolí. La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad “Estación UES1 Blanquecina” se realizó colocando de 3 a 4 semillas por postura a un distanciamiento de 0.60 m entre surco y 0.20 m entre planta.

## Aplicación de los fertilizantes

Para la fertilización del cultivo se utilizaron fertilizantes granulados, y se suministraron por dosis de fórmula 15-15-15 y 18-46-0, cada dosis fue pesada en balanza analítica en la Planta de Procesamiento de Alimentos de la Estación Experimental y de Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. La dosis total de cada fertilizante en cada tratamiento se dividió en dos aplicaciones: el 50 % de las dosis se aplicó a los 10 días después de la siembra y el otro 50 % se aplicó a los 30 días después de la siembra.

## Actividades culturales

El control de malezas se realizó de forma manual, en cada unidad experimental, según la fenología del cultivo, con un intervalo de 15 días después de la siembra.

Para el control de insectos masticadores y chupadores se utilizó el insecticida con ingrediente activo beta-ciflutrina, en dosis de 25 cc/ bomba de 17 litros de agua, y se aplicó en 3 momentos: a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Para prevenir el ataque de *Phytophthora* spp. y *Fusarium* spp. que causan el mal del talluelo se utilizó una mezcla de óxido de dicobre en dosis de 50 ml y Fosetyl + Propamocarb en dosis de 50 ml por bomba de mochila de 17 litros de agua, esta se aplicó cada 8 días por un mes, luego de este periodo se aplicó cada 15 días hasta que floreció el cultivo.

## Toma de datos

La primera toma de datos se realizó a los 15 días después de la siembra y los siguientes muestreos se realizaron cada 15 días haciendo un total de 7 muestras, hasta terminar el ciclo vegetativo del cultivo, las variables a evaluar fueron, altura de planta; diámetro del tallo y rendimiento, utilizando pie de rey, cinta métrica, balanza analítica y libreta de campo.

Las plantas presentaron botones florales y variaciones, en cuanto al crecimiento en algunos tratamientos, debido al encharcamiento por las lluvias que se produjeron en los meses de octubre y noviembre, las cuales afectaron el desarrollo de las plantas de los bloques que se encontraban en la orilla del terreno. Para el mes de diciembre había presencia de frutos en la gran mayoría de plantas.

## Cosecha

La cosecha se realizó, cuando las plantas presentaron las siguientes características: tallo de color amarillo, hojas de color amarillo en el tercio inferior de la planta, cápsulas (inferiores hasta las del medio) de color café y fruto a punto de abrirse. Solamente se cosecharon las plantas que fueron seleccionadas y evaluadas desde el inicio de

la investigación. Al momento de la cosecha y para evitar confusiones, cada planta y los manojos de plantas se identificaron con un código que correspondía al tratamiento y al bloque.

La formación de manojos consistió en cortar las plantas y juntarlas en 3 por cada unidad experimental, para obtener resultados certeros en rendimiento en cada tratamiento.

Luego se amarró cada manajo con la parte apical del tallo hacia arriba para evitar la pérdida de semilla al momento de abrirse las cápsulas, esto duró aproximadamente de 4 a 5 días, ya que se pusieron a secar bajo sombra, se aporreó cada uno de los grupos sobre un plástico para evitar pérdida de la semilla, luego se recolectó y limpió la semilla. El proceso finalizó cuando se puso a secar la semilla con el objetivo de reducir la humedad y alargar la vida.

Los datos de rendimiento fueron tomados mediante la agrupación de plantas por tratamientos de las 3 repeticiones que se evaluaron en los bloques A (enmalezado) y B (limpio) de los 14 tratamientos.

## Incidencia e identificación de malezas

Para evaluar el comportamiento de las malezas, se utilizó el marco de 1 m<sup>2</sup>, colocando 3 veces en la unidad experimental y en diagonal. Se evaluaron en el 15, 30, 45, 60, 75 días después de la siembra (dds) y los tratamientos 7 y 8, para ambos periodos se evaluaron los 90 días después de la siembra (dds) tomando en cuenta la abundancia, contando número total de plantas por especie encontradas a los 15, 30, 45, 60, 75, y 90 dds, a los datos obtenidos de las malezas se les realizó un análisis descriptivo clasificándolos por familia, las malezas de mayor incidencia se enmarcaron según la clasificación.

## Metodología de laboratorio

Se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, utilizando una balanza analítica, libreta de campo y lapicero para anotar el peso de la semilla de ajonjolí de cada tratamiento A (enmalezado) y B (limpio).

Según Vaca Morán *et al.* (2001), la limpieza de la semilla ayuda a una selección de mejor calidad por medio de una zaranda fina. La muestra que se traslada al Laboratorio fue trasladada en una bolsa de papel identificada con su respectiva viñeta.

## Metodología estadística

## Material experimental

El material que se utilizó en la investigación fue semilla

criolla de ajonjolí de la variedad “Estación UES1 Blanquecina” la cual fue proporcionada por la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

### Diseño estadístico

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques al azar (BCA), unifactorial, con dos bloques, 14 unidades experimentales y tres repeticiones, esto se realizó con el objetivo de estudiar diferentes efectos sobre los tratamientos en los periodos de enmalezamientos y periodos limpios.

Se establecieron 3 repeticiones de 240 m<sup>2</sup> cada uno, con separación de 1 m. Cada repetición con 30 m de ancho y 8 m de largo, se dividieron en 2 bloques BA (Bloque A) y BB (Bloque B), en cada tratamiento se incluyeron 3 repeticiones, las unidades experimentales tuvieron un área de 16 m<sup>2</sup> Teniendo un total de 810 m<sup>2</sup> de área de experimento (Tabla 1).

**Tabla 1.**  
Descripción de cada unidad experimental

| TRATAMIENTOS | DESCRIPCIÓN                  |
|--------------|------------------------------|
| <b>A</b>     |                              |
| T1           | Enmalezados hasta los 0 dds  |
| T2           | Enmalezados hasta los 15 dds |
| T3           | Enmalezados hasta los 30 dds |
| T4           | Enmalezados hasta los 45 dds |
| T5           | Enmalezados hasta los 60 dds |
| T6           | Enmalezados hasta los 75 dds |
| T7           | Enmalezados hasta los 90 dds |
| <b>B</b>     |                              |
| T8           | Limpio hasta los 0 dds       |
| T9           | Limpio hasta los 15 dds      |
| T10          | Limpio hasta los 30 dds      |
| T11          | Limpio hasta los 45 dds      |
| T12          | Limpio hasta los 60 dds      |
| T13          | Limpio hasta los 75 dds      |
| T14          | Limpio hasta los 90 dds      |

dds= días después de la siembra.

### Tamaño de muestra y distribución espacial de los tratamientos

El tamaño de la muestra estuvo constituido por 3 plantas de ajonjolí para cada tratamiento, seleccionadas de la parte central en cada parcela, evitando los efectos de bordes, de tal manera que se disponía de 3 datos por cada característica o variable que se evaluó dentro de

los respectivos bloques, con el propósito de eliminar la influencia individual de cada planta sobre el resultado total, garantizando obtener resultados representativos en la investigación.

Cada unidad experimental se identificó con un número, por ejemplo: el código R1BA1 significa que las primeras letras corresponden a la repetición (R1) mientras las segundas al bloque (BA), los otros dos que le acompañan corresponden a la unidad experimental o tratamiento (T1).

### Variables evaluadas

El registro de las variables en estudio se realizó utilizando las herramientas; tal como se muestra a continuación (Tabla 2)

**Tabla 2.**  
Variables biológicas que se evaluaron.

| Variable                      | Forma de medición  |
|-------------------------------|--|
| Diámetro del tallo basal (mm) | Se midió con un “Pie de rey”.  |
| Altura de la planta (cm)      | Se utilizó cinta métrica para tomar la medida desde la base hasta la parte apical del tallo. |
| Rendimiento por planta (kg)   | Se pesó la cantidad total de semilla producida por planta.                                   |

### Análisis descriptivo e inferencial

Para la organización, procesamiento y análisis estadístico de los datos sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo se utilizaron métodos descriptivos univariados como representaciones gráficas, medidas de tendencia central y medidas de dispersión. A todas las variables cuantitativas se les aplicó análisis bivariado como la correlación de Pearson y el método multivariante de análisis por componentes principales.

En el caso de la variable «rendimiento del cultivo» se le aplicó métodos inferenciales como el Análisis de Varianza (ANVA), específicamente un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 2 bloques, 14 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Previo a la aplicación del diseño experimental, se verificó que los datos cumplan con los supuestos del análisis de varianza: distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Con el propósito de demostrar cuál de los tratamientos, en evaluación, producen el mejor rendimiento en el cultivo de ajonjolí, se aplicó la prueba estadística de comparación de medias de Tukey. Todo el análisis se realizó con un nivel de significancia estadística (alfa)  $\alpha$  del 5 % = 0.05 y mediante la utilización del programa estadístico SPSS® 24.

## Metodología económica

Se realizó un presupuesto parcial en donde se incluyeron los insumos y la mano de obra que se requirió para un área de 28 m<sup>2</sup>, una manzana (7,000 m<sup>2</sup>) y una hectárea (10,000 m<sup>2</sup>), al final se realizó la sumatoria de cada elemento para cada proyección y se obtuvo un subtotal que se restó a los ingresos, para obtener el ingreso neto por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis estadístico

#### Altura de las plantas

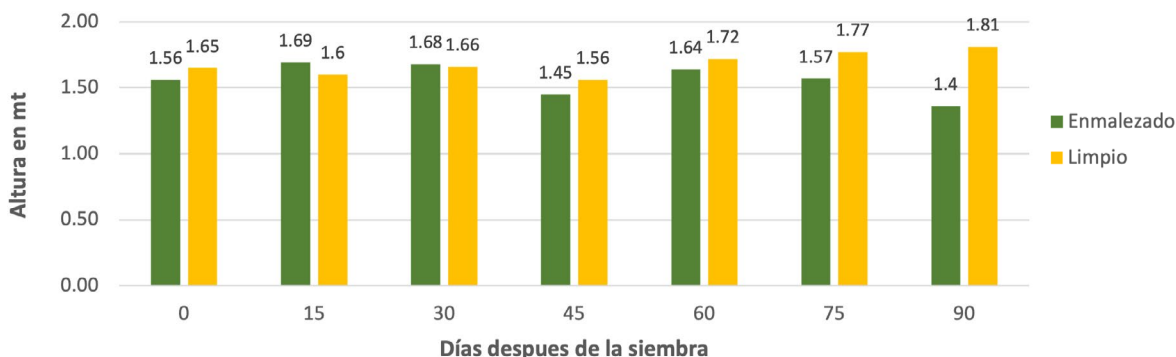
Al realizar el análisis de varianza de la variable «altura de plantas» no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los muestreos, sin embargo, al revisar los promedios de cada tratamiento hay una tendencia en la que se determinó que la mayor altura de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 14 (limpio hasta los 90 días) con una altura de 1.81 m, seguido

por los tratamientos 13 (limpio hasta los 75 días) con una altura 1.77 m y el tratamiento 12 (limpio hasta 60 los días) con una altura de 1.72 m. La menor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 7 (enmalezado 90 días) con una altura de 1.40 m (Figura 1).

El tratamiento 7 (enmalezado hasta los 90 dds) que presentó los valores más bajos estuvo influenciado durante todo el ciclo del cultivo por *Cyperus rotundus* L. (coyolillo) y *Digitaria sanguinalis* (zacate pangola) desde la emergencia hasta la cosecha, provocando competencia por nutrientes y luz, lo que generó deficiencias en el desarrollo fisiológico (elongación de tallo).

Estos resultados se sustentan con la investigación de Ijlal *et al.*, (2011) citado por Aref, *et al.*, 2013 en la investigación *Estimación del Periodo Crítico para el Control de Malezas en Ajonjolí* concluyen que después de la tercera semana (21 días después de la siembra) de germinación, se disminuyó el crecimiento de las plantas de ajonjolí y también menciona que después de la sexta semana (70 días después de la siembra) se notó una disminución significativa del rendimiento en el cultivo.

**Figura 1.**  
Altura de las plantas de ajonjolí.



#### Diámetro del tallo basal

El mayor diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 10 (limpio hasta los 30 días) con 22.80 mm, seguido por el tratamiento 12 (limpio hasta los 60 días) con 22.26 mm, el tratamiento 3 (enmalezado hasta los 30 días) con 22.16 mm y el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con 21.26 mm; mientras que el tratamiento que obtuvo los resultados más bajos fue el tratamiento 7 con (enmalezado 90 días) con 14.20 mm (Figura 2).

De acuerdo al análisis de varianza, se determinaron diferencias no significativas entre los tratamientos a los 30 y 75 dds; mientras que a los 45 y los 60 días limpios después de la siembra si presentó diferencias significativas. La no significancia estadística encontrada a los 30 dds, se debe a que el cultivo de ajonjolí tiene un crecimiento lento

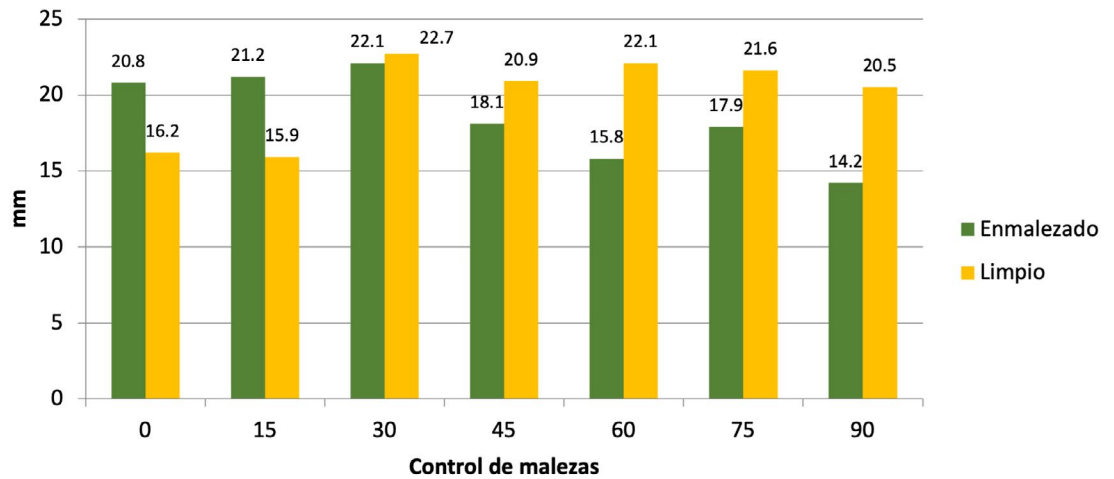
en los primeros 30 días de su establecimiento (Aref WM *et al.*, 2013), es por esto que los tratamientos en esta etapa no muestran efecto ante esta variable.

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables altura de las plantas (cm) y diámetro del tallo (mm) con un coeficiente de correlación  $R = 0.60$ .

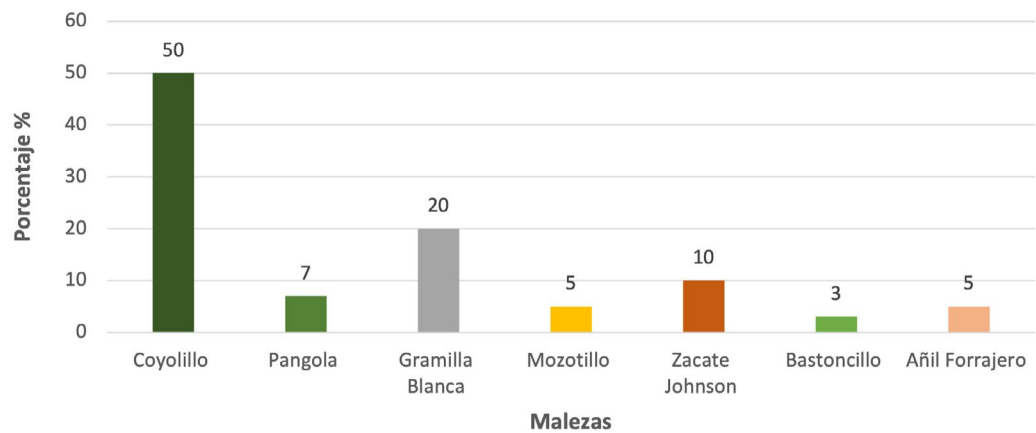
#### Presencia de maleza en el cultivo de ajonjolí.

De acuerdo a lo obtenido en campo, la mayor cantidad de especies de malezas que se presentaron a lo largo de todo el ciclo del cultivo se puede observar al Coyolillo (*Cyperus rotundus*) con 50 %, seguido de gramilla blanca (*Paspalum distichum*) con 20 %, seguido del zacate johnson (*Sorghum halepense*) con 10 % y en menor porcentaje bastoncillo (*Eclipta prostrata*) con 3 % (Figura 3).

**Figura 2.**  
Diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí.



**Figura 3.**  
Porcentaje de maleza en cultivo de ajonjolí.



Según los resultados, en el porcentaje de maleza presentada en campo la maleza tiene influencia directa en la competencia de nutrientes del suelo con el cultivo en estudio.

De acuerdo a Duary y Hazra (2013), las gramíneas tienen más influencia en el cultivo de ajonjolí a los 60 días después de la siembra, mientras que dentro de nuestra investigación la que obtuvo mayor incidencia en el cultivo fue *Cyperus rotundus* (familia Cyperaceas), en segundo lugar, se presentó una maleza perteneciente a la categoría de gramíneas conocida como gramilla blanca (*Paspalum distichum*).

**Rendimiento de semillas**

Al realizar el análisis de varianza de variable rendimiento en peso de semillas de ajonjolí por cada tratamiento se encontraron diferencias estadísticas significativas. El mayor rendimiento en peso, se obtuvo con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 días) con un promedio de 0.2118

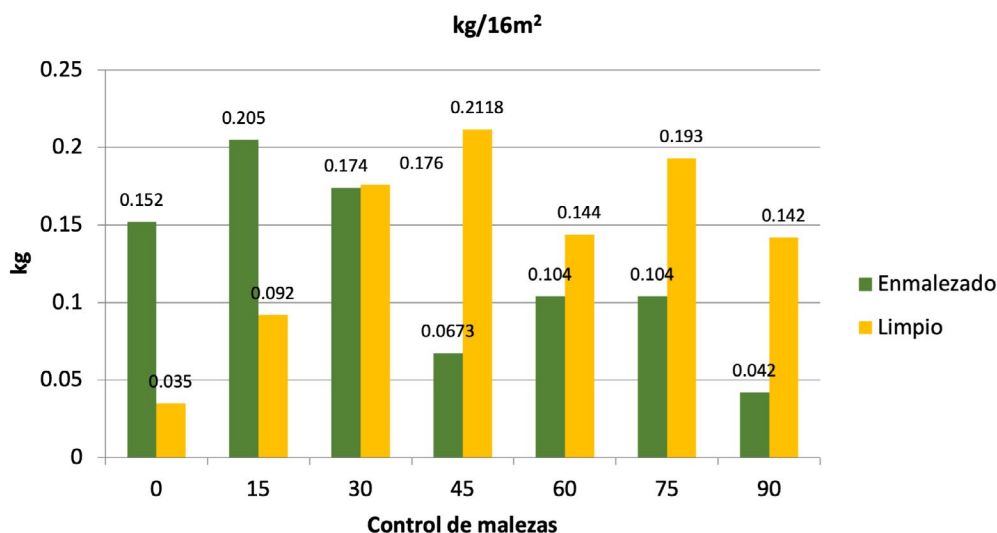
kg/16m<sup>2</sup> seguido por el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con 0.205 kg/16 m<sup>2</sup>; y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 días) con un promedio de 0.193 kg/16 m<sup>2</sup>. Mientras que los tratamientos enmalezados obtuvieron los resultados más bajos, tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) con 0.035 kg/ m<sup>2</sup> y el tratamiento 7 (enmalezado hasta los 90 días) 0.092 kg/ m<sup>2</sup> (Figura 4).

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables «rendimiento» y el «diámetro del tallo basal» con un coeficiente de correlación R = 0.93.

**Rendimiento en kilogramos por hectárea**

El mayor rendimiento del ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 dds), con un promedio de 2110 kg/ha. Seguido por el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 dds) con un valor de 2050 kg/ha y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 dds) con un promedio de 1930 kg/ha y con menor rendimiento fue tratamiento

**Figura 4.**  
Rendimiento promedio en peso de semillas de ajonjolí.

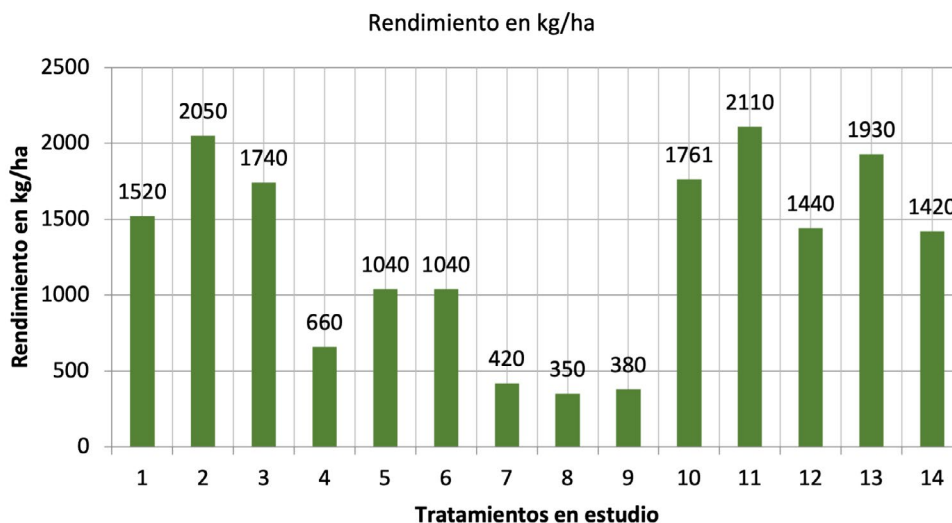


8 (limpio hasta los 0 días) con un promedio de 350kg/ha (Figura 5).

De acuerdo a los resultados de Duary y Hazra (2013), los tratamientos que obtuvieron mayor producción de cápsulas por planta y mayor producción de semillas por planta fueron los tratamientos que estuvieron sin maleza

los primeros 30 dds del cultivo, y los tratamientos que obtuvieron los resultados más bajos en la producción de cápsulas por planta fueron los tratamientos enmalezados, lo que demuestra que el control de malezas en el cultivo afecta directamente a la producción y rendimiento del cultivo.

**Figura 5.**  
Proyección de la producción de ajonjolí en kg/ha



Estos resultados demuestran que los tratamientos que se mantuvieron limpios desde el día de la siembra hasta pasados los días del periodo crítico 30 a 45 dds, presentan los mejores resultados en la variable rendimiento de semilla de ajonjolí en kilogramos por hectárea. Los valores del diámetro de tallo y la altura están relacionados proporcionalmente al rendimiento del cultivo. Esto debido a que una planta con un buen diámetro de tallo basal tiene el fuste adecuado para sostener una planta más alta y con

un mayor número de ramas que podrán soportar un mayor número de cápsulas en la planta (Ahmed *et al.* 2014).

#### Periodo crítico del cultivo de ajonjolí.

En esta investigación, se consideró el periodo crítico como el periodo de tiempo que un cultivo debe permanecer libre de competencia de malezas para alcanzar rendimientos

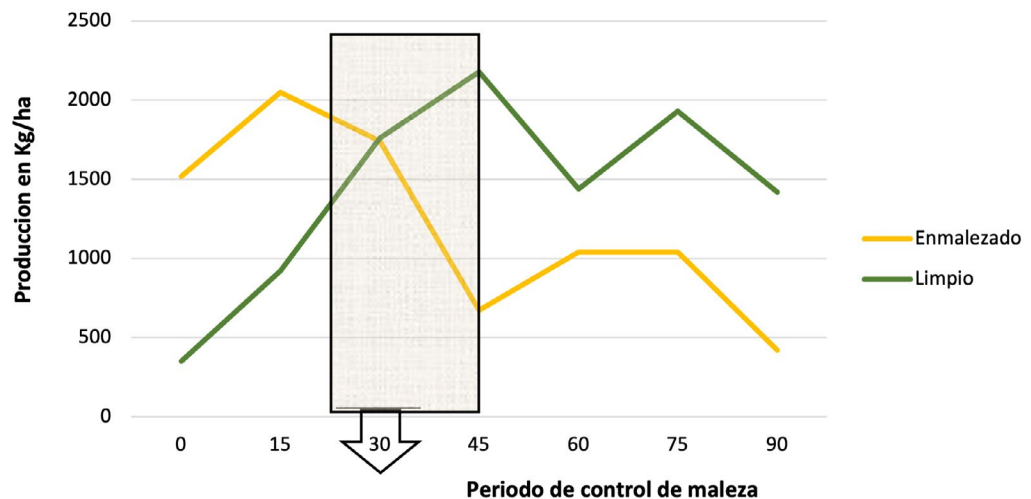
que no difieren significativamente de aquellos obtenidos cuando el cultivo recibe control de malezas por largos periodos de tiempo; por lo tanto, el periodo crítico se encuentra entre los 20 y 45 dds, tiempo durante el cultivo debe de mantenerse con la maleza controlada. (Figura 6).

Se determinó que el rendimiento más bajo se debe al efecto de interferencia que se dio entre las malezas y el cultivo. Las malezas y el cultivo requieren básicamente

de los mismos elementos de la naturaleza para su crecimiento: luz, agua y nutrientes del suelo. De acuerdo a la investigación de Duary y Hazra (2013), se obtuvo una condición libre de maleza entre 15 y 45 dds en un aumento significativo en el rendimiento de sésamo (ajonjolí), mientras que el rendimiento mínimo se registró cuando se permitió que las malezas crecieran durante este periodo. Así, se observó que el período crítico de competencia de malezas en ajonjolí fue entre 15-45.

**Figura 6.**

Periodo crítico de malezas en ajonjolí.



### Costos beneficios de la producción del cultivo de ajonjolí.

Al realizar la evaluación de la producción y transpolar a los valores de las diferentes áreas de establecimiento, se obtuvo que el tratamiento con los mejores resultados en la variable «rendimiento en kg/ha» fue el tratamiento 11 (limpio hasta los 60 dds) con ingresos netos de USD 921 en un área de una hectárea, mientras que los resultados más bajos fue el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 dds) que fue el tratamiento que pasó enmalezado todo el ciclo del cultivo con ingreso neto negativo debido al bajo rendimiento.

### CONCLUSIONES

Los mejores resultados en altura de planta de ajonjolí se obtuvieron con el tratamiento 14 (limpio hasta los 90 días después de la siembra (dds)).

Para la variable diámetro basal de tallo, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el tratamiento 10 (limpio hasta los 30 dds), debido a que se hizo manejo contra maleza durante la etapa de periodo crítico.

Los tratamientos que se limpiaron después de los 45 días después de la siembra (dds), presentaron significancia debido a que sobrepasan los días de periodo crítico del

cultivo, lo que afecta directamente el desarrollo del cultivo específicamente en el diámetro del tallo basal.

La presencia de malezas en el cultivo de ajonjolí estuvo dominada por el coyolillo (*Cyperus rotundus*) de la familia de las Ciperáceas, así como de la gramilla blanca (*Paspalum distichum*).

El tratamiento 11 (limpio hasta los 45 dds), presentó los mejores rendimientos en kilogramos por hectárea del cultivo de ajonjolí y los más bajos en rendimiento en el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 dds).

El periodo crítico de competencia (PCC) de malezas en el cultivo de ajonjolí, está entre los 20 y 45 días después de la siembra (dds).

Con el tratamiento 12 (limpio hasta los 60 dds) se obtuvo el mayor rendimiento promedio de semilla de ajonjolí (2,110 kg/ha), con un ingreso de USD 921.00 por hectárea.

### BIBLIOGRAFÍA

Aref WM, Abd Raheem HM, Anaam H, Fakkar A. 2013. Estimación del periodo crítico para el control de malezas en ajonjolí. (En línea). Giza, Egipto. Consultado el 5 de julio del 2022. Disponible en

423\_J\_862 (1).pdf

- Ahmed M, Khaled A, Abou-zied, Mansour K. 2014. Productividad del sésamo influenciada por la competencia de malezas y determinación del periodo crítico de control de maleza. (En línea). Facultad de agricultura ambiental y del desierto. Fuka, Rama Matrouh. Consultado el 5 de junio del 2022. Disponible 2013\_45\_Issue-4\_253-256 (1).pdf
- Cervantes Solórzano, MA. 2012. Evaluación de los niveles de proteína y aceite en la semilla de ajonjolí (*Sesamun indicum*) nacional de los cultivares criollos (r-198, estándar y trébol), en su estado natural. Mazatenango, Suchitepequez, Guatemala. Consultado 8 ene 2020. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22\\_0176.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0176.pdf)
- Cruz Vela, N. 2003. Estudio de periodos sin control y con control de malezas y determinación del periodo crítico de competencia de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) (En línea). Tesis Ing. Agr. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible <https://repositorio.una.edu.ni/773/>
- Duary B, Hazra D. 2013. Revista india de ciencia de la maleza, Determinación del periodo crítico de competencia cultivo-maleza en ajonjolí. (En línea). India. Consultado el 5 de julio del 2022. Disponible en 2013\_45\_Issue-4\_253-256 (1).pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s.f Recomendaciones para el manejo de malezas (en línea). Consultado el 8 de sep 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>
- Labrada, R; Parker, C. s.f. El control de malezas en el contexto de manejo integrado de plagas (en línea). Consultado el 05 de octubre de 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/t1147s05.htm?fbclid=IwAR-1t48arll2UerLu5h0d1zSZ80prjkTNJsBF73boYst-vRQV2JKxFnFqXnKU#control%20qu%C3%ADmico%20de%20malezas>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos de 45 cultivos de Costa Rica: Ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) (en línea). San José, Costa Rica. Consultado el 25 de feb. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658ajonjoli.pdf>
- Vaca Moran, F; Vázquez Galán, J; Vázquez Granada, V; Vázquez Guillen, J. 2001. Manual de Manejo el cultivo del Ajonjolí (en línea). Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”. Honduras. Consultado el 25 de feb. 2021. Disponible en 45 [https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904\\_0325%20ajonjoli.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf)

Artículo científico

## Efecto del ácido acético sobre la microbiota intestinal (*Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp.) y parámetros zootécnicos en pollos de engorde

**Bonilla-De la O, C.V.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Hernández-De Benítez, R.G.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Navas-Guardado, V.G.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Alvarado-Panameño, J.F.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Oviedo-Zelaya, R.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**RESUMEN**

En los pollos de engorde es importante que los nutrientes se procesen de forma eficaz. El objetivo de esta investigación fue evaluar la dosis de ácido acético con pH 5 y pH 6 para ver el comportamiento en microbiota intestinal y así mejorar el rendimiento de los parámetros zootécnicos. El estudio se realizó en la Finca Aguachilla, en el municipio de San Marcos, departamento de San Salvador, entre los meses de enero y agosto del 2021. Se utilizaron 99 pollos de engorde de la línea Hubbard® de un día de nacidos, el ácido acético se adicionó, en el agua de bebida, en dos periodos: el primero del día 15 al 24, el segundo periodo del día 32 al 42. El modelo estadístico utilizado fue completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones constituidas por once unidades experimentales cada una; para la metodología de laboratorio, se utilizó muestra de contenido intestinal, se realizaron dos muestreos, las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, dando como resultado un control de las unidades formadoras de colonias de *E. coli* y un aumento en las unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus* spp. en los tratamientos con ácido acético. La conclusión principal fue que la adición de ácido acético en el agua de beber de pollos de engorde, mejoró el entorno de la microbiota intestinal y favoreció el crecimiento de bacterias ácido lácticas, lo cual se reflejó en los parámetros zootécnicos, obteniendo mejor ganancia de peso a la sexta semana pH 6 con promedio de 2,921.67 g ( $P>0.05$ ) y la conversión alimenticia con pH 5 dio un valor de 1.65 ( $P>0.05$ ).

**ABSTRACT**

In broilers it is important that nutrients are processed efficiently; The objective of this research was to evaluate the dose of acetic acid with pH 5 and pH 6 to see the behavior in the intestinal microbiota and improve the performance of zootechnical parameters. It was carried out on the Aguachilla farm, Municipality of San Marcos, Department of San Salvador, between the months of January and August 2021. 99 day-old line broilers Hubbard® were used, the acid Acetic acid was added to the drinking water in two periods; the first from day 15 to 24, the second period from day 32 to 42. The statistical model used was completely random, with three treatments and three repetitions, consisting of eleven experimental units each. For the laboratory methodology, a sample of intestinal content was used, carrying out two samplings, the samples were processed and analyzed in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, resulting in a control of the colony-forming units of *E. coli* and an increase in the colony-forming units of *Lactobacillus* spp. in the treatments with acetic acid. The main conclusion was: the addition of acetic acid in the drinking water of broilers improved the environment of the intestinal microbiota; favoring the growth of lactic acid bacteria, which was reflected in the zootechnical parameters, obtaining better weight gain at the sixth week pH 6 with an average of 2,921.67 g ( $P>0.05$ ) and feed conversion with pH 5 gave a value of 1.65 ( $P>0.05$ ).

**Keywords:** Acetic Acid, Lactic Acid Bacteria, *Escherichia Coli*, Broilers.

 **ACCESO ABIERTO**

Título en inglés:

Effect of acetic acid on the intestinal microbiota (*Escherichia coli* and *Lactobacillus* spp.) and zootenic parameters in broiler chickens

Correspondencia:

francisco.panameno@ues.edu.sv

Presentado:

23 de marzo de 2023

Aceptado:

30 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

**Palabras clave:** ácido acético, bacterias ácido lácticas, *Escherichia Coli*, pollos de engorde.

## INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas, esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, sanidad, manejo y nutrición (Chávez, *et al.* 2016).

En los sistemas de producción tradicionales con alta densidad por unidad de superficie y deficiencias higiénicas sanitarias, podrían enfrentarse a distintos desafíos de orden gastrointestinal, lo que puede generar problemas en la unidad productiva, y aumentar la inversión en la prevención de enfermedades diarreicas. Para evitar este problema, a nivel mundial a lo largo de los años, se han utilizado los antibióticos como promotores de crecimiento (APC), los cuales mejoran la tasa de crecimiento, la salud y el bienestar de los animales (Chávez, 2014).

Existen alternativas orgánicas al uso de antibióticos para la prevención de estas enfermedades, entre las cuales se encuentran los probióticos y sustancias acidificantes. Estas alternativas surgen ante las necesidades de reducir el uso indiscriminado de antibióticos en la dieta animal (Anon, 1999); (Van Kol 1998).

El uso de ácidos orgánicos, en el agua de beber de las aves, puede destruir o reducir cualquier patógeno vegetativo en el agua misma, e incluso continuar trabajando a nivel del tracto digestivo de los animales, evitando así la excreción y recontaminación de enterobacterias (López 2020).

Los enfoques más comunes para mejorar la microbiota intestinal incluyen: ácidos orgánicos (ácido acético), cuya función es acidificar intestinos, creando condiciones adecuadas para el desarrollo de una microbiota benéfica y mejorar el medio intestinal del hospedador, similar a los antibióticos promotores de crecimiento (Barnes *et al.* 1972).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación estuvo orientado a evaluar dosis de ácido acético con pH 5 y pH 6 para ver el comportamiento en la microbiota intestinal y mejorar el rendimiento de los parámetros zootécnicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación, duración y unidades experimentales

El estudio se desarrolló en un periodo de 8 meses (enero-agosto 2021). Se utilizaron 99 pollos de engorde, de la línea Hubbard®, de un día de nacidos, los cuales fueron distribuidos en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, 33 pollos por tratamiento, 11 por repetición, todos fueron alimentados con concentrado comercial, de acuerdo a la edad cronológica de los mismos, utilizando concentrado de inicio (23 % PC), desde el día 1 hasta el día 21, y luego concentrado finalizador (19 % PC), considerando tres

días de transición para el cambio de las formulaciones entre concentrado de inicio y concentrado finalizador. Se adicionó 3 ml de ácido acético por litro de agua para llegar a un pH 6 y 6 ml de ácido acético en un litro de agua para un pH 5, se utilizó un vinagre (concentración de 5 %), los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre.

### Metodología de campo

La investigación se realizó en Finca Aguachilla, ubicada en el municipio de San Marcos, departamento de San Salvador a 755,0 m s. n. m., con coordenadas geográficas (Latitud: 13.6667, Longitud: -89.1833, 13° 40' 0" Norte, 89° 10' 60" Oeste). El promedio de temperatura diario es de 25.9 °C, siendo su temperatura máxima en la época seca de 29.9 °C y su temperatura mínima de 24.9 °C. A su llegada, los pollos fueron pesados con una balanza digital, tomando el peso individual de una muestra representativa, para determinar el adecuado peso a su edad (no menores a los 40 g) y calcular el porcentaje de uniformidad (no menor al 80 %). El consumo diario de alimento se obtuvo, al siguiente día, luego de pesar lo ofrecido de la ración diaria (g) menos el rechazo (g). Se llevó un registro del consumo de agua de bebida, utilizando como referencias las tablas de consumo, ya que fue de vital importancia para el experimento, pues la adición del ácido acético en diferentes dosis es importante para llegar a pH 5 y pH 6. Se evaluaron 3 grupos (T0= testigo, T1=pH 5 ácido acético 6 ml x 1 litro de agua T2= pH 6 ácido acético 3 ml x 1 litro de agua), con 3 repeticiones y 11 unidades experimentales por cada grupo, ubicados en una galera con tres divisiones de madera y cada una de estas se dividió en tres: (1 m de ancho, 1 m de largo y 0.5 m de alto), donde se alojaron 11 pollos. Se alimentaron con concentrado de inicio los primeros 21 días, y el concentrado final desde el día 22 al 42. Así mismo se adicionó ácido acético en el agua de beber en dos periodos; el primero, inició a los 15 días y finalizó a los 24, el segundo, inició a los 32 días y finalizó a los 42, se adicionaron 3 ml de ácido acético por litro de agua para llegar a un pH 6, y 6 ml de ácido acético en un litro de agua para llegar a un pH 5 para este proceso se usó un vinagre comercial, los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre.

### Sacrificio y obtención de intestinos

Antes de realizar la necropsia, los pollos fueron examinados considerando el sexo y condiciones generales, luego se inspeccionaron los orificios naturales, buscando exudados, signos de diarreas, cambio de color o lesiones en las mucosas. El sacrificio se realizó mediante corte de yugular y sangrado, seguidamente se realizó la necropsia, en un primer periodo, a los 10 días de edad, dos machos dos hembras; y un muestreo final al día 42, con 3 pollos por tratamiento, con un total de 9 pollos.

**Metodología de laboratorio**

Se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; se basó en la identificación y cuantificación de las bacterias en estudio, apoyándose en la técnica descrita por Benavides, 2007. Análisis para *Lactobacillus* muestreo uno el día 10 y muestreo dos, el día 42 de vida de los pollos, se pesó un gramo de contenido intestinal y se le agregaron 9 ml de agua peptonada al 0.1 %, para obtener la primera dilución 10, este proceso se realizó en cada una de las muestras, realizándose diluciones seriadas de 10 en 1, 10 en 2, 10 en 3, 10 en 4, 10 en 5 y 10 en 6. De la dilución 10 en 2, se tomó 1 ml para inocular en placa petrifilm de bacterias ácido lácticas. Se prepararon en duplicado, se incubaron de 24 a 48 horas en incubadora a 37 °C y se procedió al conteo de bacterias.

**Análisis estadístico**

Se utilizó estadística descriptiva, análisis de variancia (ANOVA) y representación gráfica de la información, mediante el programa estadístico SPSS versión 25, Infostat 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel®, utilizando el diseño completamente al azar (DCA), con una probabilidad estadística del 5 %. Se registraron las variables dependientes: ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, uniformidad, índice conversión alimenticia, y conteo bacteriano.

**Análisis socioeconómico**

La relación beneficio-costos se analizó para todos los tratamientos en estudio, por lo tanto, se procedió a hacer análisis económico mediante la relación beneficio-costos.

El costo-beneficio, también es conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales.

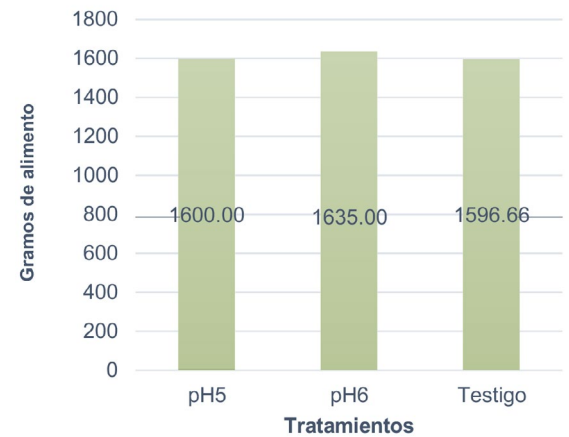
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Consumo diario de alimento por semana (g)**

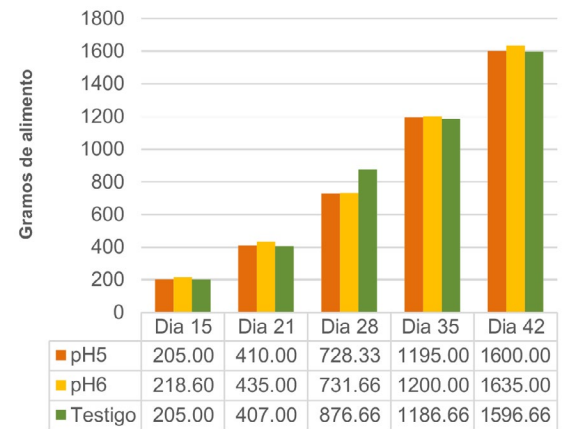
El consumo de alimento fue similar para los tratamientos de este estudio, y mostraron una diferencia a partir de la tercera semana; el tratamiento dos (pH 6), es el que mostró mayor consumo de alimento, con un valor promedio final de 1.635 g, a los 42 días de vida de los pollos (Figura 1). Las dosis de ácido acético con pH 5, pH 6, y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ); sin embargo, al analizar las medias de los tratamientos, la dosis de ácido acético con pH 6, presentó diferencias en el consumo acumulado de alimento con un valor de 1.635 g (Figura 2). Estos resultados

probablemente se debieron a la acción que el ácido acético ejerce en el tracto digestivo, ya que estimula el consumo de agua, mejora el metabolismo de los nutrientes, y crea un ambiente favorable para bacterias benéficas, dando como resultado un mejor consumo de alimento. En concordancia con Jarrin (2021) y Vaca (2017) que evaluaron la inclusión de ácido acético en el agua de bebida dando como resultado que no existió, significancia estadística entre los tratamientos, pero sí una diferencia en los promedios de esta variable, siendo el pH 3.8 tratamiento 2 el que obtuvo mejor consumo de alimento.

**Figura 1.** Consumo acumulado día 42 ( $P > 0.05$ ).



**Figura 2.** Consumo acumulado de alimento por semana.

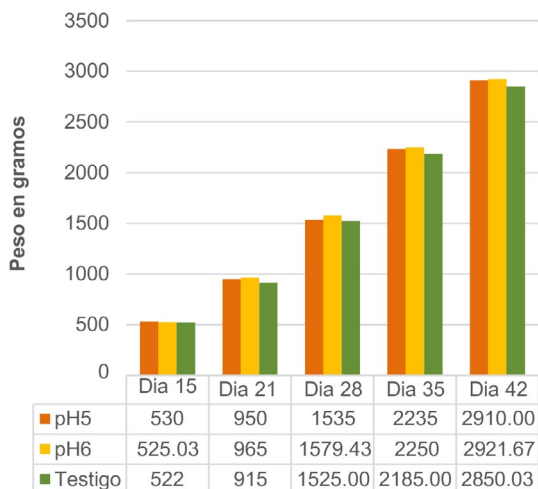


**Ganancia de peso vivo (g)**

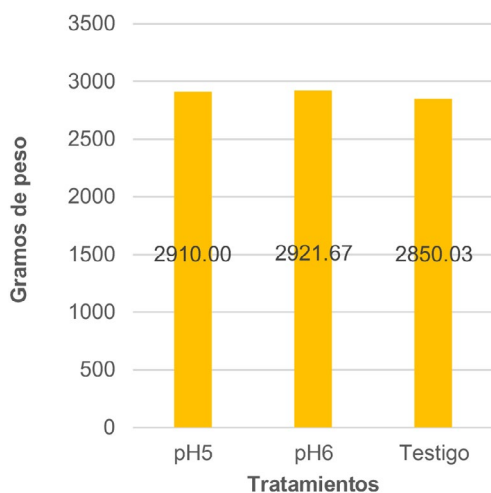
La ganancia de peso vivo (GDP) a partir de la tercera semana mostró diferencias: el tratamiento dos (pH 6) obtuvo mayores niveles de ganancia, con un peso promedio final de 2,921.67g al día 42 de vida de los pollos (Figura 3), mientras las dosis de ácidoacético con pH 5 y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (Figura 4). Contrastando con los resultados obtenidos por

Lituma (2017) en el que el mejor promedio de ganancia de peso vivo fue el tratamiento T2 con un pH 5.5; mientras que con Vaca (2017), no obtuvieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $P>0.05$ ), sin embargo, al evaluar numéricamente el T2 fue quien obtuvo el mejor resultado con un pH 3.5.

**Figura 3.**  
Ganancia de peso vivo por semana.



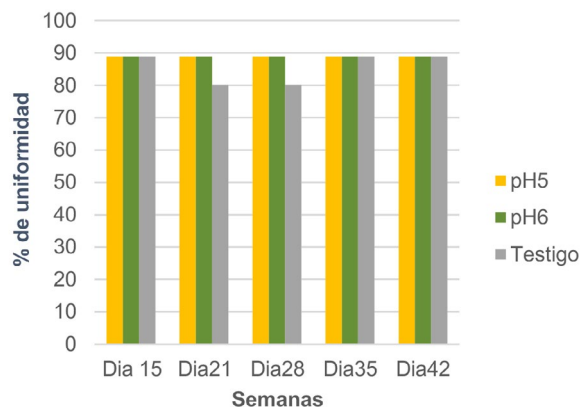
**Figura 4.**  
Ganancia de peso vivo día 42 ( $P>0.05$ ).



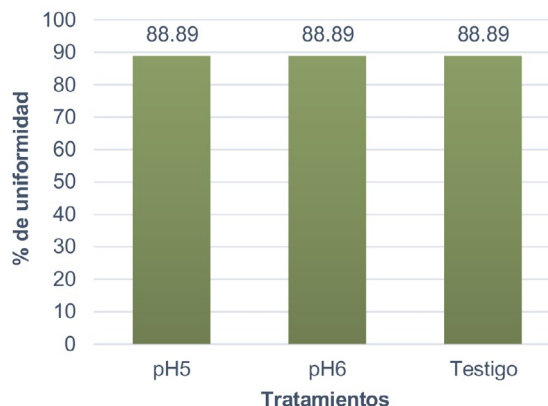
### Uniformidad semanal (%)

La uniformidad fue similar para los tratamientos en estudio (Figura 5), los tratamientos con dosis de ácido acético con pH 5, pH 6 y testigo, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) (Figura 6), en concordancia con García (2005), que detalla que no existe diferencia significativa entre ambos grupos. No hay evidencia que el tratamiento afecte el comportamiento de dicho parámetro.

**Figura 5.**  
Uniformidad por semana



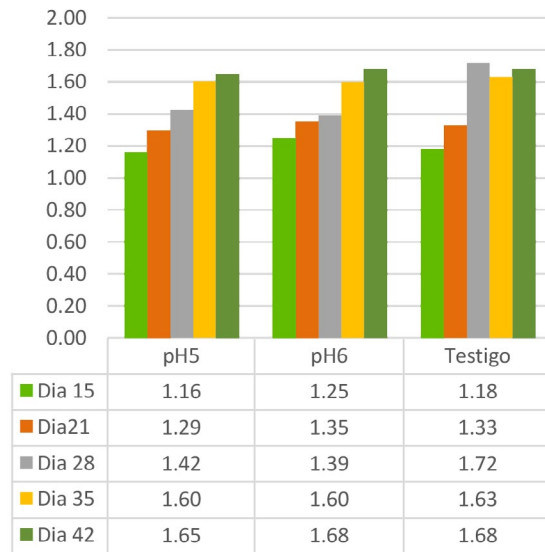
**Figura 6.**  
Uniformidad por tratamiento



### Índice de conversión alimenticia (ICA)

Los resultados de esta variable fueron similares para los tratamientos en estudio, siendo el tratamiento uno (pH 5) que mostró mayor conversión alimenticia de 1.65 (Figura 7) mientras las dosis de ácido acético con pH 5, pH 6 y testigo, no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ). Obando (2018), indica que el uso de ácidos orgánicos posee una influencia positiva, ya que tienen una actividad antimicrobiana, puesto que si existe una disminución de microorganismos patógenos hay una disponibilidad de energía y nutrientes dietéticos lo cual favorece en su crecimiento y su conversión alimenticia. Sin embargo, al analizar las medias de dosis de ácido acético con (pH 5) presentó diferencias en conversión alimenticia con un valor de 1.65 (Figura 8). En contraste con Carvajal (2020) quien en su investigación evaluó dos diferentes dosis de un acidificante en pollos Broiler, encontrándose que el Tratamiento 2 con pH 6.5 mejoró notablemente en la conversión alimenticia.

**Figura 7.**  
Conversión alimenticia(ICA) semana



**Figura 8.**  
Conversión alimenticia (ICA) día 42 ( $P > 0.05$ )

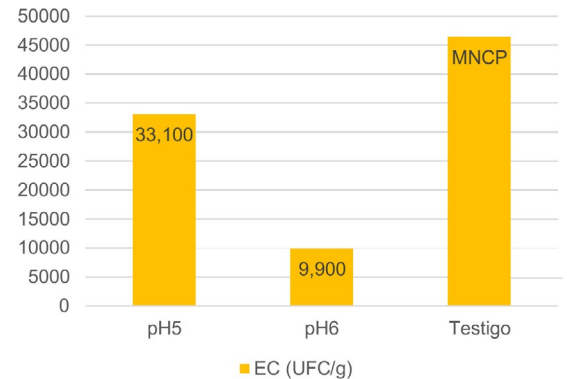


**Población de *Escherichia Coli* (UFC/g)**

Al inicio de la investigación, el 50 % de las muestras presentaron poblaciones de *E. Coli* en un rango de 950,000 a 2,350,000 (UFC/g), y el resto (50 %) presentó cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC), en los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5), presentó población de *E. Coli* con un valor promedio de 33,100 (UFC/g), seguido por el tratamiento con pH 6 el cual presentó 9,900 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC) (UFC/g). No se realizaron análisis estadísticos porque no todos los valores eran cuantificables UFC/g (MNPC) (Figura 9). Los resultados sugirieron que la bacteria *E. coli* es sensible a pH bajos; lo que demuestra que la adición de ácido acético, en el agua de bebida, es el principal responsable de la inhibición del

crecimiento de las bacterias, estos resultados coinciden con otros estudios de Obando 2018, en donde obtuvieron disminución de *E. coli* en tratamiento dos pH 3.5 a nivel del contenido duodenal y Miskiyah *et al.* (2016), indican que el vinagre es efectivo al momento de inhibir el crecimiento de *E. coli*.

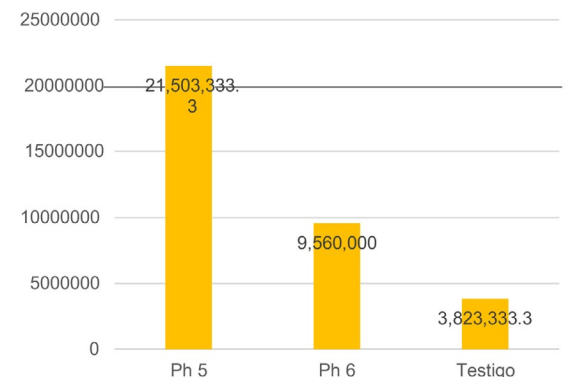
**Figura 9.**  
Efecto de las dosis de ácido acético en la población de *Escherichia Coli* (UFC/g) día 42.



**Población de *Lactobacillus* spp. (UFC/g)**

El 50 % de las muestras, al inicio de la investigación, presentaron poblaciones de *Lactobacillus* en un rango de 2,650,000 a 10,510,000 (UFC/g) y el resto (50 %) presentó cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC); mientras que en los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5) presentó la población de *Lactobacillus* spp., con un valor promedio de 21,503,333 (UFC/g), seguido por el tratamiento con (pH 6), el cual presentó 9,560,000 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró una población con 3,823,333 (UFC/g) (Figura 10). Estos resultados son similares a los encontrados por Jin *et al.*, 1998, con mayor cantidad de cepas de *Lactobacillus* a pH ácidos pH 4 y pH5.

**Figura 10.**  
Efecto de ácido acético en la población de *Lactobacillus* spp. (UFC/g) día 42.



## Análisis económico

El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue el T2 (con adición de ácido acético con pH6) con USD 1.40, seguido por el T1 pH 5 con USD 1.37, el T0 con USD 1.37. Para obtener estos datos se realizó la suma de los costos fijos (Tabla 1) y los costos variables (Tabla 2); y para obtener el costo beneficio, se multiplicó el total de pollos

por tratamiento, por el peso en canal, por el costo por libra de carne de pollo; y para obtener el costo beneficio se dividió el total del egreso entre los ingresos de los pollos. Esto quiere decir que por cada dólar invertido para el T0 y T1, se obtuvieron unas ganancias de USD 0.37 centavos y para el T2 pH 6 se obtuvo una ganancia de USD 0.40 (Tabla 3).

**Tabla 1.**  
Costos fijos (USD)

| Materiales         | Cantidad | Precio USD | Total USD     |
|--------------------|----------|------------|---------------|
| Galera             |          |            | 50.00         |
| Cubetas            | 3        | 4.00       | 12.00         |
| Pollos             | 100      | 0.80       | 80.00         |
| Comederos          | 9        | 5.00       | 45.00         |
| Bebedores Niple    | 9        | 3.60       | 32.40         |
| Focos térmicos     | 2        | 1.00       | 2.00          |
| Granza             | 6        | 2.50       | 15.00         |
| Manguera           | 3        | 1.10       | 3.30          |
| Balanza            | 1        | 25.00      | 25.00         |
| <b>Costo total</b> |          |            | <b>264.70</b> |

**Tabla 2.**  
Costos variables.

| COSTOS VARIABLES                 |           |          |                   |              |               |               |
|----------------------------------|-----------|----------|-------------------|--------------|---------------|---------------|
| PRODUCTOS                        | UNIDAD    | CANTIDAD | PRECIO UNIDAD USD | T0 USD       | T1 pH 5 USD   | T2 pH 6 USD   |
|                                  |           | 158.20   | 0.704             | 111.40       |               |               |
| CONCENTRADO                      | Kilogramo | 158.60   | 0.704             |              | 111.64        |               |
|                                  |           | 162.05   | 0.704             |              |               | 114.08        |
| VACUNA                           | Frasco    | 2        | 4.00              | 8.00         | 8.00          | 8.00          |
| ELECTROLITOS Y MINERALES         | Sobre     | 1        | 3.00              | 3.00         | 3.00          | 3.00          |
| AGUA                             | ml        | 100      | 3.00              | 3.00         | 3.00          | 3.00          |
|                                  |           | 0        |                   | 0.00         |               |               |
| ACIDO ACETICO                    | L         | 0.523    | 0.86              |              | 0.45          |               |
|                                  |           | 1.02     |                   |              |               | 0.88          |
| <b>TOTAL DE COSTOS VARIABLES</b> |           |          |                   | <b>125.4</b> | <b>126.09</b> | <b>128.96</b> |

**Tabla 3.**  
Costo beneficio 33 pollos por tratamiento.

| Tratamiento | Pollos | Kg en canal | Precio kg | Total USD | Costo benéfico USD |
|-------------|--------|-------------|-----------|-----------|--------------------|
| To          | 31     | 2.63        | 3.52      | 286.98    | 1.37               |
| T1 pH5      | 31     | 2.65        | 3.52      | 289.16    | 1.37               |
| T2 pH6      | 31     | 2.60        | 3.52      | 283.71    | 1.40               |

## CONCLUSIONES

La adición de ácido acético al agua de bebida de los pollos de engorde, demuestra tener efectos positivos sobre los parámetros zootécnicos: ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, uniformidad de la parvada y pesos finales.

El ácido acético, demostró tener efectos favorables sobre el crecimiento de bacterias *Lactobacillus* spp.

Económicamente la adición de ácido acético con pH 6, demostró tener mejor relación beneficio-costos reflejado en un aumento del rendimiento económico para los productores y en la disminución de antibióticos en el producto de consumo final.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anon, R. 1999 complete range of acidifiers. International pig. (en línea). Topics:27. Consultado el 18 de oct. 2019. Disponible en: [http://www.adiveter.com/ftp\\_public/A2270309.pdf](http://www.adiveter.com/ftp_public/A2270309.pdf)
- Barnes, E.M; Mead, GC; Barnum, DA; Harry, EG. 1972. The intestinal flora of the chicken in the period 2 to 6 weeks of age, with particular reference to the anaerobic bacteria. British poultry science, (en línea). 13 (3), 311-326. Consultado el 6 de sept. 2020. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071667208415953>
- Benavides, H. 2007. Propuesta de guía de aplicación de técnicas de microbiología general. (en línea). Licenciatura en química y farmacia. Universidad de El Salvador. El Salvador. Consultado el 3 de febrero 2021. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4768/>
- Chávez, L. 2014. Evaluación de cepas probióticas (*L. acidophilus*, *L. casei* y *E. faecium*) como inmunomoduladores nutricionales en pollos de engorde. Master en Ciencias Agrarias. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 19 de agosto 2020. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54593>
- Chávez, LA; López, A; Parra; J. E. 2016. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. P 51-52. Consultado el 6 de mayo 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49544737008.pdf>
- Carvajal, J. 2020. Evaluación del efecto de dos dosis de un acidificante en pollos broiler, valorando parámetros zootécnicos y carga de patógenos intestinales (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*), en San Juan de Minas. (en línea) Universidad de las Américas. Consultado 02 jul. 2020. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12023/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-17.pdf>
- García, O. 2005. Efecto de la exclusión competitiva sobre los parámetros productivos en pollo de engorde de una granja avícola tecnificada de la región central de Guatemala. octubre, 2005. (en línea) Consultado en 02 de oct. 2021. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5387/1/Tesis%20Med.%20Vet%20mar%20Garc%C3%ADa.pdf>
- Jarrin, Y. 2021. Efecto del vinagre de manzana sobre los índices productivos y pH intestinal en pollos de engorde. En el cantón Cevallos (en línea). Tesis Lic. Cevallos Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, consultado el 22 de agosto de 2022. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34192/1/Tesis%20201%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Melissa%20Jarrin.pdf>
- JIN, LZ; Ho YW; Abdullah N; Jalaludin, S. 1998. Acid and bile tolerance of lactobacillus isolated from chicken intestine. Letter Applied Microbiology. (en línea) 27(3):183-185. ISSN: 3255- 8254. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.1998.00405.x>
- Lituma, S. 2017. Evaluación de la conversión alimenticia utilizando ácidos orgánicos al agua en pollos de engorde. (en línea) Trabajo experimental. Médico Veterinario. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Consultado 22 de agosto 2022. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14670/1/UPS-CT007206.pdf>
- López, M. 2020. Uso de alternativas vía agua de bebida para el control de enterobacterias en avicultura. (en línea). *Tronw Nutrition LATAM*. Consultado 15 de noviembre 2020. Disponible en: <https://trouwnutritionlatam.com/2020/07/06/uso-de-alternativas-via-agua-de-bebida-para-el-control-de-enterobacterias-en-avicultura/>
- Miskiyah, J; Juniawait; Andriani. 2016. Inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 contamination on Chicken meat by natural vinegar prepared from banana peel and coconut water. (en línea). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 41(1):21-27. Consultado: 5 abr 2021. Disponible en: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jitaa/article/view/10092>
- Obando, K. 2018. Efecto de la acidificación del agua con una combinación sinérgica de ácido fórmico, ácido acético, cobre y formiato de amonio sobre los parámetros zootécnicos de pollos de engorde (en línea). Universidad Central del Ecuador. Consultado 02 abril 2021. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17575/1/T-UCE->

0014-MVE003- P.pdf

- Vaca, A. 2017. Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos Broiler (en línea). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 02 de abril 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2078/1/T-UTEQ-0065.pdf>
- Van Kol, M 1998. Alternative to growth promoters international topics 27. (en línea). Consultado el 27 de junio 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5159e/y5159e08.htm>



## OBITUARIO

### Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval Monterroza

30 de octubre de 1962 – 11 de febrero de 2023

Santos Alirio Sandoval Monterroza, nació un 30 de octubre de 1962 en el Cantón El Tintoral del Municipio de Coatepeque, departamento de Santa Ana. Hijo de Santos Sandoval y Emma Monterroza de Sandoval, fue el cuarto de 5 hermanos. Casado con Lissette Portillo de Sandoval en 1995 con quien tuvo dos hijas, Mayra Cecilia y Lissette Sarai.

Se graduó de Bachiller Académico opción Físico-Matemático del Instituto Nacional de Ciudad Arce (INCA) en 1984, Desarrolló durante 1991 la tesis titulada “Evaluación del rendimiento y composición química del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) utilizando abonos orgánicos como fuentes de nitrógeno, en Nueva Concepción, Chalatenango”, graduándose como Ingeniero Agrónomo opción Zootecnista de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en 1993. Entre 1996 y 1998 egresó de

la Maestría en Ciencias Veterinarias Tropicales, en el área de Medicina Preventiva y Epidemiología de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Fue Docente del Departamento de Zootecnia desde 1993, colaborando en sus inicios como instructor en la asignatura Porcinocultura, luego como Docente impartió Instalaciones Agropecuarias, y especialmente en los primeros años de establecida la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia impartió Bioestadística y Diseños Experimentales, luego se dedicó exclusivamente a impartir las asignaturas de Matemática I y II para todas las carreras de la Facultad.

Participó como tribunal evaluador en las Tesis del Departamento de Zootecnia: Evaluación Bioeconómica de Cuatro Niveles de Residuo Graso de Cocinería Industrial de Pollo como Suplemento en la Alimentación de Cerdo en la Etapa de Finalización (1995); Utilización de Harina de Maíz Precocido para Reconstituir Leche Descremada en la Alimentación de Terneras Encastadas de la Raza Holstein Comparado con dos Sistemas Convencionales de destete Temprano (1995); Evaluación de Cuatro Niveles de Proteína en la Dieta Alimenticia de la Rana Toro (*Rana catesbiana*) Durante la Fase de Crecimiento - Engorde (1998); Utilización de Diferentes Niveles de Lactosa en Dietas para Cerdos en Etapas de Pre y Post-destete, en la Granja Las Mercedes, La Libertad (2000); Evaluación de la calidad nutricional y rendimiento de leguminosas tropicales, Vigna (*Vigna sinensis* L.), Lablab (*Dolichos lablab* L.) y Canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) (2018); Evaluación de la inclusión de desechos alimenticios a la dieta de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de inicio y su efecto en los parámetros productivos y económicos (2019).

También fue Asesor de Tesis del Departamento de Zootecnia: Evaluación del uso de camas de cascarilla de arroz y de arena en la rentabilidad y rendimiento de pollos de engorde (2004); Evaluación bioeconómica del rendimiento en canal de conejos neozelandes blanco alimentados con tres niveles de forraje verde hidropónico de maíz blanco (2010).

A lo largo de su vida como Docente de la UES, también fungió como Representante del Sector Docente en la Asamblea General Universitaria (AGU) en los periodos 2003-2005 y 2009-2011, Secretario de la Facultad de Ciencias Agronómicas en el periodo 2003-2007, y como Administrador Académico de la Facultad de Ciencias Agronómicas desde el 2011 hasta el 2023.

El Ing. Alirio Sandoval fue un ejemplo de amor y servicio por la UES, su personalidad bromista y alegre, su gusto por los Tigres del Norte, las botas vaqueras y su afición al C.D. FAS quedara marcada por siempre en los que le conocieron y en sus estudiantes. Amante de su carrera y el campo, contribuyó a ambos en la formación de muchas generaciones de profesionales que sin duda darán testimonio de su pedagogía para transmitir las matemáticas, bioestadística, instalaciones pecuarias y de su calidad como ser humano.





Contacto: [revista.agrociencia@ues.edu.sv](mailto:revista.agrociencia@ues.edu.sv)  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador  
ISSN: 2522-6509