



Año VI, No. 22
Julio-Diciembre 2022
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro





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>)



Fotografía de portada:

Juan Raúl Magarín
Secretaría de Investigaciones Científicas
Universidad de El Salvador

Pág.
6

Evaluación de cinco dosis de un fertilizante químico y una dosis de fertilizante orgánico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Evaluation of five doses of a chemical fertilizer and one dose of organic fertilizer in the development and yield of the sesame (*Sesamum indicum* L.) crop in San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Pág.
27

Caracterización del riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) y prurigo lumbar (Scrapie) a El Salvador a través de las importaciones de animales, productos y subproductos de especies ruminantes en el periodo de enero 2016 – junio 2020

Characterization of the risk of introducing Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) and Scrapie into El Salvador through imports of animals, products and by-products of ruminant species in the period January 2016 - June 2020

Pág.
18

Determinación de la resistencia a los antibióticos utilizados en dermatopatías infecciosas bacterianas caninas (*Canis lupus familiaris*) atendidos en Hospital Veterinario Canino Real

Determination of resistance to antibiotics used in canine bacterial infectious dermatopathies (*Canis lupus familiaris*) treated at the Hospital Veterinario Canino Real

Pág.
40

Nutrición en plantas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) utilizando diferentes fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio: su influencia en el desarrollo y crecimiento en vivero

Nutrition of moringa plants (*Moringa oleífera* Lam.) using different sources of nitrogen, phosphorus and potassium: their influence on development and growth in the nursery

Pág.
53

Memoria del VI Simposio de Investigación Científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador

Report of the VI Symposium of Scientific Investigation of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador



Evaluación de cinco dosis de un fertilizante químico y una dosis de fertilizante orgánico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Chile-Flores, N.R.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Desarrollo Rural, tesista.

Rodríguez-Urrutia, E.A.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Estación Experimental y de Prácticas, docente investigador.

Molina-Escalante, M.O.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Estación Experimental y de Prácticas, Coordinador de Proyectos, docente investigador.

Rodríguez-Gracias, O.A.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, docente investigador.

Carranza-Estrada, F.A.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, docente investigador.

RESUMEN**ABSTRACT**

La investigación se realizó de julio 2020 a marzo 2021 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 altura de 50 metros sobre el nivel del mar. El ensayo fue establecido en un área de 1,152.48 m², desarrollando un paso de arado y dos pasos de rastra con la construcción de camas de siembra de 1 m de ancho, 54 m de largo y 0.40 m de altura. La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad "Estación UES" se hizo manualmente y por postura, teniendo un distanciamiento de 0.30 m entre postura y 1.20 m entre cama; el raleo se efectuó ocho días después de la siembra. Los tratamientos evaluados fueron el testigo o tratamiento 0: no se aplicó ningún fertilizante; tratamiento 1: 56 kg/28 m² (20,000 kg/hectárea) de estiércol de ganado bovino; tratamiento 2: 0.50 kg/28 m² (180 kg/ha) de fórmula 15-15-15; tratamiento 3: 0.72 kg/28 m² (259.42 kg/ha) de fórmula 15-15-15; tratamiento 4: 0.84 kg/28 m² (300 kg/ha) de fórmula 15-15-15; tratamiento 5: 1.26 kg/28 m² (450 kg/ha) de fórmula 15-15-15; y el tratamiento 6: 1.40 kg/28 m² (500 kg/ha) de fórmula 15-15-15. Todos los tratamientos se aplicaron en dos momentos: el 50 % a los 10 días después de la siembra y a los 30 días después de la siembra se aplicó el otro 50 %. La toma de datos en campo cada 15 días. Con el tratamiento 3 se obtuvo el mayor rendimiento de la semilla de ajonjolí con un promedio de 4.09 kg/28 m² y el mayor ingreso económico neto con USD 430.84 por hectárea; el mayor contenido de proteína cruda se obtuvo con el tratamiento 2 con 24.90 %; y el mayor contenido de extracto etéreo se obtuvo con el tratamiento 4 con 47.31 %.

The research was carried out from July 2020 to March 2021 at the Experimental and Practice Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, located in the Tecualuya canton, municipality of San Luis Talpa, department of La Paz, El Salvador, at a height of 50 meters above sea level. The trial was established in an area of 1,152.48 m², the activities that were carried out to prepare the land were a plowing step, two harrowing steps and the construction of seed beds of 1 m wide, 54 m long and 0.40 m Tall. The sesame seed of the "Estación UES" variety was sown manually, by position, with a distance of 0.30 m between position and 1.20 m between beds; thinning was carried out eight days after sowing. The treatments that were evaluated were the control or treatment 0: nothing was applied; treatment 1: 56 kg / 28 m² (20,000 kg / hectare) of cattle manure; treatment 2: 0.50 kg / 28 m² (180 kg / ha) of formula 15-15-15; treatment 3: 0.72 kg / 28 m² (259.42 kg / ha) of formula 15-15-15; treatment 4: 0.84 kg / 28 m² (300 kg / ha) of formula 15-15-15; treatment 5: 1.26 kg / 28 m² (450 kg / ha) of formula 15-15-15; and treatment 6: 1.40 kg / 28 m² (500 kg / ha) of formula 15-15-15, which were applied in two moments: 50% was applied 10 days after sowing and 30 days after sowing was applied the other 50%. With treatment 3 the highest yield of sesame seed was obtained with an average of 4.09 kg / 28 m² and the highest net economic income with \$ 430.84 dollars; the highest crude protein content was obtained with treatment 2 with 24.90%; and the highest content of ether extract was obtained with treatment 4 with 47.31%.

Key words: Sesame, *Sesamum indicum* L., protein, ethereal extract, organic fertilizer.

ACCESO ABIERTO

Título en inglés:

Evaluation of five doses of a chemical fertilizer and one dose of organic fertilizer in the development and yield of the sesame (*Sesamum indicum* L.) crop in San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Correspondencia:

efrain.rodriguez@ues.edu.sv

Presentado:

13 de julio de 2022

Aceptado:

23 de septiembre de 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Palabras clave: ajonjolí, *Sesamum indicum* L., proteína, extracto etéreo, fertilizante orgánico.

INTRODUCCION

El cultivo de ajonjolí o sésamo (*Sesamum indicum* L.) es originario de Etiopía (África), se expandió a India, China y Japón. 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 de 12 a 14 quintales por manzana (779.22 a 909.09 kg/ha), se adapta desde cero hasta los 600 metros sobre el nivel del mar, soporta temperaturas que fluctúan entre los 20 °C y 35 °C, requiere precipitaciones pluviales entre 400 y 900 milímetros (mm) (Cervantes 2012).

Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son de texturas ligeras como franco, franco arenoso y franco arcilloso, su pH es de 5.5 a 7. Posee un alto valor nutricional siendo el aceite de ajonjolí el de mejor calidad dentro de los oleíferos (Cervantes 2012).

El Salvador a nivel centroamericano ocupa el segundo lugar como productor de ajonjolí, las áreas de siembra se ubican en la zona baja y media de los departamentos de Ahuachapán, La Libertad, La Paz, San Vicente y Usulután. Estas plantas no presentan problemas serios de plagas y enfermedades, ya que lo que se exporta es la semilla seca o procesada. El ajonjolí es un producto con potencial, pues Estados Unidos posee una demanda significativa por este grano (Navarrete 2008).

La fertilización es una de las actividades necesarias de cualquier cultivo, y en el caso del ajonjolí, determina la fuente para el desarrollo y la producción, ya sea en forma orgánica o química, siempre que vaya acorde a los requerimientos nutricionales del cultivo y a la cantidad de elementos disponibles en el suelo.

Bolívar (1999) evaluó dos materiales genéticos de ajonjolí y los resultados que obtuvo indican que los suelos con materia orgánica menor al 0.5 % responden a la fertilización nitrogenada; menciona también que el ajonjolí es un extractor de nutrientes del suelo, ya que aproximadamente el 70 % de nitrógeno, fósforo y potasio son retirados en la cosecha, donde menos del 10 % que es absorbido retorna al suelo con los residuos.

Según el MAG (1991), generalmente toda la aplicación del fertilizante se hace a la siembra. En algunas regiones puede aplicarse de 10 a 60 kg/ha de nitrógeno y de 30 a 40 kg/ha de fósforo. Sin embargo, cuando el suelo tiene muy bajo contenido de nitrógeno o de materia orgánica, una aplicación adicional de 25 kg/ha de fertilizante nitrogenado es recomendable.

Calero (1972) recomienda la variedad "Portoviejo 1" para aumentar el rendimiento en el cultivo de ajonjolí y menciona que al aplicar entre 4 a 6 quintales por hectárea (400 a 600 kg/ha) de urea inmediatamente después del raleo, se puede obtener un alto rendimiento y contenido de aceite en el cultivo de ajonjolí, y si el suelo presenta deficiencias en fósforo y potasio es necesario agregar dichos elementos. Esto se debe basar en un análisis de laboratorio.

Ruiz (1998) afirma que lo ideal es realizar un análisis físico-químico del suelo, de lo contrario se recomienda de manera general aplicar 1,5- 2 q/mz (97.28–129.71 kg/ha) de la fórmula 18-40-0 o 15-20-0 al momento de la siembra y 2 q (129.71 kg) de urea 46 % a los 35 días después de haber emergido o al inicio de la floración. La primera fertilización puede ser dividida en dos tiempos, una al momento de la siembra y la otra a los 20- 25 días después de la siembra al momento del raleo.

De manera general se recomiendan 2 quintales (90.90 kg) de la fórmula 18-46-0 o de la fórmula 15-20-0 al momento de la siembra y 3 quintales (136.36 kg) de urea en dos momentos, 1.5 quintales a los 15-20 días después de la siembra o bien después del raleo y antes del aporco, y 1.5 quintales a los 30-35 días después de la siembra antes del inicio de la floración (CENIDA 2009).

Queiroga *et. al.* (2018) afirma que el factor limitante para la obtención de altos rendimientos de ajonjolí es la disponibilidad de nitrógeno y fósforo; por lo tanto, la deficiencia de estos elementos en el suelo se puede compensar por el uso de fertilizantes orgánicos y con la aplicación de roca fosfórica o harina de hueso, antes de preparar el terreno. Para la recuperación de la materia orgánica en suelos pobres se recomienda utilizar 20 toneladas de estiércol de ganado por hectárea (20,000 kg/ha).

Es por eso que esta investigación tuvo como propósito determinar cuál de las dosis de fertilizante químico y orgánico producen los mejores resultados en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí, ya que en el país no hay información suficiente al respecto.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio

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 Luís 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.

Según Aguirre (2009), los suelos donde se realizó la investigación tienen un pH de 6.2, el contenido de materia orgánica es del 2 % y son aluviales con características franco arenoso.

Metodología de campo

La investigación se inició tomando una muestra de suelo del terreno donde se estableció el cultivo, específicamente en la Panga 1 del lote La Bomba, luego fue llevado a Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para su análisis.

Recolección de la muestra de estiércol bovino

En uno de los dormitorios del ganado vacuno se acumuló estiércol, del cual se extrajeron 3 submuestras al azar hasta formar una muestra de 453.592 gr, que fue identificada con una viñeta, y se analizó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los análisis que se realizaron fueron nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, sodio y pH.

Preparación del terreno, delimitación de la parcela y siembra

Para preparar el terreno se utilizó maquinaria agrícola, realizando las siguientes prácticas: un paso de arado, dos pasos de rastra y un paso de la encamadora para la formación de las camas de siembra con un distanciamiento entre cama de 1 m. La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad "Estación UES" se realizó el día 13 de octubre de 2020.

Aplicación de los fertilizantes

Los fertilizantes fórmula 15-15-15 y estiércol de ganado bovino fueron pesados en balanza analítica en la Planta de Procesamiento de Alimentos de la Estación Experimental y de Prácticas. La dosis total de cada fertilizante en cada tratamiento se dividió en dos aplicaciones: el 50 % se aplicó a los 10 días después de la siembra y el otro 50 % a los 30 días posteriores a la siembra. Además, cada dosis se dividió en tres partes, ya que cada tratamiento estaba distribuido en tres camas.

Actividades culturales

El primer control de malezas se realizó de forma manual una semana después de haber sembrado la semilla, el segundo se hizo, con el herbicida Paraquat en dosis de 100 cc por bomba de 17 litros, un mes después de haber germinado la semilla, y el tercer control se realizó con el mismo producto y dosis a los 2 meses de haber germinado

la semilla.

Para el control de insectos masticadores y chupadores se utilizó insecticida sistémico con mezcla de poderosos activos (beta-cyfluthrin + imidacloprid) en dosis de 25 cc por bomba de 17 litros, del cual se hicieron 3 aplicaciones 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 concentraciones solubles de fosfonado más carbamato en dosis de 50 ml cada uno por bomba de mochila de 17 litros, esta se aplicó cada 8 días durante un mes, luego se aplicó cada 15 días y se finalizó cuando se presentó la floración en el cultivo.

Toma de datos

La primera toma de datos se realizó 15 días después de la siembra: el 28 de octubre de 2020, y las siguientes tomas de datos se hicieron cada 15 días hasta el 17 de diciembre de 2020, para lo cual se utilizaron pie de rey, cinta métrica, libreta de campo, lapicero y balanza analítica.

La toma de datos del número de ramas y cápsulas por planta se realizó los días 6 y 7 de enero de 2021, haciendo un recuento en cada planta evaluada. El número de semillas por cápsula se hizo contabilizando el número de semillas en 25 cápsulas, se obtuvo un promedio y luego se multiplicó por el número de cápsulas que presentaba cada planta. Los datos de rendimiento fueron tomados el 29 de enero de 2021.

Cosecha

La cosecha se realizó el 13 de enero de 2021, fecha en la cual las plantas presentaron los siguientes signos: tallo de color amarillo; hojas de color amarillo en el tercio inferior de la planta; cápsulas inferiores y centrales de color café; y el inicio de la dehiscencia de los frutos. 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 grupos pequeños para que en estos no se formen hongos; luego se emparvaron dentro de sacos con la parte apical del tallo hacia arriba a fin de evitar que se abrieran las cápsulas y se perdiera semilla, etapa que duró aproximadamente de 4 a 5 días.

Durante ese periodo los rastrojos se pusieron a secar bajo sombra, se aporreó cada una de las parvas sobre un plástico para evitar pérdida de la semilla, posteriormente se recolectó y limpió la semilla. El proceso finalizó cuando

se puso a secar la semilla para reducir la humedad y alargar la vida cuando esta se almacena.

Muestra de granos para análisis bromatológico

Según Vaca *et. al* (2001), la limpieza de la semilla ayuda a seleccionar las de mejor calidad por medio de una zaranda fina. La muestra que se lleva al laboratorio debe ir en una bolsa de papel identificada con su respectiva viñeta y aproximadamente con 453.592 del grano.

Las muestras de grano de 453.592 gr cada una se llevó al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Cada muestra se formó con la mezcla de los granos de las 3 repeticiones que se evaluaron en los 3 bloques de los 7 tratamientos, en total fueron 7 muestras.

Metodología de laboratorio

Análisis bromatológico de la semilla de ajonjolí (análisis proximal)

El sistema proximal, también llamado Análisis Proximal de Wendee, es el análisis más utilizado en la caracterización nutricional de alimentos en los laboratorios agrícolas del mundo. Este análisis fracciona los alimentos en seis componentes, cada uno de ellos agrupa varios nutrientes que tienen propiedades comunes. Estos análisis son humedad, cenizas, proteína cruda, grasa o extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos).

Metodología para análisis del estiércol de vaca

El procedimiento de análisis del estiércol de vaca realizado en el Laboratorio es el mismo para el análisis bromatológico que se realiza a un grano o a una planta, debido al contenido de este y a la alimentación de las vacas, haciendo énfasis al momento de los análisis que se trata de una muestra de estiércol de vaca, para evitar equivocaciones.

Tabla 1.
Tratamientos que se evaluaron en la investigación.

Tratamiento	Dosis
Testigo absoluto o Tratamiento 0 (T0)	Sin estímulo, no se aplicó nada.
Tratamiento 1 (T1) Testigo relativo	Estiércol de ganado bovino, fertilizante orgánico, en dosis de 56 kg/28 m ² (20,000 kg/hectárea) (Quiroga <i>et. al</i> 2018).
Tratamiento 2 (T2)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.50 kg/28 m ² (180 kg/ha).
Tratamiento 3 (T3)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.72 kg/28 m ² (259.42 kg/ha) (Ruiz 1998).
Tratamiento 4 (T4)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.84 kg/28 m ² (300 kg/ha) (CENIDA 2009).
Tratamiento 5 (T5)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 1.26 kg/28 m ² (450 kg/ha) (Vaca 2001).
Tratamiento 6 (T6)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 1.40 kg/28 m ² (500 kg/ha) (Calero 1972).

Metodología estadística

Material experimental

El material que se utilizó en la investigación fue semilla criolla de ajonjolí de la variedad "Estación-UES" de quinta generación (F5), 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

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), también conocido como Diseño de Dos Vías. Las plantas de ajonjolí fueron afectadas por el factor fijo manipulado, también denominado tratamientos, específicamente las 5 dosis de un fertilizante químico, una dosis de un fertilizante orgánico y un testigo absoluto, además, por un factor fijo controlado que representa el bloqueo, esto debido a que cada suelo tiene cierta heterogeneidad, aunque no se conozca a detalle.

Cada bloque tenía un área de 87.2 m², conteniendo las dosis de fertilizantes, las cuales se asignaron en forma aleatoria. El área que se utilizó por cada tratamiento en estudio fue de 28 m². Se establecieron 3 bloques con el propósito de mejorar la precisión del experimento y disminuir el error experimental a su mínima expresión.

Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron en la investigación fueron 5 dosis de un fertilizante químico fórmula 15-15-15, una dosis de un fertilizante orgánico de estiércol de bovino y un testigo absoluto al que no se le aplicó nada (Tabla 1).

Tamaño de la muestra y distribución espacial de los tratamientos

El tamaño de la muestra estuvo constituido por 20 plantas de ajonjolí por tratamiento, seleccionadas de la parte central en cada parcela, evitando los efectos de bordes, de tal manera que se disponía de 20 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.

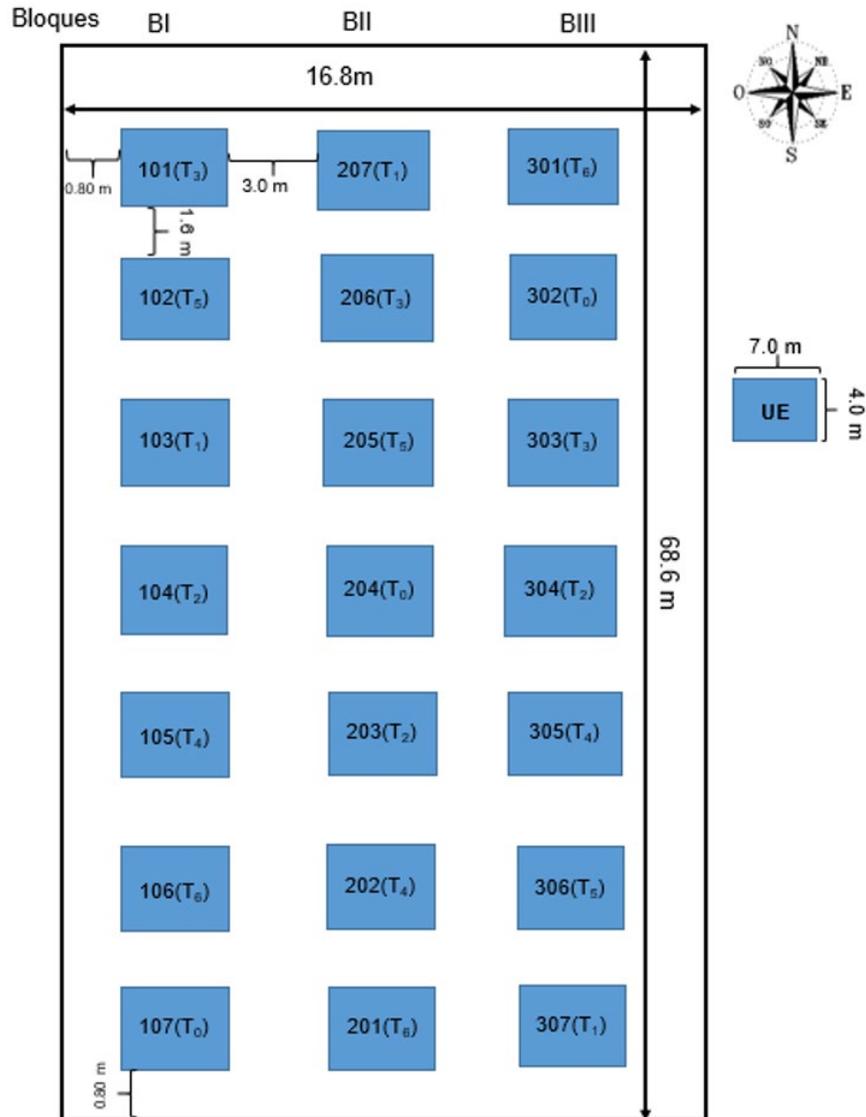
La investigación tenía 3 bloques en un área total de 1,152.48 m², con 68.6 m de largo por 16.8 m de ancho, un distanciamiento entre bloques de 3 m y entre parcela de 1.6 m. Cada unidad experimental tenía 7 m de largo por

4 m de ancho, y un área de 28 m²; a los costados tenía un distanciamiento de 0.8 m hacia adentro de los límites de la parcela.

En total fueron 7 parcelas por bloque y un total de 21 unidades experimentales. En cada una se establecieron 5 surcos distanciados a 80 cm entre surcos y a 20 cm entre plantas, teniendo un total de 94 plantas por tratamiento.

Cada unidad experimental se identificó con un número, por ejemplo: el código 101 significa que el primer dígito corresponde al bloque 1 (B1), los otros dos números que le acompañan corresponden a la unidad experimental o parcela (01). Los tratamientos que se aplicaron se identificaron de la siguiente manera: (T₃), corresponde al tratamiento 3 (Figura 1).

Figura 1. Diseño de bloques completamente al azar de la investigación.



Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Diámetro del tallo basal, medio y apical: se midió con un “Pie de rey” (milímetros).
- Altura de la planta: se utilizó cinta métrica para tomar la medida desde la base hasta la parte apical del tallo (centímetros).
- Número de ramas por planta: se contó el número de ramas que se han desarrollado al momento de cada toma de datos.
- Número de cápsulas por planta: se contó el número total de cápsulas formadas en toda la planta.
- Peso de 1,000 semillas/planta: se pesaron 1,000 semillas en una báscula analítica (gramos).
- Rendimiento por planta: se pesó la cantidad total de semilla producida por planta (kg/28 m²).

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 las variables número de cápsulas por planta y rendimiento del cultivo se les aplicó métodos inferenciales

como el Análisis de Varianza (ANVA), específicamente un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 7 bloques, 7 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 (Rodríguez 2020).

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 m², una manzana (7,000 m²) y una hectárea (10,000 m²), al final se obtuvo un subtotal que se restó a los ingresos, para obtener el ingreso neto por tratamiento.

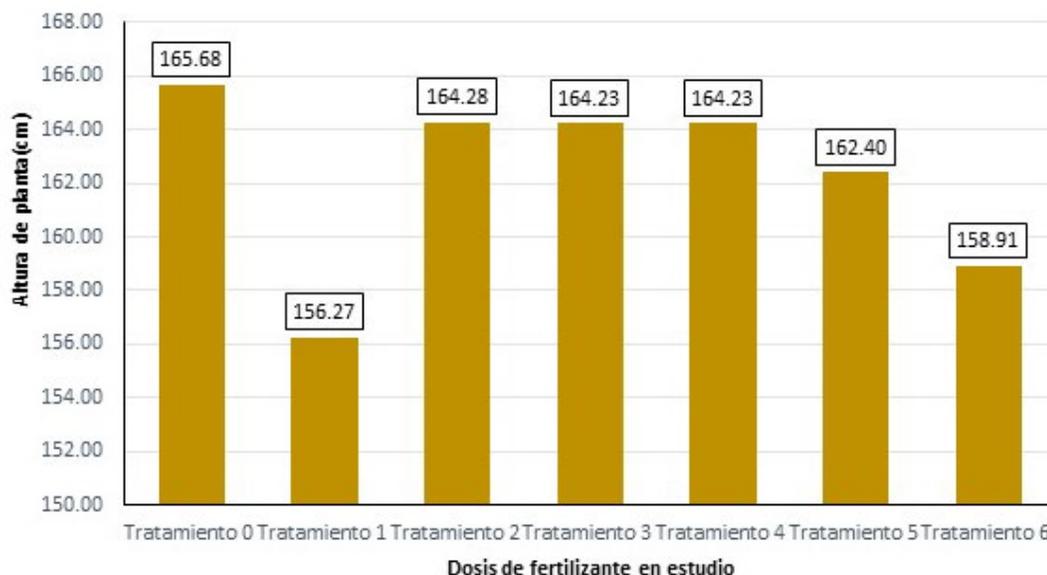
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las plantas

Según los resultados obtenidos en esta investigación, la mayor altura de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el testigo o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con 165.68 cm y la menor altura fue con el tratamiento 1 (se aplicó estiércol de bovino en dosis de 56 kg/28 m² que equivale a 20,000 kg/ha) con 156.27 cm. (Figura 2).

De acuerdo con Montoya *et al.* (2019), en el estudio sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí bajo la acción de dos bioles, las variables del crecimiento (altura de carga y altura de la planta) no fueron influenciadas por ninguno de los tratamientos experimentales ensayados, entre ellos la no fertilización.

Figura 2.
Altura de las plantas de ajonjolí.



Al realizar el análisis de varianza de la variable altura de plantas no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los muestreos.

Diámetro de tallo basal

El mayor diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 5 (se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 1.26 kg/28 m² equivalentes a 450 kg/ha) con 18.96 mm; y el menor diámetro fue con el testigo o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con 15.08 mm. (Figura 3)

Los datos anteriores concuerdan con los resultados

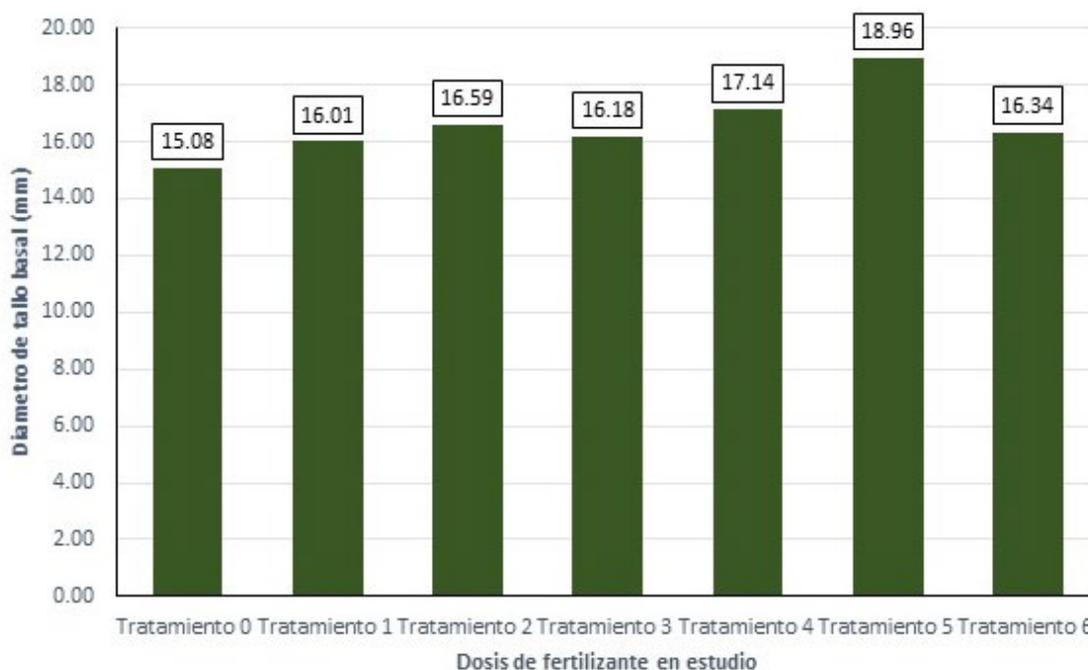
obtenidos por Montoya *et al.* (2019), quienes reportan que después de la aplicación de dos bioles, fertilizantes químicos y de un testigo, el mejor resultado en el desarrollo de las plantas de ajonjolí se obtuvo con los fertilizantes químicos.

Al realizar el análisis de varianza de la variable diámetro del tallo basal no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los muestreos.

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables altura de las plantas y diámetro del tallo basal, con un coeficiente de correlación de $R = 0.62$.

Figura 3.

Diámetro de tallo basal de las plantas de ajonjolí



Número de ramas por planta

El mayor número de ramas por planta en el cultivo de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 1 (se aplicó estiércol de bovino en dosis de 56 kg/28 m² lo cual equivale a 20,000 kg/ha) con 4.58 ramas/planta; y el menor fue con el testigo o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con 3.82 ramas/planta (Figura 4).

Indu y Savithri citados por Montoya *et al.* (2019), mencionan que con la aplicación de bioles y fertilizantes químicos en el rendimiento de sésamo, la dosis de 30 kg/ha⁻¹ de nitrógeno inorgánico produjo plantas más altas con mayor número de ramas y contenido de materia seca.

Al realizar el análisis de varianza de la variable número de ramas por planta no se encontraron diferencias estadísticas

significativas.

Número de cápsulas por planta

El mayor número de cápsulas por planta se obtuvo con el tratamiento 6 (se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 1.40 kg/28 m² equivalentes a 500 kg/ha) con un promedio de 191.19 cápsulas/planta; y el menor fue con el testigo o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con un promedio de 166.56 cápsulas/planta (Figura 5).

Centeno y Poveda (2010) evaluaron el efecto de los abonos orgánicos y químicos en el cultivo de ajonjolí, obteniendo los mejores resultados con la aplicación de los fertilizantes químicos debido a la presencia de fósforo y potasio que ayudan a que la planta asimile los nutrientes necesarios y a mejorar las características organolépticas y calidad del

Figura 4.
Número de ramas por planta en el cultivo de ajonjolí

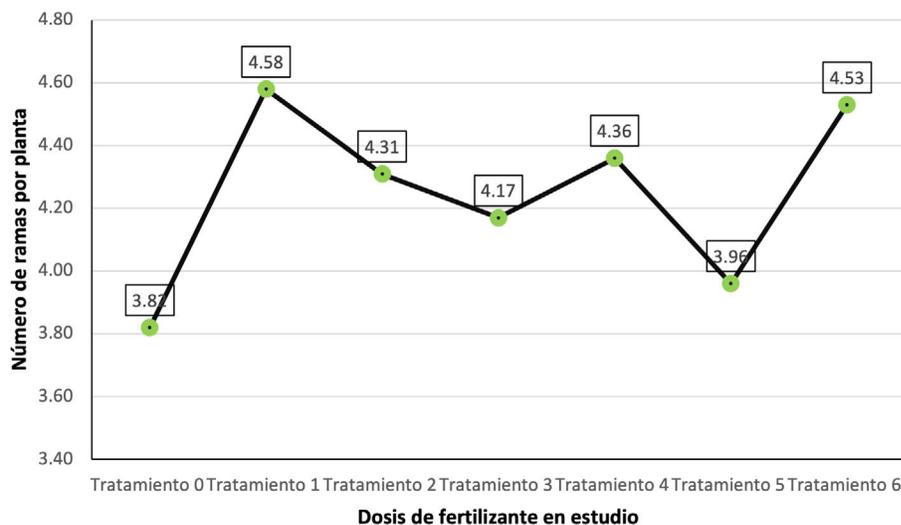


Figura 5.
Número de cápsulas por planta de ajonjolí



fruto.

Cuando se realizó el análisis de varianza de la variable número de cápsulas por planta por cada tratamiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables diámetro del tallo basal y número de cápsulas por planta con un coeficiente de correlación de $R = 0.63$, y entre las variables número de cápsulas por planta y número de semillas por planta con $R = 1$.

Número de semillas por planta

El mayor número de semillas por planta se obtuvo con el tratamiento 6 (se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 1.40 kg/28 m² que equivale a 500 kg/ha) con un promedio de 13,750.61 semillas/planta; y el menor fue con el testigo

o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con un promedio de 11,978.94 semillas/planta (Figura 6).

Indu y Savithri citados por Montoya et al. (2019), en una investigación sobre aplicación de bioles y fertilizantes químicos en el rendimiento de sésamo, mencionan que el mejor crecimiento vegetativo de las plantas se obtuvo cuando aplicaron fertilizantes que contenían nitrógeno, el cual permitía que se presentara un área fotosintética más grande y por lo tanto más fotosintatos, y la translocación de estos fotosintatos contribuía a la eficiencia de las partes reproductivas que dan como resultado mayor número de cápsulas y de semillas por cápsula así como mayor peso de la cápsula.

Cuando se realizó el análisis de varianza de la variable número de semillas por planta por cada tratamiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Figura 6.
Número de semillas por planta de ajonjolí.



Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables diámetro del tallo basal y el número de semillas por planta, con un coeficiente de correlación de $R = 0.63$.

Rendimiento en quintales por hectárea

El mayor rendimiento de la semilla de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 3 (se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de $0.72 \text{ kg}/28 \text{ m}^2$ lo cual corresponde a $259.42 \text{ kg}/\text{ha}$) con un promedio de $4.09 \text{ kg}/28 \text{ m}^2$; y el menor fue con el testigo o tratamiento 0 (no se aplicó nada) con un promedio de $3 \text{ kg}/28 \text{ m}^2$ (Figura 7).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Montoya *et al.* (2019), quienes, en un estudio sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí bajo la acción de dos bioles y fertilizantes químicos, afirman que los fertilizantes

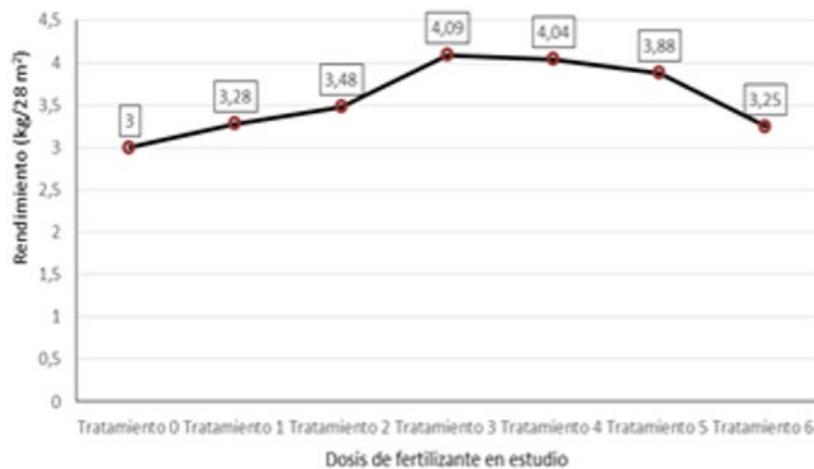
químicos, específicamente el aporte de nitrógeno y fósforo, tienen influencia significativa en el rendimiento.

Centeno y Poveda (2010) dicen que los rendimientos promedio obtenidos con la aplicación de fertilizantes químicos sobrepasó el rendimiento de los fertilizantes orgánicos.

Cuando se realizó el análisis de varianza de la variable del rendimiento de la cosecha de ajonjolí por cada tratamiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson se encontró correlación altamente significativa entre las variables rendimiento y diámetro del tallo basal con un coeficiente de correlación $R = 0.63$, y con las variables número de cápsulas por planta y rendimiento con un valor de $R = 1$.

Figura 7.
Rendimiento en el cultivo de ajonjolí.



Análisis bromatológico de las semillas de ajonjolí

Análisis por componentes principales

De acuerdo con la aplicación del método multivariante “Análisis por Componentes Principales”, los primeros dos componentes explicaron el 68 % de la varianza total de las cinco dosis de fertilizante químico y una de fertilizante orgánico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí, siendo altamente confiable y representativo trabajar con dos componentes.

El componente 1 representa el 47 % de la variación total y las variables que mejor contribuyen a su variación son el fósforo, calcio, magnesio, ceniza, carbohidratos, potasio y fibra cruda. El componente 2 presenta el 21 % de la varianza total y las variables que más aportan a su variación son la humedad total, ceniza y carbohidratos.

Figura 8.

Comportamiento de los componentes principales del análisis bromatológico de la semilla de ajonjolí.

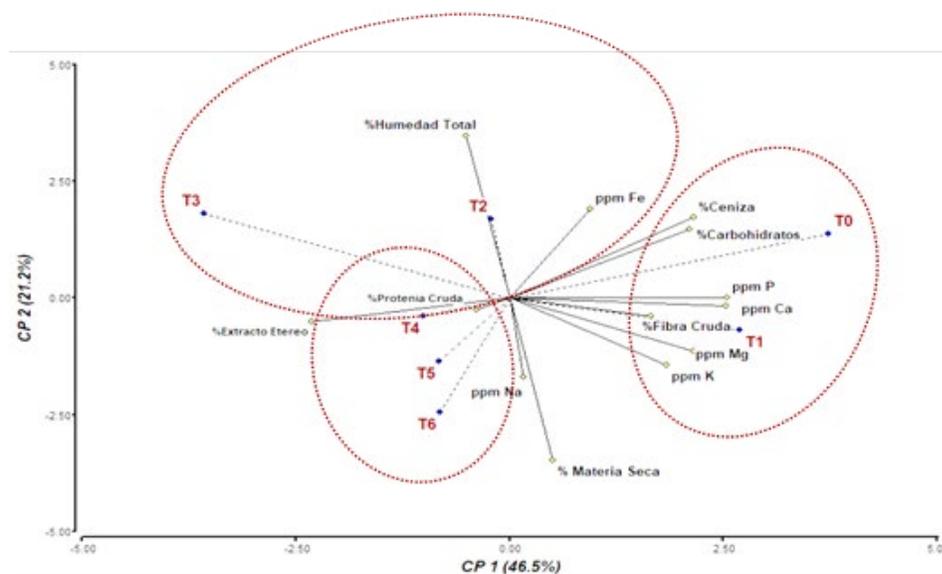


Tabla 2.

Ingreso neto por manzana y por hectárea.

Tratamiento	Dosis y tipo de fertilizante	Ingreso neto por manzana (dólares)	Ingreso neto por hectárea (dólares)
Testigo absoluto o Tratamiento 0 (T0)	Sin estímulo, no se aplicó nada.	USD 217.10	USD 334.44
Tratamiento 1 (T1) Testigo relativo	Estiércol de ganado bovino, fertilizante orgánico, en dosis de 56 kg/28 m ² (20,000 kg/ha).	USD 84.10	USD 144.44
Tratamiento 2 (T2)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.50 kg/28 m ² (180 kg/ha).	USD 214.60	USD 335.68
Tratamiento 3 (T3)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.72 kg/28 m ² (259.42 kg/ha).	USD 278.3	USD 430.84
Tratamiento 4 (T4)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 0.84 kg/28 m ² (300 kg/ha).	USD 256.1	USD 395.04
Tratamiento 5 (T5)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 1.26 kg/28 m ² (450 kg/ha).	USD 177.6	USD 285.85
Tratamiento 6 (T6)	Fórmula 15-15-15 en dosis de 1.40 kg/28 m ² (500 kg/ha).	USD 67.30	USD 125.84

CONCLUSIONES

El mayor número de cápsulas por planta de ajonjolí (191.19 cápsulas) y de semillas por planta (13,750.61 semillas), se obtuvo con el tratamiento 6, en el cual se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 1.40 kg/28 m² (500 kg/ha).

Con el tratamiento 3 (fórmula 15-15-15 en dosis de 0.72 kg/28 m² lo cual equivale a 259.42 kg/ha) se obtuvo el mayor rendimiento de la semilla de ajonjolí con un promedio de 4.09 kg/28 m² y el ingreso económico neto más alto con USD 430.84 por hectárea.

El mayor contenido de calcio 11,220.52 ppm (1,121.80 mg/100 g) y magnesio 3,083.70 ppm (308.37 mg/100 g) en la semilla de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 1 en el que se aplicó estiércol de ganado bovino en dosis de 56 kg/28 m² (20,000 kg/ha).

El mayor contenido de potasio 65.58 ppm (6.55 mg/100 g), fósforo 62,346.68 ppm, carbohidratos 9.61 % y ceniza 5.67 % en la semilla de ajonjolí se obtuvo con el testigo o tratamiento 0 donde no se aplicó ningún fertilizante.

El mayor contenido de proteína cruda 24.90 % y de hierro 158.36 ppm (15.83 mg/100 g) en la semilla de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 2 en el cual se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 0.50 kg/28 m² (180 kg/ha).

El mayor contenido de extracto etéreo en la semilla de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 4 donde se aplicó fórmula 15-15-15 en dosis de 0.84 kg/28 m² (300 kg/ha) con un valor de 47.31 %.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C. 2009. Características del suelo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. San Salvador. Universidad de El Salvador. Abril. Entrevista.
- Bolívar, LR. 1999. El cultivo del ajonjolí producción y utilización (en línea). Tolima, Colombia. Consultado 31 de ene. 2020. Disponible en https://books.google.com/sv/books?id=hZgi_IR40XoC&pg=PA86&dq=fertilizacion+en+cultivo+de+ajonjolí&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewixouWwi-a7nAhWns1kKHb5UBQAQ6AEIJjAA#v=onepage&q=fertilizacion%20en%20cultivo%20de%20ajonjolí&f=false
- Calero, E. 1972. Incremento sus rendimientos de ajonjolí (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 11 de Jul. 2020. Disponible en <file:///C:/Users/Lenovo/OneDrive/Escritorio/Archivos%20de%20la%20U/TESES/Ajonjolí%201.pdf>.
- CENIDA (Centro Nacional de Información y Documentación Agraria, Nicaragua). 2009. Manual de ajonjolí (en

línea). León, Nicaragua. Consultado 9 de jul. 2020. Disponible <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENFO1C965ma.pdf>

- Centeno Alvarez, MIC; Poveda Lacayo, RA. 2010. Evaluación del manejo orgánico del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) con tres tipos de fertilizantes orgánicos bokashi, lombriabono y compost en el campus agropecuario de la UNAN-LEON en el periodo de septiembre a diciembre del 2009 (en línea). León, Nicaragua. Consultado 20 jul 202. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/884/1/217842.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
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). 2006. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica (en línea). Guatemala. Consultado 26 de ago. Del 2021. Disponible en: <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Consultado el 27 ene. 2020. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658ajonjolí.pdf>
- Montoya Bazán, JL; Ardisana, EFH; Torres García, A; Fosado Téllez, O. 2019. Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) bajo la acción de dos bioles. Revista de las agrociencias (en línea). Ecuador. Consultado 16 jun de 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338655722_Crecimiento_y_rendimiento_del_ajonjolí_Sesamun_indicum_L_bajo_la_accion_de_dos_bioles
- Navarrete, FM. 2008. Ensayo: El aprovechamiento de la Agroindustria con el tratado de libre comercio con los Estados Unidos de América (en línea). Boletín Económico BCR. SV. Consultado 23 de ene. 2020. Disponible en: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1404929269.pdf>
- Quieroga, VP; Chávez León, JV; Pérez Valenzuela, FJ. 2018. Cultivo de ajonjolí para los campesinos en los departamentos de Choluteca y valle, Honduras (en línea). Honduras. Consultado 11 de Julio 2020. Disponible https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_20honduras
- Rodríguez, OA. 2020. Metodología estadística de la investigación "Evaluación de cinco dosis de un fertilizante orgánico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.),

San Luis Talpa, La Paz, El Salvador". Febrero (correspondencia personal). San Salvador, El Salvador, UES.

Ruíz Salazar, F. 1998. Manejo agroecológico del ajonjolí. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí (en línea). León, Nicaragua. Consultado 11 de Julio 2020. Disponible <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4095/1/01.pdf>

Vaca Moran, F; Vásquez Galán, J; Vásquez Granda, V; Vásquez Guillen, J. 2001. Manual de manejo el cultivo del ajonjolí (en línea). HN. Consultado 16 de ene de 2020. Disponible https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf

Determinación de la resistencia a los antibióticos utilizados en dermatopatías infecciosas bacterianas caninas (*Canis lupus familiaris*) atendidos en Hospital Veterinario Canino Real

Cárcamo-Herrera, I.S.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas

López-Romero, K.M.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Sánchez-Elías, G.S.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

López-Salazar, C.D.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Flores-Alvarenga, F.J.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Morán-Rodríguez, A.E.

Universidad de El Salvador, Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD).

RESUMEN

Las dermatopatías bacterianas caninas, también conocidas como piodermas, son de los problemas más recurrentes y persistentes en la práctica clínica diaria. La frecuencia de los agentes involucrados, así como los perfiles de resistencia antibiótica varía según el tiempo, zona o región geográfica. Este estudio tuvo como objetivo conocer los diferentes agentes etiológicos involucrados en las dermatopatías bacterianas caninas, su perfil de resistencia y multiresistencia. Para tal fin, se recolectaron muestras de 24 caninos con diferentes edades (2 meses-11 años), razas y sexo, atendidos en el Hospital Veterinario Canino Real en el periodo de noviembre del 2020 a mayo del 2021. Estas fueron recolectadas por medio de hisopado, raspado cutáneo y aspiración con aguja fina. Las muestras fueron transportadas en medios Stuart hacia el Laboratorio de Microbiología y Biotecnología del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), donde se realizaron cultivos bacterianos, pruebas de identificación bioquímica y pruebas de sensibilidad a través del método *in vitro* Kirby Bauer de difusión en disco, evaluando los antibióticos: trimetoprim/sulfametoxazol, ampicilina, amoxicilina con ácido clavulánico, gentamicina, cefalexina, ceftriaxona, eritromicina, norfloxacin, ciprofloxacina y amikacina. Las especies más aisladas fueron *Staphylococcus coagulasa negativa* (20.69 %), *Pseudomonas aeruginosa* (20.69 %) y *Staphylococcus aureus* (17.24 %), involucradas en casos de infecciones monoetiológicas o polietiológicas. De los antibióticos evaluados, los aislamientos obtenidos presentaron mayor porcentaje de resistencia a ampicilina (75.00 %), cefalexina (64.29 %), eritromicina (64.29 %), trimetoprim/sulfametoxazol (57.14 %) y ceftriaxona (53.57 %). Además, se identificó que el 36.36 % (siendo el mayor porcentaje) de las bacterias aisladas presentaron multiresistencia a dos grupos o familias de antibióticos.

ABSTRACT

Canine bacterial dermatopathies, also known as pyodermas, are one of the most recurrent and persistent problems in daily clinical practice. The frequency of the agents involved, as well as the profiles of antibiotic resistance, vary according to time, zone or geographic region. The objective of this study was to identify the different etiological agents involved in canine bacterial dermatopathies, their antibiotic or multi-antibiotic resistance profile. Samples were collected from 24 canines of different ages (2 months-11 years), races and sex, treated at Hospital Veterinario Canino Real in the period from November 2020 to May 2021, using swab, skin scraping and fine needle aspiration techniques. The samples were transported in Stuart media to the Microbiology and Biotechnology Laboratory of the Health Research and Development Center (CENSALUD, acronym in Spanish), where bacterial cultures, biochemical identification tests, and sensitivity tests were performed using the *in vitro* Kirby Bauer diffusion method on disc, evaluating the antibiotics: trimethoprim/sulfamethoxazole, ampicillin, amoxicillin with clavulanic acid, gentamicin, cephalexin, ceftriaxone, erythromycin, norfloxacin, ciprofloxacin and amikacin. The most isolated species were *Staphylococcus coagulase-negative* (20.69 %), *Pseudomonas aeruginosa* (20.69 %) and *Staphylococcus aureus* (17.24 %), involved in cases of monoetiological and/or polyetiological infections. Of the antibiotics evaluated, the isolates obtained presented a higher percentage of resistance to ampicillin (75.00 %), cephalexin (64.29 %), erythromycin (64.29 %), trimethoprim/sulfamethoxazole (57.14 %) and ceftriaxone (53.57 %). In addition, it was identified that 36.36 % (being the highest percentage) of the bacteria that emerged appeared multi-resistant to two groups or families of antibiotics.

Keywords: Bacterial dermatopathies, canines, resistance, antibiotics.

ACCESO ABIERTO

Título en inglés:

Determination of resistance to antibiotics used in canine bacterial infectious dermatopathies (*Canis lupus familiaris*) treated at the Hospital Veterinario Canino Real

Correspondencia:

david.salazar@ues.edu.sv

Presentado:

30 de agosto de 2022

Aceptado:

21 de octubre de 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Palabras clave: dermatopatías bacterianas, caninos, resistencia, antibiótico

INTRODUCCIÓN

La resistencia antimicrobiana es una amenaza constante a la salud pública debido al uso indiscriminado de antibióticos y el surgimiento de cepas bacterianas resistentes y multirresistentes que causan un gran impacto en la salud humana y animal (Hernández *et al* 2017). En las últimas décadas, agentes de tipo bacterianos con multirresistencia antimicrobiana pueden propagarse con más facilidad entre humanos y animales, medioambiente e incluso sobrepasar las barreras geográficas lo que hace cada vez más difícil la solución a esta problemática (FAO 2018).

Cada año mueren alrededor de 700,000 personas en el mundo por causas relacionadas con la resistencia a los antimicrobianos (FAO 2019). La Organización Mundial de la Sanidad Animal y expertos internacionales de salud pública, sanidad animal y medioambiente declararon que la resistencia de bacterias a los antibióticos, junto con la rabia y la influenza de origen animal, son las tres principales amenazas mundiales emergentes (Muñoz 2017).

En medicina veterinaria de pequeñas especies el incremento de la resistencia es cada vez mayor, Prescott (2008) menciona que el uso indiscriminado y no regulado en el área de medicina de mascotas contribuye cerca del 50 % del total aplicado a todos los animales. Pedersen *et al.* (2007) señala que las dermatitis bacterianas debido a su cronicidad y a la larga duración de su tratamiento, las bacterias a tratar poseen una mayor predisposición para desarrollar resistencia y que además en la mayoría de ocasiones el médico veterinario desconoce el microorganismo involucrado y el nivel de resistencia o susceptibilidad del antibiótico utilizado.

El principal objetivo de este estudio fue dar a conocer los agentes bacterianos involucrados y el nivel de

susceptibilidad y resistencia a diversos antibióticos utilizados con mayor frecuencia en la clínica veterinaria de pequeñas especies, permitiendo aportar datos sobre la resistencia y multirresistencia antimicrobiana en El Salvador; ya que a la fecha, no se cuenta con estudios publicados sobre perfiles de resistencia bacterianas en dermatopatías caninas que permitan el desarrollo de acciones encaminadas a disminuir esta problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del estudio

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Veterinario Canino Real, ubicado en Bulevar Universitario 2165, San Salvador. Se tomaron un total de 24 muestras de los caninos que asistieron al hospital por consulta dermatológica y con sugerencia a dermatopatías bacterianas, en el periodo de noviembre 2020 a mayo 2021 (seis meses). El procesamiento de las muestras se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador.

Metodología de campo

Pre- muestreo

Primero se realizaron 15 encuestas a médicos veterinarios de la zona metropolitana de San Salvador, con el fin de conocer más sobre el uso de antibiogramas en esta patología y qué antibióticos son más utilizados por los médicos. Segundo, se establecieron los criterios para la selección del paciente, que ayudaron a la delimitación de la población canina muestreada, esto se hizo con base a la teoría y las lesiones que se presentan, tal como se detalla en el Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1.
Lesiones más frecuentes que se encuentran en dermatopatías bacterianas caninas

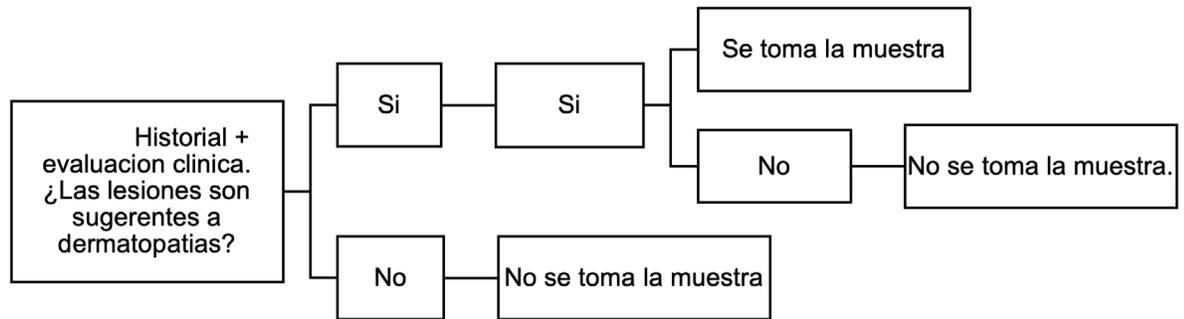
Lesiones más frecuentes en dermatopatías bacterianas	
Tipo de lesión	Se presenta comúnmente en:
Cavidades de pus	Abscesos
Collarettes epidérmicos	Impétigo, foliculitis
Costras	Impétigo, foliculitis, forunculosis localizada, forunculosis acral (zonas de lamido)
Despigmentación	Pioderma de la unión mucocutánea, foliculitis/forunculosis, celulitis generalizada.
Eritema	Intertrigo, sobre crecimiento bacteriano, impétigo, pioderma de la unión mucocutánea, foliculitis/forunculosis, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido) y abscesos.
Erosión	Intertrigo y pioderma de la unión mucocutánea.
Fisuras	Foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).
Forúnculos	Foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).
Hiperpigmentación	Sobrecrecimiento bacteriano.

Lesiones más frecuentes en dermatopatías bacterianas

Tipo de lesión	Se presenta comúnmente en:
Humedad	Intertrigo.
Liquenificación	Intertrigo y sobrecrecimiento bacteriano.
Necrosis	Foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).
Nódulos	Foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).
Olor rancio	Sobrecrecimiento bacteriano.
Pápulas (con pelo en el centro)	Foliculitis.
Pigmentación	Intertrigo.
Pústulas	Impétigo, foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).
Pústulas (con pelo en el centro)	Foliculitis.
Supuración	Intertrigo.
Úlcera	Pioderma de la unión mucocutánea, foliculitis/forunculosis localizada, celulitis generalizada, forunculosis acral (zonas de lamido).

Fuente: Adaptado de Machicote 2011.

Figura 1.
Diagrama para la selección del paciente.



Toma de muestra

La toma de muestra se realizó tres días por semana a los caninos que llegaban por una consulta dermatológica con base a los criterios de selección descritos en la Tabla 1, se recopilaban los datos generales del paciente sobre el historial clínico y las lesiones que presentaban.

Una vez seleccionado el paciente y de acuerdo con el tipo de lesiones presentes, se definía la técnica para el muestreo: hisopado, técnica de aspiración con aguja fina o raspado cutáneo.

Transporte y envío de muestras

Para el envío de la muestra el tubo Stuart fue previamente identificado, junto con la hoja de datos del paciente y de la muestra. Para ser transportada al laboratorio y llevada en una hielera, la cual fue entregada el mismo día que se tomaba la muestra.

Metodología de laboratorio

Aislamiento de bacterias causantes de dermatopatías

El aislamiento de las bacterias para cada una de las muestras tomadas, se llevó a cabo con el siguiente procedimiento:

Siembra primaria: los hisopados de las muestras, inicialmente fueron inoculados en agar MacConkey y agar sangre y se incubaron a una temperatura entre 35 °C a 37 °C durante 24-48 horas en ambiente de aerobiosis. Al mismo tiempo se realizó un cultivo en caldo cerebro-corazón (BHI) bajo las mismas condiciones, con la finalidad de nutrir por más tiempo a bacterias de crecimiento lento o exigentes.

Siembra en medios de cultivo selectivos y diferenciales: después de observar el crecimiento de colonias bacterianas en los medios de cultivo primarios, se procedió a tomar

colonias aisladas para su resiembra en los medios: Cetrimide (para la distinción de *Pseudomonas aeruginosa*), Baird Parker (para diferenciación de *Staphylococcus*), Rapid HiColiform (para diferenciación de coliformes y *Escherichia coli*), Eosina azul de metileno o EMB (para la distinción de *Escherichia coli*), *Salmonella-Shigella* (para diferenciación de *Salmonella* de otras especies de la familia *Enterobacteriaceae*), MacConkey (para diferenciación de especies de la familia *Enterobacteriaceae* como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Shigella* y *Pantoea*) y Tripticasa de soja (TSA); este último con el objetivo de replicar las colonias para realizar tinción de Gram e identificación bioquímica. Se incubó cada uno de estos en ambiente de aerobiosis a temperatura entre 35 °C a 37 °C durante 24-48 horas.

Una vez finalizado el tiempo de incubación, se observaron las características macroscópicas de cada género de bacterias sospechosas. Para la observación de características microscópicas se tomaron inóculos provenientes del cultivo en TSA, colocándolos en un portaobjetos y se realizó la tinción de Gram. En este procedimiento se observó si las bacterias eran cocos o bacilos Gram negativos o Gram positivos y la disposición de estos.

Según todas las características distintivas observadas en los medios de cultivo mencionados anteriormente y en la tinción Gram, se procedió a replicar las colonias sospechosas para cada una de las bacterias identificadas, se utilizaron las siguientes pruebas Manitol, Trealosa y prueba de acetoina para la identificación de *Staphylococcus coagulasa positivos* y *Staphylococcus coagulasa negativos*; *Salmonella* cromogénico, para diferenciar especies de *Salmonella* del resto de la familia *Enterobacteriaceae*; y Chromocult® Coliformes para la detección simultánea de coliformes y *Escherichia coli*.

Realización de antibiograma

El procedimiento para la realización del antibiograma se tomó de la literatura de NCCLS (2002) y se adaptó a la investigación. Los antibióticos que se evaluaron son amoxicilina más ácido clavulánico (AMC), ceftriaxona (CRO), ampicilina (AMP), eritromicina (E), cefalexina (CL), norfloxacin (NOR), gentamicina (CN), sulfametoxazol - trimetoprim (SXT), ciprofloxacina (CIP), amikacina (AK). Antes de realizar la prueba de sensibilidad deben prepararse placas con Agar Müller-Hinton de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Procedimiento de la realización del antibiograma: se preparó el inóculo a partir del cultivo puro en medio nutritivo (agar TSA con incubación de 18-24 horas) ajustándolo a la escala 0.5 de McFarland. Posteriormente, se procede a inocular la superficie seca de la placa con agar Mueller Hinton, se dejó secar la placa a temperatura ambiente

durante 3 a 5 minutos; Luego se colocaron los discos sobre la superficie del agar con una distancia mínima de 25 mm, con la ayuda de una pinza estéril, haciendo presión suavemente sobre cada disco para asegurar un contacto completo con la superficie del agar.

Luego las placas se incubaron en posición invertida a 35° C -37° C, dentro de los 15 minutos posteriores a la aplicación de los discos. Transcurrido el tiempo de incubación, se examinó cada placa y se midieron los diámetros (mm) de los halos de inhibición alrededor de cada disco; por último, se realizó la lectura e interpretación de resultados el diámetro de inhibición se midió con un calibrador de pie rey.

La placa Petri se observó con luz y con fondo negro, para visualizar mejor el halo y cualquier colonia que pueda haber crecido en él. Los diámetros de inhibición se interpretaron y reportaron basándose en M31-A2 Performance Standards for Antimicrobial Disk dilution Susceptibility Testing 2016 y MS100 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing 2016. La sensibilidad de cada cepa bacteriana será reportada como sensible (S), intermedio (RI), resistente (R).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recolección de muestras

Durante el periodo comprendido de noviembre 2020 a mayo 2021, se recolectaron 24 muestras tomadas de caninos que presentaban una patología de la piel con base a los criterios de selección establecidos para dermatitis bacteriana, en el Hospital Veterinario Canino Real. En 21 de ellas se obtuvo al menos un microorganismo aislado (83.33 %) y en 3 muestras no hubo crecimiento (12.50 %).

Los caninos procedían de diferentes áreas de San Salvador, del total de caninos muestreados 18 eran machos y 6 hembras, sus edades estaban comprendidas entre los 2 meses a los 11 años dividiéndose en tres grupos etarios: cachorro (0-1.5 años), adulto (>1.5 años a los 7 años) y geriátrico (mayores a 7 años).

Las lesiones y signos que se presentaban con más frecuencia entre los pacientes eran costras (87.50 %), prurito (83.33 %), eritema (66.67 %), humedad (66.67 %), supuración (45.83 %) y alopecia (45.83 %)., 19 caninos asistían por primera vez a la clínica debido a una consulta dermatológica y 5 caninos ya habían sido tratados meses atrás con antibioterapia por problemas dermatológicos en otras clínicas.

Agentes aislados y sus porcentajes de los caninos en estudio

En la figura 2 se observan los 11 agentes bacterianos identificados en las dermatopatías bacterianas caninas; la mayor frecuencia de aislamiento fueron *Staphylococcus coagulasa negativa* 6 (20.69 %) y *Pseudomonas aureginosa* 6 (20.69 %). Para las demás bacterias se obtuvieron las siguientes frecuencias: *Staphylococcus aureus* 5 (17.24 %), *Staphylococcus intermedius* grupo 4 (13.79 %), *Escherichia coli* 2 (6.90 %); y finalmente *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter spp.*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Pantoea spp.* y *Bacillus spp.* se aislaron en 1 ocasión (3.45 %) respectivamente.

Estos resultados difieren del estudio realizado por Uday (2018) donde *Staphylococcus aureus* fue la bacteria más prevalente en un 39.04 %, al igual que el estudio de Antúnez (2007) donde *Staphylococcus intermedius* fue la especie bacteriana más aislada con una frecuencia de 70.6 %; siendo este último reconocido como el agente patógeno primario u oportunista en dermatopatías bacterianas caninas. Esta divergencia en frecuencia de aislamiento y patogenicidad de microorganismos involucrados en esta patología puede variar, como menciona Cumbe (2018), según la zona geográfica, el ambiente (cálido y húmedo) y por condiciones cambiantes de la piel en caninos (enfermedad, higiene, etc.).

En la actualidad se ha observado un incremento en la importancia de *Staphylococcus coagulasa negativa* como patógenos, debido a que se encuentran cada vez con mayor frecuencia involucrados en distintas infecciones zoonóticas, incluidas las de piel, lo que podría explicar el resultado alto de aislamiento en este estudio (Castellanos *et al.* 2011).

El aislamiento de *Pseudomonas aeruginosa* se dio en dermatopatías monoetiológicas (2 casos) y en politológicas (4 casos) donde estuvo asociada con *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus coagulasa negativa*. Esta bacteria suele asociarse principalmente a infecciones óticas caninas, sin embargo, se ha vuelto más frecuente aislarla en dermatopatías bacterianas en caninos. En un estudio realizado por Hillier *et al.* (2006) sobre piodermas caninas causadas por *Pseudomonas aeruginosa*, esta se encontró relacionada en infecciones mixtas que incluyen bacterias como *Staphylococcus intermedius*, *Escherichia coli* y *Proteus spp.*, teniendo similitud con los resultados obtenidos en este estudio. Además, Ortega *et al.* (s.f.) también coincide en que esta bacteria suele aislarse de la piel de perros con piodermas profundas crónicas donde se encuentran involucrados *Staphylococcus intermedius* y *Escherichia coli*.

En una de las muestras se aisló la bacteria *Pantoea spp.* al

igual que en el estudio realizado por Ghidini *et al.* (2011) donde se aisló en una muestra proveniente de casos de dermatitis canina. En otro estudio realizado por Hariharan *et al.* (2014) este microorganismo se encontraba asociado a casos de infecciones polietiológicas, coincidiendo con los resultados donde *Pantoea spp.* se aisló junto con *Staphylococcus epidermidis*. Esta bacteria se encuentra principalmente en el ambiente y como oportunista en infecciones de personas inmunocomprometidas, en heridas y con poca frecuencia en infecciones de la piel (Okwundu *et al.* 2019). En caninos se han reportado casos donde está involucrada en procesos infecciosos como lo menciona Inal *et al.* (2021) donde se aisló *Pantoea agglomerans* en un canino con múltiples abscesos en el tejido subcutáneo y en otros órganos.

Dentro del historial clínico del paciente del que se aisló *Pantoea spp.* se encontraban factores predisponentes que pudieron estar relacionados al aislamiento de este microorganismo tales como sistema inmunológico comprometido y la posible contaminación de la piel por el contacto con plantas, lo que pudo favorecer a la infección polietiológica, actuando como un patógeno oportunista. Tal como menciona Inal *et al.* (2021) en el caso de *Pantoea agglomerans* que es un patógeno oportunista se ha notificado especialmente en pacientes inmunocomprometidos y las infecciones suelen ser causadas por el contacto con plantas que permiten la facilidad de penetrar en la piel.

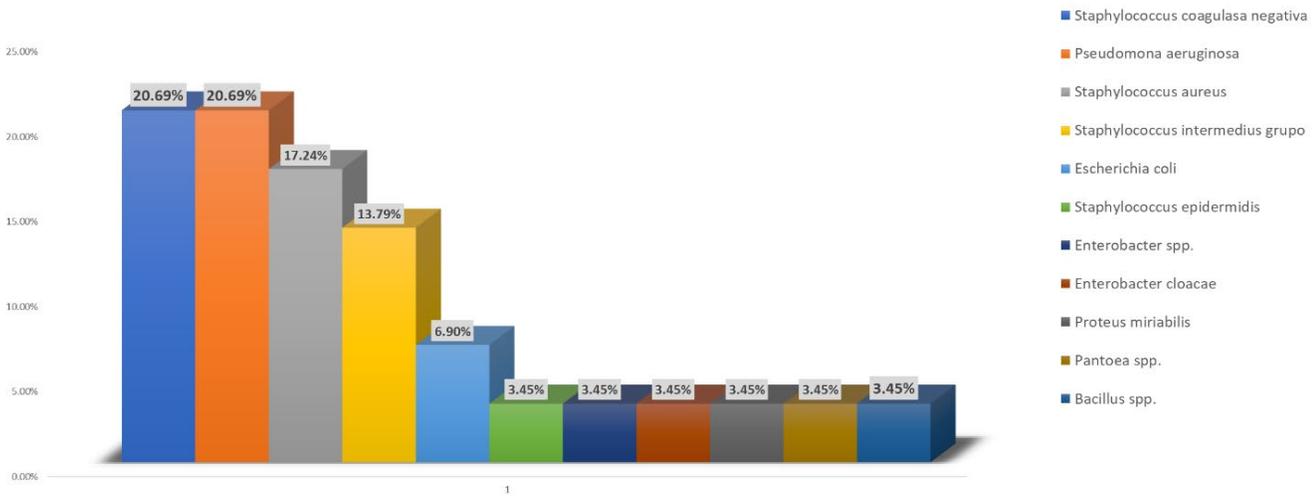
El agente *Bacillus spp.* fue aislado en un 3.45 % siendo ligeramente similar al estudio de Antúnez (2007) donde el aislamiento representó el 4.4 %. Este microorganismo es considerado un agente transitorio en la piel canina, pero se puede transformar en patógeno en ocasiones por invasión secundaria.

Algo muy importante a destacar que en el año 2017 la OMS publicó una lista de las bacterias para las que se necesita urgentemente un antibiótico y los clasificó en tres niveles en prioridad crítica, elevada y moderada. Dentro de esta lista encontramos agentes aislados en este estudio como son en el nivel crítico encontramos a *Pseudomonas aureginosa*, la familia Enterobacteriaceae y en el nivel elevado encontramos *Staphylococcus aureus* (Figura 2).

Perfil de resistencia y sensibilidad para todas las bacterias aisladas

Al evaluar el comportamiento in vitro que tuvieron las bacterias aisladas frente a los antibióticos, a través de su resistencia y sensibilidad, en la Figura 3, se observa el mayor índice de resistencia para ampicilina, el cual es un antibiótico que se encuentra dentro de las penicilinas de amplio espectro y posee excelente actividad contra diversos patógenos gramnegativos, pero no en el caso

Figura 2.
Porcentaje de agentes aislados en dermatopatías bacterianas caninas.



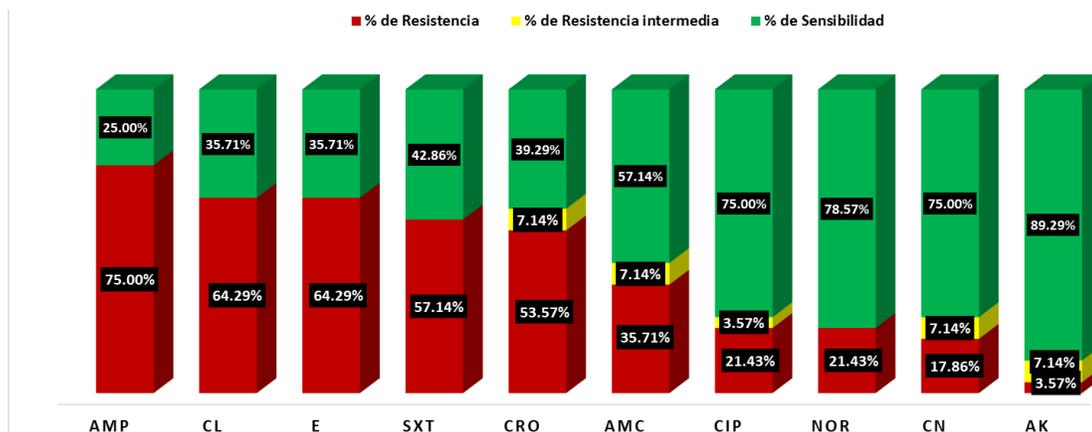
de *Pseudomonas aeruginosa*. Este resultado estuvo mayormente influenciado por la alta frecuencia de aislamiento de este microorganismo durante el estudio (Uday 2018). Los aislados presentaron un porcentaje de resistencia de 64.29 % a cefalexina que se encuentra entre los antibióticos de primera elección para tratar enfermedades bacterianas recidivantes, crónicas y profundas de la piel en caninos. Por otra parte, ceftriaxona (antibiótico de tercera generación) presentó un porcentaje de resistencia de 53.57 %, considerándose un alto porcentaje.

Russell (2014) menciona que las cefalosporinas de tercera y cuarta generación pertenecían a la última línea de defensa en las infecciones graves en medicina humana; sin embargo, en la actualidad este grupo de antibióticos poseen alto porcentaje de resistencia como lo demuestra el estudio realizado por Obayes et. al. 2020, donde bacterias como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*,

Escherichia coli, *Proteus spp.* y *Enterococcus spp.* aisladas de infecciones clínicas de oído, heridas y orina presentaron resistencia a antibióticos como cefotaxima y ceftazidima en un 100 % mientras que la resistencia a ceftriaxona alcanzó un 78 %.

Con respecto a los antibióticos a los cuales las bacterias aisladas presentaron mayores porcentajes de sensibilidad se encuentran la amikacina, norfloxacin, gentamicina, ciprofloxacina y amoxicilina más ácido clavulánico con porcentajes que varían entre 57.14 % al 89.29 %. En el estudio realizado por Aquino (2020) las bacterias aisladas presentaron alta sensibilidad a amoxicilina más ácido clavulánico con un 96.2 %; sin embargo, difiere en los resultados para ciprofloxacina donde presentaron sensibilidad baja en un 46.7 %. Por otra parte, Mansilla (2011) reporta un porcentaje de 53.3 % de sensibilidad a gentamicina dentro de las bacterias aisladas en pioderma superficial canina.

Figura 3.
Resistencia y sensibilidad de las bacterias aisladas en dermatopatías bacterianas caninas.



Nota: Abreviaturas: AMP = ampicilina, CL= cefalexina, E= eritromicina, SXT= Trimetoprim sulfá, CRO= ceftriaxona, AMC= amoxicilina más ácido clavulánico, CIP= ciprofloxacina, NOR= norfloxacin, CN= gentamicina, AK= amikacina.

Multirresistencia de las bacterias aisladas.

Las familias de antibióticos evaluadas en este estudio incluyeron los betalactámicos, macrólidos, quinolonas, sulfonamidas y aminoglucósidos. Como se observa en la Figura 4, dentro de la evaluación del perfil de multirresistencia presentada de los microorganismos aislados se observó un porcentaje mayor (36.36 %) de resistencia a 2 grupos o familias simultáneamente.

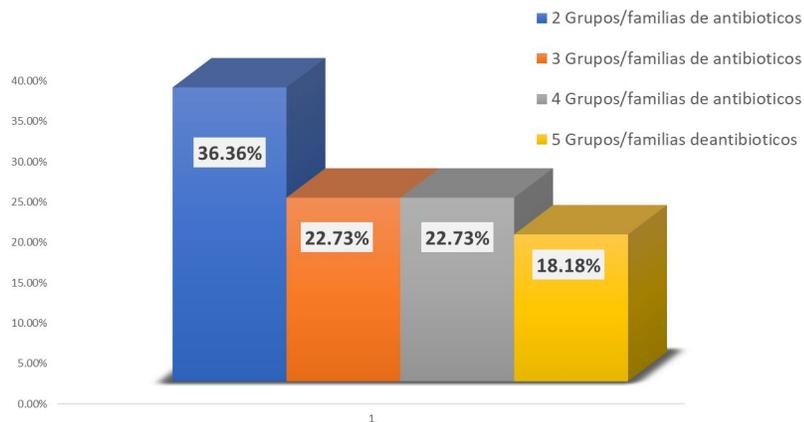
La familia de antibióticos que se encontró implicada en todos los casos de multirresistencia fue la de betalactámicos, la cual constituye la familia más numerosa de antibióticos y la más utilizada en la práctica clínica (Suárez y Gudiol 2009); lo que representa un grave problema al momento de instaurar tratamientos en dermatopatías bacterianas

caninas, pudiendo estar limitada la gama de opciones terapéuticas a utilizar. Esto podría deberse a que los microorganismos pueden desarrollar resistencia a los betalactámicos a través de diversos mecanismos: como la producción de enzimas, modificación de las dianas, alteraciones en la permeabilidad y bombas de expulsión.

Los macrólidos son la segunda familia de antimicrobianos que se observó con más implicación en los casos de multirresistencia, esto podría deberse a que estos antibióticos son hidrófobos (atravesan mal la membrana externa) por lo que bacterias como bacilos gram negativos (*Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Pantoea*) presenta una resistencia natural a estos (Pérez 1998)

Figura 4.

Perfil de multirresistencia de las bacterias aisladas en dermatopatías caninas.



CONCLUSIONES

De los 24 caninos en estudio, del 87.50 % (21 caninos) se logró aislar al menos un microorganismo, obteniendo así 14 muestras monoetiológicas (66 %) y 7 muestras polietiológicas (34 %). *Staphylococcus coagulasa negativa* (20.69 %), *Pseudomonas aeruginosa* (20.69 %) y *Staphylococcus aureus* (17.24 %) son las especies mayormente aisladas. Los agentes menos frecuentemente aislados son *Staphylococcus epidermidis* y las enterobacterias como *Enterobacter spp*, *Enterobacter Cloacae spp*, *Proteus Mirabilis*, *Pantoea spp* y *Bacillus spp* con un porcentaje de aislamiento de 3.45 % cada uno. Las bacterias aisladas de los caninos en estudio con dermatitis bacteriana presentaron mayores porcentajes de resistencia para ampicilina (75 %), cefalexina, eritromicina (64.29 % cada una), trimetoprim sulfametoxazol (57.14 %) y ceftriaxona (57.57 %) y presentaron mayor sensibilidad a amoxicilina más ácido clavulánico (57.14 %), ciprofloxacina, gentamicina (75 % cada uno), norfloxacina (78.57 %) y amikacina con un 89.29 %.

Los antibiogramas demostraron que las bacterias

identificadas presentaron el mayor porcentaje (36.36 %) de multirresistencia a dos familias de antibióticos simultáneamente y la familia presente en todos los casos de multirresistencia son los betalactámicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Antúnez Avalos, OA. 2007. Casuística de la dermatitis bacteriana en caninos y su susceptibilidad antibiótica durante el período 2000 - 2006 en el laboratorio de microbiología y parasitología de la FMV – UNMSM (en línea). Tesis M.V. Lima, Perú, UNMSM. 66 p. Consultado 2 ago. 2021. Disponible en https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7215/Antunez_ao.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aquino Sani, VM. 2020. Frecuencia y perfil de susceptibilidad antibiótica de patógenos de casos de dermatitis bacterianas en caninos atendidos en Clínica Veterinaria Docente Cayetano Heredia durante el periodo 2014 - 2017. Tesis M.V.Z. Lima, Perú UPCH. s.p. Consultado 20 jul. 2021.

- Disponible en <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/8416>
- Castellanos, I; Rodríguez, G; Santos, R. 2011. Aislamiento e identificación bioquímica de microorganismos bacterianos a partir de infecciones de piel en caninos (en línea). *Revista de Medicina Veterinaria* (22): 21-30. Consultado 3 ago. 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a03.pdf>
- Cumbe Vásquez, PC. 2018. Identificación de dermatopatías bacterianas en caninos (en línea). Tesis MVZ. Cuenca, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana 164 p. Consultado 03 mar. 2019. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15530/1/UPS-CT007629.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Antimicrobial Resistance: Policy review and development framework (en línea). Bangkok, Tailandia. 72p. Consultado 04 mar. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/CA1486EN/ca1486en.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Resistencia a los antimicrobianos (en línea, sitio web). Consultado 04 mar. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/antimicrobial-resistance/es>
- Ghidini, F; Piancastelli, C; Taddei, S; Gandolfo, E; Cavirani, S; Cabassi, CS. 2011. Antibiotic sensitivity of bacterial isolates from cases of canine dermatitis (en línea, sitio web). *New Microbiological* 34:403-408. Consultado 25 jul. 2021. Disponible en http://www.newmicrobiologica.org/PUB/allegati_pdf/2011/4/403.pdf
- Hariharan, H. Gibson, K. Peterson, R. Frankie, M. Mathew, V. Daniels, J. Martin, NA. Andrews, L. Paterson, T. Sharma, RN. 2014. *Staphylococcus pseudintermedius* and *Staphylococcus schleiferi* subspecies *coagulans* from canine pyoderma cases in Grenada, West Indies, and their susceptibility to betalactam drugs (en línea). *Hindawi* corporación editorial: 4(2): 1-7. consultado 25 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/260486568_Staphylococcus_pseudintermedius_and_Staphylococcus_schleiferi_Subspecies_coagulans_from_Canine_Pyoderma_Cases_in_Grenada_West_Indies_and_Their_Susceptibility_to_Beta-Lactam_Drugs
- Hernández Barrera, JC; Angarita Merchán M; Prada Quiroga CF. 2017. Impacto del uso del antimicrobianos en Medicina Veterinaria (en línea, sitio web). *Revista Ciencia y Agricultura* 14(2): 27-38. Consulta 10 oct. 2021. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7146>
- Hillier, A; Alcorn, J; Cole, L; Kowalski, J. 2006. Pyoderma caused by *Pseudomonas aeruginosa* infection in dogs: 20 cases (en línea). *European Society of Veterinary Dermatology* 17(6): 432-439. Consultado 15 Jul. 2021. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3164.2006.00550.x>
- Inal, S; Bagatir, E; Kuruca, N. Sezener, MG; Inal, K; Findik, A; Güvenk, T. 2021. Septicemia and Multiple Abscesses Associated with *Pantoea agglomerans* in a Dog (en línea). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 27(3): 403-407. Consultado 25 jun 2021. Disponible en http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_L_2793.pdf
- Machicote Goth, G. 2011. Dermatología canina y felina. Navarra, España. Servet. p 61-77.
- Mansilla Estrada, JA. 2011. Sensibilidad a la gentamicina por los microorganismos productores de pioderma superficial en caninos (en línea). Tesis M.V. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 65 p. Consultado 16 jul 2021. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2971/>
- Muñoz Ibarra, E. 2017. Análisis en el comportamiento en los principales géneros bacterianos frente antimicrobianos, obtenidos a partir de muestras clínicas de origen animal remitidas de un laboratorio veterinario de la ciudad de Cali, Colombia durante los años 2013 – 2014. (en línea). Especialización en Diagnostico de Laboratorio Veterinario. Universidad Nacional de la Plata. Consultado 17 feb 2019. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66364/Documento_completo___pdf?sequence=1&fbclid=IwAR1P04vo03kGs-To3t3SRudJzoEDHI5BPE680_fFd8gsTF51IP7KIW-Wk9zs
- NCCLS (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2002. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated from Animals; Approved Standard (en línea). M31-A2. 2 ed. Pensilvania, Estados Unidos. 19(11): 1-107. Consultado 20 nov. 2020. Disponible en <https://demo.nextlab.ir/getattachment/45f0bc90-98b5-4705-a4ad-83c4723c6310/M23-A2.pdf>
- Obayes AL-Khikani, EH; Jawad Kadim, B; Salman Ayit, A; Hamza Abidalali, M. 2020. Evaluating Cephalosporin Resistance in Pathogenic Bacteria Isolated Clinically (en línea). *World News of Natural Science* 31:110-119. Babil, Iraq. Consultado 15 jul 2021. Disponible en <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-57da8dcb-d70c-4d04-8f0e-67fdcdcb0df9>
- Okwundu, N.; Mercer, J. 2019. *Pantoea agglomerans* Cutaneous Infection (en línea, revista). *Journal of Dermatology and Dermatologic Surgery* 23(1):41-43. Consultado 25 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/330625462_Pantoea_agglomerans_cutaneous_infection
- Ortega, D; Acosta B; Ferrer, O. s.f. Pioderma canina (en línea). *Revista canaria de las ciencias veterinarias,*

- No. 8. Las Palmas, España. 11 p. Consultado 08 jul 2021. Disponible en https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/12462/1/0280574_00008_0014.pdf
- Paterson, S. 2009. Manual de enfermedades de la piel en perros y gatos. 2ed. Buenos Aires, Argentina. Intermedica. 400 p.
- Pedersen, K; Pedersen, K; Jensen, H; Finster, K; Jensen F, V; Heuer E., O. 2007. Occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from diagnostic samples from dogs (en línea). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 60(4): 775–781. Consultado 17 feb. 2019. Disponible en <https://academic.oup.com/jac/article/60/4/775/711856>
- Pérez, RM. 1998. Resistencia bacteriana a los antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria (en línea). *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*. 22(3): 57-67. Madrid, España. 11 p. Consultado 1 ago. 2021. Disponible en <https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/docs/bacterias.pdf>
- Prescott JF. 2008. Antimicrobial use in food and companion animals (en línea). Ontario, Canada. *Animal Health Res Rev*. 9(2): 127-133. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en <http://doi.org/10.1017/S1466252308001473>
- Russell Ortiz, NP. 2014. Análisis de las indicaciones terapéuticas para el pioderma canino por *Staphylococcus pseudintermedius* (en línea). Memoria M.V. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 25 p. Consultado 27 jul 2021. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132028/An%C3%A1lisis-de-las-indicaciones-terape%C3%BAticas-para-el-pioderma-canino-por-Staphylococcus-pseudintermedius.pdf?sequence=1>
- Suarez, C; Guidol, F. 2009. Antibióticos betalactámicos (en línea). *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*. Elsevier 27(2): 116-129. Barcelona, España. Consultado 18 jul 2021. Disponible en <https://medes.com/publication/49183>
- Uday Bayolima, AB. 2018. Antibiograma de los agentes bacterianos de las dermatopatías bacterianas en caninos (en línea). Tesis M.V.Z. Cuenca, Ecuador, UPS. 125 p. Consultado el 18 ago. 2021. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15529>



Artículo científico

Caracterización del riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) y prurigo lumbar (Scrapie) a El Salvador a través de las importaciones de animales, productos y subproductos de especies rumiantes en el periodo de enero 2016 – junio 2020

Riasco-Mendoza, M.

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

Jarquin-Hernández, M.

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

López-Salazar, C.D.

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

Aguilar-Pichinte, V.R..

Ministerio de Agricultura y Ganadería, División de Servicios Veterinarios, Área de Análisis de Riesgo, docente investigador.

RESUMEN

Se recopiló información sobre las importaciones de animales realizadas por El Salvador, así como de productos y subproductos de origen bovino, ovino y caprino durante el periodo enero 2016 a junio del 2020; los datos de obtuvieron de las estadísticas disponibles en el Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA), de los servicios en línea de la División de Cuarentena Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. Estos se ordenaron en cuadros, uno para cada especie animal estudiada, de forma anual. Las mercancías se clasificaron de acuerdo al nivel de riesgo de introducción de EEB o Scrapie, y los países de procedencia se clasificaron según la categoría de riesgo o estatus sanitario declarado en el Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS) de la OIE, posteriormente se realizó un cruce de variables de estos datos en una escala de riesgo predefinida, lo cual permitió obtener información para la caracterización del riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) y prurigo lumbar (Scrapie) al país. Se estableció la escala de riesgo de EEB de 0.5 a 2.5, si el valor es $n \leq 1$, indica un nivel de riesgo bajo; si $1 < n < 2$, indica un nivel de riesgo medio y si $n \geq 2$, indica un nivel de riesgo alto. Se determinó entonces, que el riesgo de introducción de EEB es medio, ya que los resultados anuales oscilaron entre 1.45 y 1.54. Por otra parte, se estableció la escala de riesgo de Scrapie de 0.5 a 5.5, si el valor es $n \leq 2$, indica un nivel de riesgo bajo; si es $2 < n \leq 3.5$, indica un riesgo medio; y si $n > 3.5$ indica un riesgo alto. Se determinó entonces que, el riesgo de introducción de Scrapie al país fue medio, ya que los resultados anuales oscilaron entre 2.10 y 2.38.

Palabras clave: caracterización de riesgo, encefalopatía espongiforme bovina, prurigo lumbar, categoría de riesgo, escala de riesgo.

ABSTRACT

Information about animals, products and by-products of bovine, ovine and goat origin imports was collected, from January 2016 to June 2020, done by El Salvador; The information was obtained from the statistics available in the Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA) of the online services of the División de Cuarentena Agropecuaria of the Ministerio de Agricultura y Ganadería of El Salvador. This information was arranged in paintings, one for each animal species studied, on an annual basis, the goods were classified according to the level of risk of introducing BSE or Scrapie, and the countries of origin were classified according to the category of risk or sanitary status declared in the OIE World Animal Health Information System (OIE-WAHIS), subsequently a crossover of variables of these data was carried out on a predefined risk scale, which allowed obtaining information for the characterization of the risk of introducing Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) and Scrapie to the country. The BSE risk scale was established from 0.5 to 2.5, if the value is $n \leq 1$, it indicates a low risk level; if $1 < n < 2$, it indicates a medium risk level and if $n \geq 2$, it indicates a high risk level. Then, it was determined that the risk of introducing BSE is medium, because the annual results ranged between 1.45 and 1.54. On the other hand, the PL risk scale was established from 0.5 to 5.5, if the value is $n \leq 2$, it indicates a low risk level; if it is $2 < n \leq 3.5$, it indicates a medium risk; and if $n > 3.5$ indicates a high risk. Then, it was determined that the risk of introducing Scrapie to the country was medium, because the annual results ranged between 2.10 and 2.38.

Keywords: risk characterization, Bovine Spongiform Encephalopathy, Scrapie, Risk category, Risk scale.



Título en inglés:

Characterization of the risk of introducing Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) and Scrapie into El Salvador through imports of animals, products and by-products of ruminant species in the period January 2016 - June 2020

Correspondencia:

david.salazar@ues.edu.sv

Presentado:

26 de mayo de 2022

Aceptado:

2 de septiembre de 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

El Salvador es un país que realiza importaciones de animales, productos y subproductos constantemente, los productos de origen animal, si no se siguen las medidas de bioseguridad adecuadas, tienen un riesgo de poseer agentes patógenos ya sea antes, durante o después de la elaboración o procesamiento. Estos patógenos pueden ser de diferentes orígenes, entre los cuales se encuentran los priones, que podrían estar presentes en tejidos específicos de animales infectados por encefalopatías espongiformes transmisibles (EET), como la encefalopatía espongiforme bovina (EEB) en ganado bovino y el prurigo lumbar (Scrapie o PL) en ovinos y caprinos, las cuales son enfermedades neurodegenerativas crónicas, caracterizadas por producir disfunción motora, degeneración neuronal y finalmente la muerte (Badiola *et. al* 2019). Mantener una vigilancia y control de los animales, productos y subproductos que se importan, permite obtener y mantener una categoría de riesgo o un estatus sanitario ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre estas enfermedades.

En la actualidad, El Salvador es un país que no posee una categoría de riesgo para EEB ni un estatus sanitario para PL, lo cual limita la actividad mercantil en la exportación de animales vivos, productos y subproductos de origen rumiante. Para obtener la categoría de riesgo o el estatus sanitario de EEB y PL se debe cumplir lo establecido en el código sanitario para los animales terrestres, proporcionado por la OIE. En el caso de El Salvador, se debe comenzar por establecer si se ha reportado la existencia de dichas enfermedades, también identificar el riesgo de introducción de estos padecimientos a través de las importaciones de origen animal, para ello, el análisis de riesgo asociado a las importaciones es una herramienta objetiva y justificable que evalúa los riesgos de enfermedad asociados a cualquier importación de animales, sus productos, material genético animal, alimentos para animales, productos biológicos y material patológico (OIE 2019a).

Se realizó la caracterización del riesgo de introducción de las enfermedades EEB y PL mediante las importaciones de mercancías de origen bovino, ovino y caprino, desde países de todo el mundo, en el periodo de enero 2016 a junio 2020. De estos productos se identificaron las que tienen un potencial riesgo para la introducción de dichas enfermedades al país, posteriormente, se estudió el peligro que representan los productos, para El Salvador desde donde se realiza la importación, con el fin de obtener un promedio que indica el nivel de riesgo de la introducción de las enfermedades a nuestro país. La información obtenida es de importancia para lograr la caracterización de este riesgo y así ser de utilidad a las autoridades veterinarias oficiales de El Salvador.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación, duración

Se revisó, recopiló y analizó información mediante una revisión en línea, de los registros virtuales de la base de datos del Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA) de los servicios en línea de la División de Cuarentena Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) que detallan el ingreso de productos de origen bovino, ovino y caprino, así como también el país de procedencia y fechas de transacciones. Esta recopilación, clasificación y análisis de datos se realizó durante los meses de agosto 2020 a mayo del 2021.

2.2. Metodología de campo

Se realizó una investigación descriptiva con enfoque cualitativo, de carácter observacional, con una relación cronológica de los hechos retrospectivos del periodo comprendido desde enero del año 2016 hasta junio del año 2020, recopilando la información de manera longitudinal mediante una revisión, en línea, de archivos de las importaciones de productos de origen animal de la base de datos del Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA) de los servicios en línea de la División de Cuarentena Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Se elaboraron libros en Excel 2016®, uno para cada especie (bovinos, caprinos y ovinos), los datos recopilados del SISA, se tabularon en una matriz de datos en una hoja de cada uno de los libros, de acuerdo a la especie animal de origen.

Los datos obtenidos detallan el código arancelario, nombre del producto, país de procedencia, mes y año de ingreso, cantidad en kilogramos del producto y su costo en dólares americanos. Después de ordenar los datos recopilados del SISA, se revisaron y se clasificaron los productos y subproductos de acuerdo a los materiales específicos de riesgo (MER) para encefalopatía espongiforme bovina como riesgo de infección alto (RIA), riesgo de infección medio (RIM) y riesgo de infección bajo (RIB) según las recomendaciones en el Código Sanitario para los Animales Terrestres (OIE 2019a); y para prurigo lumbar como riesgo de alta infectividad (RAI), riesgo medio de infectividad (RMI) e infectividad no detectada (IND) siguiendo las recomendaciones de OIE (OIE 2019b), descartando de la lista, las mercancías que no son materiales de riesgo (Tabla 1 y Tabla 2).

También se clasificaron los países de donde provinieron dichos productos o subproductos, de acuerdo a su categoría de riesgo o estatus sanitario de EEB o PL respectivamente, de la siguiente manera para EEB: riesgo de EEB indeterminado (RIN), riesgo de EEB controlado (RC) y riesgo de EEB insignificante (RI); para PL: no hay

Tabla 1.
Clasificación de los productos derivados del bovino según categoría de riesgo de contagio de EEB.

NIVEL DE RIESGO	TEJIDOS
Riesgo de infección alto	Cerebro*, médula espinal*, ojos*.
Riesgo de infección medio	Bazo, amígdalas*, nódulos linfáticos, intestino*, fluido cerebroespinal, pituitaria, glándulas suprarrenales, placenta, glándula pineal, duramadre.
Riesgo de infección bajo	Médula ósea, hígado, pulmones, páncreas, nervios periféricos, mucosa nasal, timo.
Riesgo de infección no detectable	Músculos, corazón, glándula mamaria, leche, coágulos, suero sanguíneo, heces, riñón, tiroides, pelo, piel, orina, glándula salivar, saliva, ovarios, útero, testículos, tejido fetal, bilis, hueso sin médula, cartílago, tejido conectivo.

*Tejidos prohibidos por ser considerados como MER.

Fuente: elaborado con base en FAO 2003:56

Tabla 2.
Clasificación de los productos derivados de pequeños rumiantes según categoría de riesgo de contagio de prurigo lumbar.

NIVEL DE RIESGO	TEJIDOS
Riesgo de alta infectividad	Cerebro, médula espinal, retina, nervio óptico, ganglios espinales, ganglio trigémino, glándula pituitaria.
Riesgo de menor infectividad	<p>Sistema nervioso periférico: nervios periféricos, ganglios autonómicos.</p> <p>Tejido linforreticular: bazo, nódulos linfáticos, tonsilas, membrana nictitante, timo.</p> <p>Tracto alimenticio: esófago, rumen, abomaso, duodeno, yeyuno, íleon, colon, ciego, recto.</p> <p>Tejidos reproductivos: placenta, ovarios, útero.</p> <p>Otros tejidos: ubre, piel, corazón, pericardio, pulmones, hígado, riñón, páncreas, médula ósea, músculo esquelético, lengua, vasos sanguíneos, mucosa nasal, glándula salival.</p> <p>Fluidos corporales y secreciones: líquido cefalorraquídeo, leche, sangre, saliva, orina, heces.</p>
Infectividad no detectada	<p>Tejido reproductivo: testículos, próstata, epidídimo, vesícula seminal, semen, fetos, embriones.</p> <p>Otros tejidos: glándula tiroides.</p>

Fuente: adaptado de EFSA 2010.

información disponible (NID), infección limitada a una o más zonas (ILZ), enfermedad limitada a una o más zonas (ELZ), enfermedad presente (EP), enfermedad sospechosa no confirmada limitada a una o más zonas (ESNCLZ), infección/infestación (Inf), enfermedad sospechosa no confirmada (ESNC), enfermedad ausente (EA) y enfermedad nunca señalada (ENS). La OIE ha establecido estos estatus

zoosanitarios, de los cuales para EEB son categorías establecidas por requerir estatus zoosanitario oficial (OIE 2021).

Con base a lo anterior, se elaboró una escala numérica de riesgo para cada enfermedad en estudio, EEB (Tabla 3) y PL (Tabla 4), la cual incluye en su matriz una variable

independiente (nivel de riesgo del producto, antes descrito) y una dependiente (categoría de riesgo del país o estatus zoonosanitario, antes descrito), la escala de riesgo está enumerada de 0.5 en 0.5, siendo 0.5 el riesgo más bajo para ambas enfermedades.

Se agruparon los países exportadores de forma anual; una hoja de Excel para cada año en sus respectivos libros, donde se realizó el conteo de las veces que cada país exportó productos hacia El Salvador en cada año, ya que entre más exportaciones más riesgo, por lo que en los resultados de esta investigación se presenta la proporción de importaciones de los países en cada año, pero no es parte de la caracterización de riesgo, solo es la representación de la importancia que tiene cada país dependiendo de los volúmenes de mercancías que exportaron.

Luego se elaboró la matriz de riesgo (Tabla 5), una para cada especie (bovino, ovino, caprino), en una hoja de su respectivo libro de Excel, en ellas se incluye, en la variable independiente, las mercancías, cada una con su nivel de riesgo, y en la variable dependiente los años del estudio (2016 al 2020), dentro de cada año, se encuentran los países exportadores y las categorías de riesgo o estatus zoonosanitarios correspondientes.

El dato obtenido en la escala numérica de riesgo se ubicó en la matriz de riesgo, ya que en la primera se realizó un cruce de variables entre el nivel de peligro de la mercancía importada y la categoría de riesgo o estatus sanitario del país de procedencia de dicha mercancía (variable independiente y variable dependiente, respectivamente), luego en matriz de riesgo se ubicó el número obtenido en la escala previa, de acuerdo a los datos ingresados, es decir, dependiendo del año, mercancía, país de procedencia y sus respectivos niveles de riesgo. Al tener los datos completos en la matriz de riesgo para cada especie, se obtuvo un promedio, el cual indica el nivel de riesgo de introducción de las enfermedades que representó el país de procedencia durante ese año. Las mercancías de origen bovino representan el nivel de riesgo de introducción de EEB y, las de origen ovino y caprino representan el nivel de riesgo de introducción de PL.

Luego de obtenidos esos promedios de cada país, se elaboraron gráficos de barras que ayudaron a realizar la caracterización del riesgo para cada año. Y posteriormente se hizo un consenso para cada enfermedad promediando todos los países a manera de obtener un solo dato para cada año y así obtener el nivel o categoría de riesgo de introducción de cada enfermedad en cada uno de los años del estudio. Para definir la categoría de riesgo obtenido en los promedios, se utilizaron los rangos presentados en las Tablas 6 y 7.

Tabla 3.
Escala numérica de riesgo para EEB.

Escala numérica de riesgo de EEB			
Valor	RIA	RIM	RIB
Riesgo indeterminado	2.5	2	1.5
Riesgo controlado	2	1.5	1
Riesgo insignificante	1.5	1	0.5

Tabla 4.
Escala numérica de riesgo para PL.

Escala numérica de riesgo de PL			
Valor	RAI	RIM	IND
No hay información disponible para esta enfermedad	5.5	5	4.5
Infección / infestación limitada a una o más zonas	5	4.5	4
Enfermedad limitada a una o más zonas	4.5	4	3.5
Enfermedad presente	4	3.5	3
Enfermedad sospechosa pero no confirmada, limitada a una o más zonas	3.5	3	2.5
Enfermedad sospechosa pero no confirmada	3	2.5	2
Enfermedad ausente	2.5	2	1.5
Enfermedad nunca señalada	2	1.5	1
Enfermedad sospechosa pero no confirmada	1.5	1	0.5

Tabla 5.
Matriz de riesgo de algunas mercancías de origen bovino del año 2016.

Nivel de riesgo país / Producto importado	Bovino en pie para sacrificio			Bovino para reproducción			Callos de bovino cocidos congelados			Carne de bovino adobada			Carne de bovino congelada en trozos, sin deshuesar			
	RIA	RIM	RIB	RIA	RIM	RIB	RIA	RIM	RIB	RIA	RIM	RIB	RIA	RIM	RIB	
Costa Rica	REEBIN															
	REEBC															
	REEBI			1.5						1.5					0.5	
España	REEBIN															
	REEBC															
	REEBI															
Guatemala	REEBIN	2.5			2.5											
	REEBC															
	REEBI															
Holanda	REEBIN															
	REEBC															
	REEBI															
Honduras	REEBIN	2.5														1.5
	REEBC															
	REEBI															
Irlanda del norte	REEBIN															
	REEBC															
	REEBI															
México	REEBIN															
	REEBC															
	REEBI				1.5											
Nicaragua	REEBIN															
	REEBC	2			2											1
	REEBI															

Tabla 6.
Rangos de los niveles de riesgo de introducción de EEB.

Escala de riesgo EEB	PROMEDIO
Riesgo alto	$n \geq 2$
Riesgo medio	$1 < n < 2$
Riesgo bajo	$n \leq 1$

Tabla 7.
Rangos de los niveles de riesgo de introducción de PL.

Escala de riesgo EEB	PROMEDIO
Riesgo alto	$n > 3.5$
Riesgo medio	$2 < n \leq 3.5$
Riesgo bajo	$n \leq 2$

Metodología Estadística

Para la sistematización de la información, se utilizó la estadística descriptiva, por medio de la elaboración de cuadros de doble entrada, en el software Microsoft Excel 2016 (v16.0)®, donde se realizó la tabulación y clasificación de las bases de datos según año de ingreso, producto y país de procedencia, realizando un cruce de variables, que permitió obtener información para la realización y lograr la caracterización del riesgo de ingreso de EEB y PL a El Salvador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la caracterización del riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina (EEB).

Se caracterizó el riesgo de introducir EEB desde 16 países exportadores a El Salvador, y el nivel de infectividad de 36 productos y subproductos de origen bovino en la escala de riesgo de EEB, significando un riesgo medio de introducción de EEB a El Salvador a través de dichas importaciones. Los resultados obtenidos por cada país desde el año 2016 hasta el mes de junio del 2020 se presentan a continuación.

Caracterización del riesgo para el año 2016

En el año 2016 los países que representaron un riesgo alto en la posible introducción de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) a El Salvador por medio de las importaciones, fueron Guatemala, Honduras y Tailandia; ya que ninguno de estos países poseía una categoría de riesgo ante la OIE (2019a) en ese año, se dice entonces que su categoría de riesgo es de EEB indeterminado.

Los países que representaron un riesgo medio de introducción de la enfermedad en el año 2016 fueron República Dominicana, Costa Rica, España, México, Panamá y Estados Unidos; República Dominicana no posee un reconocimiento de su categoría de riesgo ante la OIE (2019a) en ese año; Nicaragua es un país que para el año 2016 su categoría de riesgo fue reconocida por la OIE (2019a) como riesgo controlado; Costa Rica, España, México, Panamá y Estados Unidos, son países que para el año 2016 tuvieron una categoría de “riesgo insignificante” para encefalopatía espongiforme bovina.

El país que representó un riesgo bajo en la introducción de la enfermedad fue Alemania, que también se categorizó como riesgo insignificante en 2016, al igual que República Checa.

En general, el promedio anual, que representa el nivel de riesgo de introducción de esta enfermedad para el año 2016, fue de 1.53 en la escala de riesgo, por lo tanto, se determinó un riesgo medio de introducción de encefalopatía espongiforme bovina a El Salvador.

Los países de riesgo alto para el 2016, fueron Guatemala, Honduras y Tailandia. Aparte de no tener una categoría de riesgo, todos los productos que nos exportaron representaron en un 100 % productos con riesgo alto de infección.

Del total de las importaciones del año 2016, se determinó que El 54.84 % de las importaciones fueron de riesgo alto de introducción de riesgo de EEB al país. El 4.69 % de las importaciones fueron riesgo medio. Y el 40.47 % restante de las importaciones fueron de riesgo bajo.

Las mercancías que representaron un mayor riesgo de importación fueron los bovinos en pie para sacrificio y reproducción provenientes de Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y México, los cuales representan un riesgo alto por ser animales que ingresan al país que pueden portar el agente causal de la enfermedad, el peligro verdaderamente no está representado por el animal vivo, el peligro radica en la contaminación de la canal con materiales específicos de riesgo (MER).

Las diferentes presentaciones de carne molida y en tortas también representan un riesgo alto porque no se conoce la

forma de preparación del producto, ya que esto depende del momento y el método de la realización de los cortes específicos o a la utilización de remanentes de la canal, lo cual constituye un factor de riesgo de que en la carne exista contaminación MER. Al mismo tiempo, la grasa de pecho de bovino también es un producto catalogado como riesgo alto por no poseer especificaciones sobre el porcentaje de impurezas insolubles de proteína (que no exceda el 0.15 % de su peso) de dicho producto, además de que el objetivo principal de la importación es para industrias cosméticas, no se descarta la posibilidad de que pueda ser utilizada para la elaboración de alimentos concentrados para el consumo animal.

Las harinas de carne y hueso de bovino para consumo animal, son productos destinados para la fabricación de alimentos para animales monogástricos, pero siempre existe el riesgo de que sean utilizadas como materia prima en alimentos para rumiantes. El hueso de columna vertebral de bovino, es destinado para el consumo humano, pero no está exenta la posibilidad de que este producto o sus despojos lleguen a ser incluidos en la alimentación de rumiantes.

Caracterización del riesgo para el año 2017

Para el año 2017, los países que representaron un riesgo alto en la introducción de EEB, fueron Ucrania, Guatemala y Tailandia, ya que seguían sin disponer de una categoría de riesgo para esta enfermedad, según OIE (2019a).

Los países que representaron un riesgo medio en la entrada de EEB al país, fueron Honduras, Holanda, Nicaragua, República Dominicana, Costa Rica, España, México y Estados Unidos de América. Honduras y República Dominicana no tenían una categoría de riesgo ante la OIE (2019a). Nicaragua seguía siendo reconocido como país de “riesgo controlado” ante la OIE. Costa Rica, España, Holanda, México y Estados Unidos, fueron países cuya categoría era reconocida ante la OIE (2019a) como riesgo insignificante este año.

Los países que resultaron con un riesgo bajo de introducción de EEB fueron Alemania, República Checa y Panamá. Estos países eran reconocidos con riesgo insignificante ante la OIE (2019a).

El promedio total en 2017 fue de 1.54, representando un “riesgo medio de introducción” de EEB a El Salvador.

Guatemala y Tailandia continuaron representando riesgo alto de introducción de EEB en el 2017. Las mercancías de origen bovino importadas desde esos países, representaron en un 100 % importaciones de riesgo alto. Se incluye este año a Ucrania, ninguno de los tres países poseía una categoría de riesgo ante la OIE (2019a). Las mercancías de los países eran productos y subproductos de especies

susceptibles a EEB.

En el 2017 de todos los productos de riesgo que se importaron al país, el 51.30 % eran de alto riesgo, el 6.51 % fueron de riesgo medio y el 42.19 % fueron de riesgo bajo.

El riesgo de los productos es similar al año 2016, la diferencia radica en su cantidad; además se realizó la importación de plasma de bovino congelado y plasma de bovino deshidratado, estos productos no están relacionados directamente con EEB, el riesgo sanitario radica en que el producto es de origen biológico y no posee un mayor grado de procesamiento y es considerado de riesgo alto por la posibilidad de introducción de diferentes enfermedades.

Caracterización del riesgo para el año 2018

En el 2018, los países con un riesgo alto en la entrada de EEB fueron Guatemala, Tailandia y Ucrania. Ninguno de los países disponía de una categoría de riesgo ante la OIE (2019a).

Los países con un “riesgo medio” de ingreso de EEB fueron Costa Rica, España, Honduras, México, República Dominicana y Estados Unidos de América. Honduras y República Dominicana no disponían de una clasificación de riesgo ante la OIE. Costa Rica, España, México y Estados Unidos de América para el año 2018 se reconocían como de “riesgo de EEB insignificante” ante la OIE (2019a).

Los países que obtuvieron un riesgo bajo ante la entrada de EEB fueron Alemania, Argentina, Nicaragua, República Checa y Panamá. Todos tenían el reconocimiento de “riesgo insignificante” ante la OIE (2019a). En este año Nicaragua logró obtener el reconocimiento ante la OIE como país con riesgo insignificante de EEB.

En general, se obtuvo un promedio total anual de 1.45 en la escala de riesgo, representando un riesgo medio de introducción de EEB.

En 2018, Guatemala, Tailandia y Ucrania fueron los países con el mayor riesgo de introducción de EEB. El 100 % de las importaciones de Guatemala y Tailandia eran de riesgo alto. Mientras que Ucrania el 50 % eran de riesgo alto y el otro 50 % eran de riesgo medio.

En 2018, el 48.24 % de las importaciones fueron de alto riesgo, el 10.03 % de las importaciones fueron de riesgo medio y el 41.73 % fueron de riesgo bajo. Productos de nuevo ingreso como callos de bovino cocidos congelados y muestra de callos de bovino cocido congelado representan un riesgo medio de introducción de EEB al país debido a que las vísceras son consideradas como un riesgo moderado según la OIE (2019a). También, la tripa de colágeno fue un producto de nuevo ingreso, considerado como una

mercancía de riesgo alto por la razón que se desconoce si el colágeno proviene de hueso o de piel del animal.

Caracterización del riesgo para el año 2019

En el año 2019, los países que representaron un riesgo alto de introducción de EEB fueron Guatemala, Tailandia y Ucrania, ninguno de los países poseía un estatus sanitario oficial ante la OIE (2019a).

Los países que representaron un riesgo medio en la introducción de la enfermedad fueron España, Honduras, México, República Dominicana y Estados Unidos de América. Honduras y República Dominicana no tenían una clasificación ante la OIE. España, México y Estados Unidos fueron reconocidos por la OIE (2019a) como “riesgo de EEB insignificante”.

Los países con un riesgo bajo en la entrada de EEB fueron Alemania, Costa Rica, Nicaragua, República Checa y Panamá. Todos estos países seguían siendo reconocidos por la OIE (2019a) como países de “riesgo insignificante”.

Para el año 2019, se obtuvo un promedio total anual de 1.49 en la escala de riesgo, representando este un riesgo medio en la introducción de EEB a El Salvador.

Para el 2019 fueron Guatemala, Tailandia y Ucrania los países que representaron el mayor riesgo de entrada de EEB al país.

El 100 % de las importaciones realizadas desde Guatemala y Tailandia fueron de riesgo alto. El 16.67 % de los productos traídos desde Ucrania fueron de riesgo alto y el otro 83.33 % correspondían a de riesgo medio.

En el año 2019, el 45.42 % de las importaciones fueron de riesgo alto, el 10.29 % de los productos fueron de riesgo medio y el 44.29 % de riesgo bajo. Además, se realizaron nuevas importaciones entre las cuales se destaca el intestino delgado (tripa congelada) de bovino, que es un producto considerado de riesgo moderado ante la OIE (2019a).

Caracterización del riesgo para el periodo enero 2020 – junio 2020

En el año 2020, el estudio se realizó hasta el mes de junio. Los países que representaron un riesgo alto en la entrada de EEB fueron El Salvador, Honduras, Ucrania, Guatemala y Tailandia ya que no poseían una categoría de riesgo de la OIE (2019a). En el registro de las importaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (MAG), El Salvador también aparece como exportador, la razón por la que está registrado de esa forma es porque el producto (suero fetal bovino) es de origen salvadoreño, pero se trasladó hacia Guatemala para ser procesado y

posteriormente regresó conservando el origen nacional. El Salvador no tiene un reconocimiento oficial de EEB ante la OIE (2019a).

Los países que representaron un riesgo medio en la entrada de la enfermedad España, México, República Dominicana y Estados Unidos de América. República Dominicana tampoco tiene un estatus zoonosanitario oficial reconocido de EEB ante la OIE (2019a). Estados Unidos, México y España son categorizados como riesgo de EEB insignificante.

Los países con un “riesgo bajo” de la entrada de EEB fueron Nicaragua, Panamá, Alemania, República Checa y Costa Rica. Todos reconocidos por la OIE (2019a) con un “riesgo de EEB insignificante”.

En el 2020, desde el mes de enero hasta junio, el nivel de riesgo de introducción de EEB a El Salvador es de 1.49 en la escala de riesgo, representando un riesgo medio.

Los países que representaron un mayor riesgo de entrada de EEB al país fueron Guatemala y Tailandia, desde los cuales el 100 % de los productos importados fueron de riesgo alto. Y también El Salvador, Honduras y Ucrania, ya que no disponen de una categoría de riesgo ante la OIE (2019a).

En general, hasta el mes de junio del año 2020, el 42.75 % de las importaciones se clasificaron como de riesgo alto, el 12.32 % de los productos con riesgo medio y el 44.92 % de riesgo bajo. El suero fetal bovino se importó por primera vez, mismo que fue exportado por el país y retornó a El Salvador.

Caracterización del riesgo anual desde enero 2016 a junio 2020 sobre la introducción de encefalopatía espongiforme bovina

En el 2016, se obtuvo un nivel de riesgo de 1.53 en la escala de riesgo de EEB, el cual representa un riesgo medio en la introducción de EEB al país. Guatemala, Honduras y Tailandia representaron mayor riesgo de introducción de EEB porque ninguno poseía un estatus sanitario ante la OIE (2019a) y el 100 % de los productos importados desde Guatemala y Tailandia eran de riesgo alto de infectividad. De todos los productos de origen bovino importados, en general, el 54.84 % fueron de riesgo alto de infectividad.

En 2017 se obtuvo un nivel de riesgo de 1.54, de igual manera, los países que representaron un riesgo alto de introducción de EEB fueron Guatemala y Tailandia por su estatus sanitario riesgo indeterminado y el 100 % de los productos que se importaron desde esos países representan riesgo alto de infectividad de EEB. Además, de todos los productos de origen bovino que se importaron, en general, más de la mitad (51.30 %) son productos que representan un riesgo alto de infectividad de EEB. En este

año hubo una mayor cantidad de productos de riesgo alto importados puesto que aumentó también la cantidad de países exportadores.

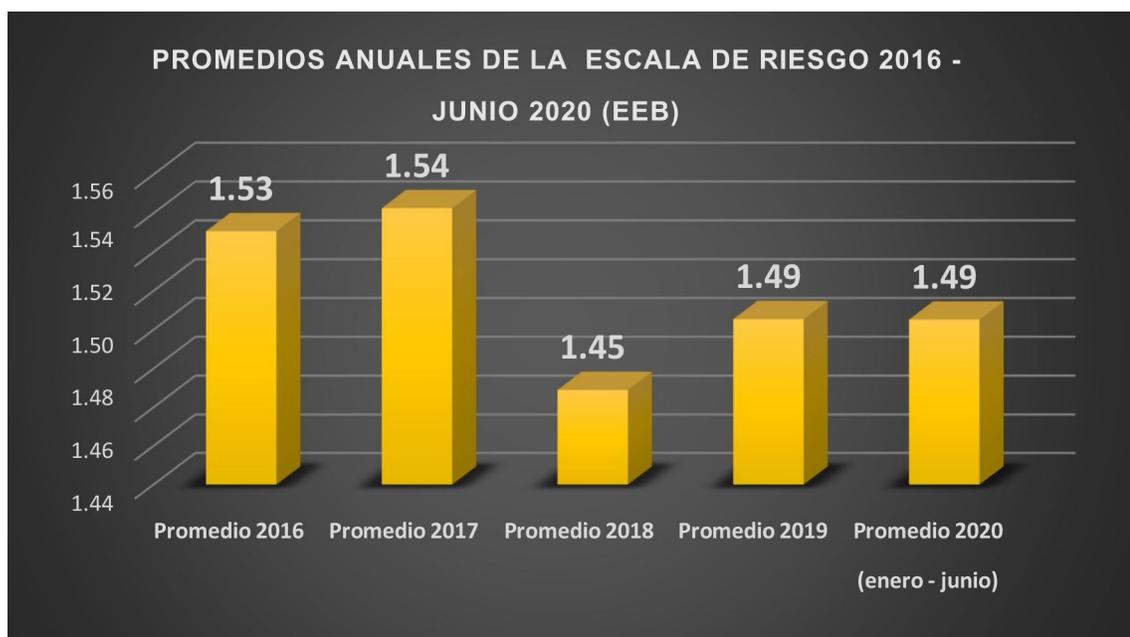
En el año 2018 se obtuvo un nivel de riesgo de 1.45, lo cual indica que disminuyó en 0.09 puntos en la escala de riesgo de EEB en comparación al año previo, y es el nivel más bajo detectado en este estudio, una de las razones radica en que para ese año Nicaragua, país desde el cual se importaron más productos de origen bovino, obtuvo su estatus sanitario de “riesgo de EEB insignificante” ante la OIE (2019a). También que, desde Panamá se importaron más productos que representan riesgo bajo a comparación del año anterior, disminuyendo su promedio en la escala de riesgo. Para el año 2018, de todos los productos de origen bovino importados en general, menos de la mitad (48.24 %) fueron de riesgo alto de infectividad.

En el 2019 se obtuvo un 1.49, el nivel subió 0.04 puntos en la escala de riesgo de EEB en comparación con el 2018, porque el nivel de riesgo de Estados Unidos de América incrementó en 0.07 puntos, también el nivel de riesgo de Honduras incrementó en 0.08 puntos. El primer país con categoría de riesgo de EEB insignificante y el segundo no posee una categoría para esta enfermedad ante la OIE (2019a). De todos los productos de origen bovino que se importaron en el año 2019, el 45.24 % fueron de riesgo alto en la posible transmisión del prion de EEB. En este año disminuye la cantidad de países con categoría de riesgo insignificante. Y países que poseen un riesgo medio en el promedio, como Estados Unidos de América, España y República Dominicana aumentan su porcentaje de importaciones. Y contrasta con las declaraciones de OIE (2019a) que a mayor número de importaciones mayor es el riesgo de entrada de la enfermedad.

El primer semestre del año 2020, se mantuvo en 1.49 el nivel de riesgo de ingreso de EEB. En ese año, El Salvador exportó suero fetal bovino y luego se importó al país, este es un producto de riesgo alto de infectividad y el estatus sanitario del país es de riesgo indeterminado y el incremento de países de riesgo alto hace mantener el promedio anual final como el año anterior, ya que, para este primer semestre del año 2020, no ingresaron tantas mercancías de origen bovino como el año anterior. El 43.41 % de todos los productos de origen bovino, fueron de riesgo alto de infectividad de EEB.

Los promedios anuales oscilaron entre 1 y 2 puntos, por lo tanto, se puede determinar que el riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina hacia nuestro país fue un riesgo medio (Figura 1).

Figura 1.
Promedios anuales de la escala de riesgo enero 2016- junio 2020, EEB.



Resultados de la caracterización del riesgo de introducción de prurigo lumbar (PL).

Se caracterizó el estatus o situación sanitaria de PL desde 9 países exportadores a El Salvador, y el nivel de infectividad de 13 productos y subproductos de origen ovino y caprino en la escala de riesgo de PL, significando un riesgo medio de introducción de PL a El Salvador a través de dichas importaciones. Los resultados obtenidos por cada país desde el año 2016 hasta el mes de junio del 2020 se presentan a continuación.

Caracterización del riesgo para el año 2016.

Para el año 2016, se considera que el riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador, en general, fue de un nivel medio, ya que se obtiene 2.35 puntos en la escala de riesgo, al promediar todos los productos de origen ovino y caprino que se importaron ese año y considerando el estatus sanitario de cada país.

Estados Unidos de América representó riesgo alto por haber presentado casos de prurigo lumbar en rebaños domésticos, y según la OIE (2019b) su estatus sanitario era de “enfermedad presente” para este año.

Italia a pesar de haber presentado casos de prurigo lumbar en rebaños domésticos, y de haber obtenido un estatus sanitario según la OIE (2019b) de “enfermedad presente”, representó un riesgo medio de introducción, debido a que los productos que se importaron representaron un riesgo medio de infectividad.

Australia, Nueva Zelanda y Uruguay, representaron riesgos bajos de introducción porque los primeros dos fueron países con estatus sanitario de “enfermedad ausente” y el último con “enfermedad nunca señalada” según la OIE (2019b) para esta enfermedad, la cual también es de declaración obligatoria en dichos países. Por lo cual los productos importados no constituyen un riesgo potencial.

Los países con mayor riesgo de introducción de prurigo lumbar fueron Italia y Estados Unidos de América. El país que más exportó productos ovicaprinos hacia El Salvador fue Estados Unidos de América, el 14.02 % de los productos importados desde ese país representaron un riesgo alto, y el 84.62 % representaron un riesgo medio de infectividad de PL. Además, el 100 % de productos importados desde Italia representaron riesgo medio de introducción de PL.

La carne de ovino con hueso congelada, fue el producto de mayor riesgo de introducción de PL, representando un 19.05 % de las importaciones de origen ovicaprino del año 2016, debido a que este producto proviene mayormente de Estados Unidos de América, el cual fue un país que presentó casos de la enfermedad. También, el riesgo se debe a que no se tiene información detallada del corte que se importa, ya que podría contener médula espinal y no está exenta la posibilidad de que este producto o sus despojos lleguen a ser incluidos en la alimentación de rumiantes, de igual manera no se conoce el método de sacrificio del animal, y la canal se pudo haber contaminado con tejidos del sistema nervioso central.

El producto que más se importó en 2016 fue queso de cabra, representando el 52.38 % de las importaciones

de productos ovicaprinos de ese año, esta importación se consideró de riesgo medio de infectividad a pesar de que su origen es Estados Unidos de América.

Caracterización del riesgo para el año 2017

El nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador en el año 2017, fue de 2.10, lo que significa que durante ese año hubo un riesgo medio de introducción de dicha enfermedad.

España fue el país que mayor riesgo representó, debido a que en ese año reportó casos de PL en rebaños domésticos de ovicaprinos y, según la OIE (2019b), la situación de la enfermedad para este país era de “enfermedad limitada a una o más zonas”, por lo que representó un nivel alto de riesgo en la introducción de prurigo lumbar.

A pesar de que Estados Unidos de América reportó casos de prurigo lumbar en rebaños domésticos de ovicaprinos, y de que obtuvo un estatus sanitario según la OIE (2019b) de “enfermedad presente”, significó un riesgo medio de introducción de prurigo lumbar, debido a que los productos que se importaron representaron un riesgo medio de infectividad.

China, México y Uruguay representaron riesgo bajo de introducción de PL, ya que según OIE (2019b), su estatus sanitario fue de “enfermedad nunca señalada” para ese año.

Los países que más exportaron productos ovicaprinos en el año 2017 hacia El Salvador, fueron China y Estados Unidos de América, el 100 % de productos importados desde ambos países figuran entre los productos que representan un riesgo medio de introducción de PL.

El 100 % de los productos y subproductos de origen ovicaprino importados en el año 2017 representaron un riesgo medio de introducción de prurigo lumbar.

Durante el año 2017 no ingresaron productos ovicaprinos que representasen un riesgo alto de introducción de PL, pero sí se importaron productos desde países que reportaron casos de esta enfermedad en rebaños domésticos de ovicaprinos, como España y Estados Unidos de América.

Caracterización del riesgo para el año 2018

Durante el año 2018, los países que representaron un riesgo alto de introducción de prurigo lumbar, fueron España y Estados Unidos de América debido a que reportaron casos de la enfermedad en rebaños domésticos de ovicaprinos, y a que, según la OIE (2019b), la situación sanitaria de la enfermedad se reconoció como “enfermedad limitada a una o más zonas” y como “enfermedad presente”, respectivamente.

De acuerdo con la OIE (2019b), China, México y Uruguay se situaron como “enfermedad nunca señalada” en ese año, por lo que significaron un riesgo bajo en la introducción de prurigo lumbar a El Salvador.

De forma general, en el año 2018, el nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar fue de 2.13, siendo este un nivel de riesgo medio, obtenido de la clasificación de productos importados y su país de origen.

Los países que representaron riesgo alto de introducción de prurigo lumbar en el año 2018, fueron España y Estados Unidos de América, debido a que ambos países reportaron casos de esta enfermedad; el 100 % de los productos importados desde España significaron un riesgo medio de introducción de PL, así como también el 66.67 % de los productos y subproductos importados desde Estados Unidos de América, y solo un 33.35 % de productos importados desde este país representaron un riesgo alto de potencial infectividad de PL. Sin embargo, estos no fueron los países desde los cuales se realizaron las mayores cantidades de importaciones.

La carne de ovino con hueso congelada, fue el producto de mayor riesgo de introducción de PL, se importó una vez desde Estados Unidos de América, país que reportó casos de la enfermedad en ese año, y este producto representa el 6.67 % de las importaciones de origen ovicaprino del año 2018.

Caracterización del riesgo para el año 2019

Los países que significaron un riesgo alto de introducción de prurigo lumbar a El Salvador durante el año 2019 fueron España y Estados Unidos de América, ya que, de acuerdo a la OIE (2019b) reportaron casos de esta enfermedad y su situación sanitaria fue de “enfermedad limitada a una o más zonas” y de “enfermedad presente”, respectivamente.

Según el Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS) de la OIE (2019b) para el año 2019, la situación sanitaria de PL para China y Uruguay fue de “enfermedad nunca señalada” y para Holanda de “enfermedad ausente”, por lo cual, son países que representaron un riesgo bajo de introducción de dicha enfermedad para El Salvador.

En general, el nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador en el año 2019 fue de 2.25 en la escala de riesgo, por lo que se considera que fue un riesgo medio.

Estados Unidos de América y España representaron mayor riesgo de introducción de PL a El Salvador. El 25 % de importaciones desde Estados Unidos de América significaron un riesgo alto de potencial infectividad de esta enfermedad y el restante 75 % fueron importaciones de riesgo medio. El 100 % de productos importados desde

España representaron un nivel medio de introducción de PL, a pesar de esto, ambos países significaron un riesgo alto de introducción de la enfermedad.

La carne de ovino con hueso congelada fue el producto con mayor riesgo de introducción de PL, especialmente por provenir de Estados Unidos de América, un país que reportó casos de la enfermedad en rebaños ovinos domésticos. Sin embargo, fue un producto que se importó con poca frecuencia, representando el 12.5 % de los productos ovinos importados en ese año.

Caracterización del riesgo para el periodo de enero 2020 a junio de 2020.

De enero a junio del año 2020, España representó un nivel alto de riesgo de introducción de PL debido a que, según la OIE (2019b), su estatus sanitario fue de “enfermedad limitada a una zona”; Estados Unidos de América, representó un nivel medio de riesgo de introducción de esta enfermedad y según la situación sanitaria de la OIE (2019b), se reporta como “enfermedad presente”, ambos países reportaron casos de PL en rebaños domésticos de ovinos.

China y Uruguay, representaron un riesgo bajo en la introducción de prurigo lumbar por ser países que, de acuerdo a la OIE (2019b), su estatus sanitario es de “enfermedad nunca señalada”.

El país que mayor riesgo de introducción de PL representó para El Salvador, fue España, por ser un país que reportó casos de la enfermedad, pero los productos que se importaron desde este país, fueron en un 100 %, de riesgo medio de infectividad, sin embargo, su nivel de riesgo de introducción es el más alto.

Estados Unidos de América exportó un 100 % de productos de riesgo medio de potencial infectividad, a pesar de ser un país donde se reportaron casos de PL, el nivel de riesgo de introducción del mismo, es medio.

Durante los primeros 6 meses del año 2020 no se importaron productos que representasen un riesgo alto de introducción de PL. El 100 % son productos de riesgo medio, pero predominan los productos provenientes de países donde se han reportado casos de esta enfermedad, siendo el 60 % del total de las importaciones de origen ovino.

Caracterización del riesgo anual desde enero 2016 a junio 2020 sobre la introducción de Prurigo Lumbar.

En el año 2016, el nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador fue de 2.35, representando

un nivel medio ya que se importó desde Estados Unidos de América un producto que podría contener material específico de riesgo (carne de ovino con hueso congelada), además se debe considerar que este país reportó casos de prurigo lumbar en ese año y que su estatus sanitario fue de “enfermedad presente”. De todos los productos ovinos importados durante el año 2016, el 19.05 % representaron un riesgo alto de infectividad de prurigo lumbar.

Para el año 2017 no ingresó el producto “carne de ovino con hueso congelada” a nuestro país, por lo que, el nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar, disminuyó a 2.1, sin embargo, sigue siendo un nivel de riesgo medio de introducción, pero es el más bajo identificado en este estudio. Siempre se importaron productos desde España y Estados Unidos de América, que fueron países que reportaron casos de esta enfermedad en rebaños ovinos domésticos. Todos los productos importados durante el año 2017 representaron un riesgo medio en la introducción de prurigo lumbar al país.

En el año 2018 se elevó 0.03 puntos el nivel en la escala de riesgo de prurigo lumbar, llegando a 2.13, esto fue porque ingresó de nuevo el producto “carne de ovino con hueso congelada” procedente de Estados Unidos de América, que es un producto con riesgo alto de infectividad y el país reportó casos de prurigo lumbar. De todas las importaciones de productos ovinos que se realizaron durante este año, el 6.67 % representaron un riesgo alto de infectividad; el nivel de riesgo de introducción de la enfermedad fue de riesgo medio para el año 2018.

En el año 2019 el nivel de riesgo aumentó a 2.25 en la escala de riesgo de prurigo lumbar. Desde Estados Unidos de América nuevamente se introdujo carne con hueso congelada, lo cual incrementa el riesgo de introducción por ser un producto que podría contener material específico de riesgo y porque este país reportó casos de prurigo lumbar. De todos los productos ovinos importados en el año 2019, el 12.5 % representan riesgo alto de introducción de prurigo lumbar lo que significa mayor porcentaje de productos de riesgo alto que el año anterior. El nivel de riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador, fue de riesgo medio en el año 2019.

Para el año 2020, haciendo el supuesto de que los estatus sanitarios de prurigo lumbar para los países exportadores se mantienen de la misma tendencia que los años anteriores, es el año que mayor nivel de riesgo ha representado en este estudio, posiblemente porque desde España, que siempre exportó los mismos productos de riesgo medio de infectividad, incluyó en sus exportaciones otro producto de riesgo medio, el cual fue pierna de ovino deshuesada congelada, por lo que el puntaje en la escala de riesgo aumentó a 2.38 en los primeros 6 meses del año 2020, resultando en un nivel medio de introducción de

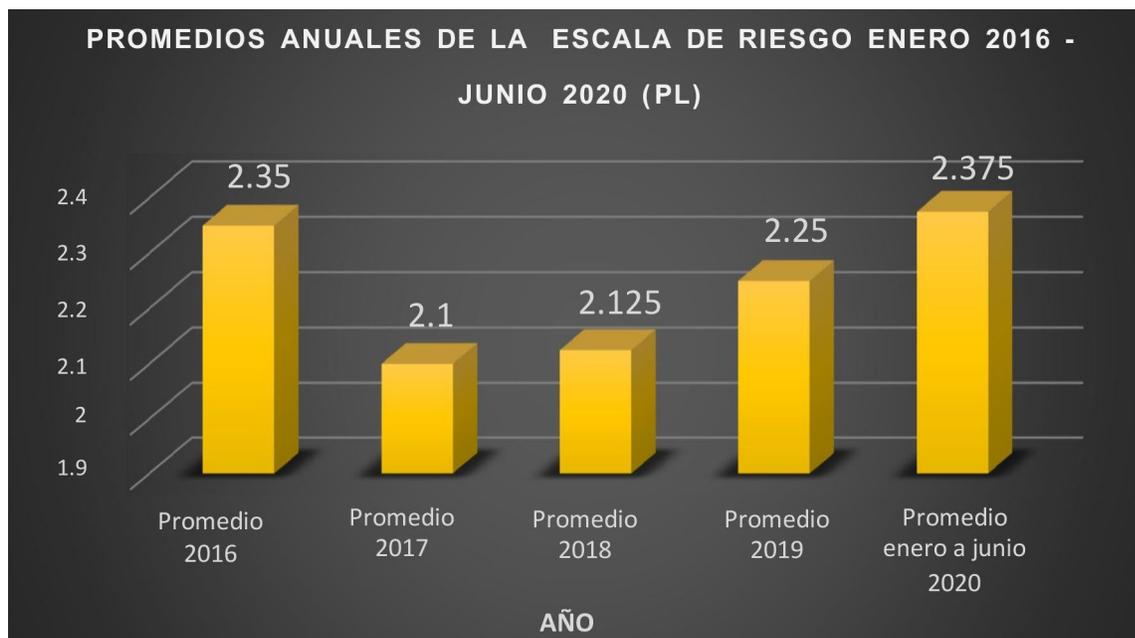
prurigo lumbar a El Salvador.

España es un país que hasta el momento reporta casos en rebaños domésticos limitados a algunas zonas, y mantuvo exportaciones de productos ovicaprinos de potencial riesgo desde el año 2017 las cuales se reportan en este estudio, y que son derivados de la leche.

Los promedios anuales oscilaron entre 2 y 3.5 puntos, por lo tanto, se puede determinar que el riesgo de introducción de prurigo lumbar a través de las importaciones de origen ovino y caprino hacia nuestro país, fue un riesgo medio (Figura 2).

Figura 2.

Promedios anuales de la escala de riesgo enero 2016- junio 2020, PL.



CONCLUSIONES

Los países que representaron mayor riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina a El Salvador, debido al riesgo atribuible a los productos importados fueron Guatemala y Honduras, ya que ninguno dispone de una categoría de riesgo, lo que se contrasta con el hecho de que en ninguno de ellos se reportaron casos de dicha enfermedad.

Se evidenció que existió una modificación en el nivel de riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina, respecto al nivel de riesgo de las importaciones de origen bovino, debido a que Nicaragua logró en el año 2018, obtener la categoría de país de riesgo insignificante.

El mayor riesgo de introducción de prurigo lumbar a El Salvador se puede adjudicar a aquellos países en los cuales se reportaron casos de la enfermedad como Estados Unidos de América y España, durante el periodo de la investigación, sin embargo, este riesgo se minimizó debido al tipo de mercancía importada.

Las importaciones de productos de origen rumiante realizadas por El Salvador entre enero 2016 y junio 2020, se consideran en su mayoría, con un nivel de riesgo

alto para la introducción de encefalopatía espongiforme bovina y se consideran con un nivel de riesgo medio para la introducción de prurigo lumbar, debido a que dichas importaciones procedían regularmente de los mismos países y, a que actualmente en el Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria no se muestra información detallada sobre las especificaciones del producto, establecimientos de origen, ni de su procesamiento.

El nivel de riesgo de introducción de encefalopatía espongiforme bovina y prurigo lumbar a El Salvador, a través de las importaciones de origen rumiante, es de riesgo medio para ambas enfermedades, ya que es un país altamente importador de estos animales, productos y subproductos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, especialmente a la Unidad de Cuarentena Animal y al Área de Análisis de Riesgo de la División de Servicios Veterinarios, quienes proporcionaron información valiosa para la elaboración de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA.

- Badiola, J; Garza, C; Raksa, H; Bolea, R; Monzón, M; Treasco, C. 2019. Capítulo 46. Encefalopatías Espongiformes Transmisibles. Elsevier, España. 426p.
- EFSA (European Food Safety Authority, Italia). 2010. Scientific opinion on BSE/TSE infectivity in small ruminant tissues: EFSA panel on biological hazards (BIOHAZ) (en línea). Parma, Italy. Consultado el 28 de feb de 2020. Disponible en: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1875>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2003. Manual Técnico para el reconocimiento de Encefalopatía Espongiforme Bovina – EEB o BSE (enfermedad de la Vaca Loca) (en línea). Roma, Italia. Consultado 26 feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-ah496s.pdf>
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019a. Encefalopatía Espongiforme Bovina (en línea). *In* Código Sanitario para los animales terrestres. París, Francia. Consultado 26 feb. 2020. Disponible en: https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitrc_bse.pdf
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019b. Prurigo Lumbar (en línea). *In* Código Sanitario para los animales terrestres. París, Francia. Consultado 27 feb. 2020. Disponible en: https://www.oie.int/fileadmin/home/esp/health_standards/tahc/current/chapitre_scrapie.pdf
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2021. Estatus Sanitario Oficial (en línea). París, Francia. Consultado 10 mar. 2021. Disponible en: <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/estatus-sanitario-oficial/>

Nutrición en plantas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) utilizando diferentes fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio: su influencia en el desarrollo y crecimiento en vivero

García-Meléndez, L.M.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Tesista.

Parada-Berrios, F.A.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, docente investigador.

Arias-de Linares, A.Y.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, docente investigadora.

RESUMEN**ABSTRACT**

La nutrición en la etapa de vivero es crucial en virtud de que un buen desarrollo y robustez, significará un adecuado anclaje en el trasplante y desempeño productivo. En esta investigación se evaluaron (fase de vivero) las fuentes de nitrógeno, fósforo, potasio y su influencia en el desarrollo y crecimiento de plantas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador de julio a diciembre 2018, bajo un diseño estadístico completamente al azar en un arreglo factorial 4x4, siendo el factor "A" (testigo, 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio) y factor "B" (0 g, 5 g, 15 g y 30 g) en tres repeticiones de 12 unidades experimentales compuestas por 10 plantas. Se empleó el programa SAS (Statistical Analysis System) donde las variables de crecimiento y fisiológicas no presentaron diferencias estadísticas significativas, no obstante, al analizar las medias, se obtuvieron incrementos de altura y diámetro de tallo de 100.02 cm (testigo), 1.02 cm (T_6 5 g 16-20-0), $r=0.94$ y de número de hojas 14.60 (T_4 30 g 15-15-15); las variables fisiológicas de peso específico de hojas, tallo y raíz fue de 23.93 mg.cm² (T_8 30 g 16-20-0), 108.9 mg.cm³ (T_6), 101.3 mg.cm³ (T_8), respectivamente. La proteína cruda en el testigo, 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio fue de 29.53% 31.91 %, 30.88% y 33.12%, respectivamente. Para producir plantas de moringa en vivero con características deseadas basta con emplear un sustrato elaborado con tierra negra y estiércol bovino (1:1) con 5.42% de materia orgánica.

Nutrition in the nursery stage is crucial, since a good development and robustness will mean an adequate anchorage in the transplant and productive performance. With the objective of evaluating in the nursery phase the sources of nitrogen, phosphorus, potassium; its influence on the development and growth in moringa plants (*Moringa oleífera* Lam.) was investigated at the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador from July to December 2018, under a completely random statistical design in a 4x4 factorial arrangement, being factor "A" (witness, 15-15-15, 16-20-0 and ammonium sulfate) and factor "B" (0 g, 5 g, 15 g and 30 g) in three repetitions of 12 experimental units composed of 10 plants. The SAS (Statistical Analysis System) program was used where the growth and physiological variables didn't present significant statistical differences, however, when analyzing the means, it was obtained in height increments, stem diameter: 100.02 cm (witness), 1.02 cm (T_6 5 g 16-20-0), $r=0.94$ and the number of leaves 14.60 (T_4 30 g 15-15-15); the physiological variables: specific weight of leaves, stem and root: 23.93 mg.cm² (T_8 30 g 16-20-0), 108.9 mg.cm³ (T_6), 101.3 mg.cm³ (T_8) respectively. The crude protein in the witness, 15-15-15, 16-20-0 and ammonium sulfate was 29.53 %, 31.91 %, 30.88 % and 33.12 % respectively. To produce moringa plants in the nursery with desired characteristics, it's enough to use a substrate made of black soil and bovine manure (1:1) with 5.42 % organic matter.

Keywords: moringa, nursery, nutrition, growth variables, physiological variables.

Palabras claves: moringa, vivero, nutrición, variables de crecimiento, variables fisiológicas.

 **ACCESO ABIERTO**

Título en inglés:

Nutrition of moringa plants (*Moringa oleífera* Lam.) using different sources of nitrogen, phosphorus and potassium: their influence on development and growth in the nursery

Correspondencia:

fidel.parada@ues.edu.sv

Presentado:

22 de abril de 2022

Aceptado:

23 de junio de 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* Lam. es originaria del sur del Himalaya, forma parte de las 13 especies de la familia moringaceae, con la característica principal de mostrar un crecimiento acelerado, alcanzando los 7 a 12 metros de altura y un diámetro de 20 a 40 centímetros, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas. Se desarrolla perfectamente en climas áridos, semiáridos y húmedos en suelos de buena filtración y pH de 4.5 a 9 (Modeste 2016).

En la región centroamericana se conoce como moringa, marango, morango, arango y teberinto. Diferentes investigaciones plantean que posee un entorno excepcional en el ámbito de la medicina debido a los beneficios nutricionales en humanos y animales, lo que la convierte en una efectiva solución al combate de la malnutrición, sin mencionar sus múltiples propósitos en los que destaca el efecto coagulante, tratamiento de aguas y mejoras en la salud. Posee un potencial como valor agregado para la agroindustria al emplear hojas, flores, corteza y raíz. Dicha especie puede propagarse de manera asexual y sexual, siendo esta última la más empleada para su reproducción (González 2014).

La contribución de la moringa en el desarrollo de las áreas rurales radica en el aprovechamiento de todas las partes de la planta, por lo que al establecer viveros de dicha especie no solo se garantiza la sustentabilidad, también da paso a un panorama de desarrollo económico rural (GFU s.f).

La propagación en vivero mediante semilla permite asegurar una buena producción de plantas, porque se basa en la selección de árboles progenitores y se garantiza las mejores condiciones para su desarrollo inicial. UNAPROMARANGO (2018), menciona que la moringa se desarrolla satisfactoriamente al emplear un sustrato con estiércol bovino (relación 1:3). Cabe mencionar que la moringa posee la capacidad de establecerse en la mayoría de los suelos sin adiciones de fertilizantes; sin embargo, por ser un árbol con capacidad de generar elevado volumen de biomasa, es preciso tener en cuenta que una alta productividad implica grandes extracciones de nutrientes del suelo, por lo que se hace necesario un programa de fertilización con el objetivo de mantener producciones estables en el tiempo. Al respecto, Padilla *et al.* (2017), recomiendan la fertilización con fuentes nitrogenadas, ya que favorece la formación de proteína, lo que constituye un mayor potencial para la planta, de igual forma aporte de fósforo y potasio. Por esta razón, se evaluó bajo diferentes dosis la influencia de fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio en las variables de crecimiento y fisiológicas de la planta de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) durante la etapa de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Esta investigación se realizó en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en San Salvador a 703 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas de 13°41'24" latitud Norte, 89°1'24.01" longitud Oeste durante los meses de julio a diciembre de 2018 (MARN 2013).

Climatología

Precipitaciones acumuladas de 1,797.6 mm al año. La temperatura promedio anual superior de 24°C y una humedad relativa del 72% (MARN 2013).

Montaje del experimento

La siembra de semillas de moringa se hizo de manera directa (una semilla por postura a 2 cm de profundidad) en bolsas de polietileno de 8x14" x 1,200 geish, Las bolsas se llenaron con sustrato previamente desinfectado con el método de solarización, compuesto por una mezcla de suelo franco arenoso y estiércol bovino (1:1) siendo necesario 2.70 m³ para llenar un total de 360 bolsas (considerando un margen de pérdida del 10%) las cuales fueron distribuidas en tres repeticiones, cada una con 12 unidades experimentales compuesto por 10 bolsas, el estudio se estableció en un área de 35 m².

Material vegetal

Las vainas de moringa fueron recolectadas de árboles en plena madurez en la Hacienda Vaquerano, Santa Cruz Porrillo, departamento de La Paz. Las características consideradas fueron vainas de 45 a 55 cm de largo, semillas con brillo, libre de daños (por insectos o enfermedades) y procedentes de la parte central de la vaina.

Metodología de campo

Una vez establecido el cultivo se suministraron por aspersión aproximadamente 2 litros por planta (área de drenaje total cercano a los 9 m²), control de plagas y malezas de manera manual hasta los 89 ddg (días después de germinado) y a partir de los 15 ddg se realizó la primera fertilización, las siguientes dosis fueron suministradas con un intervalo de 21 días.

Metodología estadística

El diseño estadístico fue completamente al azar, en arreglo factorial de 4x4 donde se evaluó la interacción de los dos factores en estudio, factor "A" (fuente) testigo, las

fórmulas: 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio; el factor "B" fueron las dosis 0 g, 5 g, 15 g y 30 g. Se establecieron tres repeticiones, con 12 unidades experimentales, cada una compuesta por 10 plantas, haciendo un total de 120 ejemplares por repetición y 360 en total.

Tratamientos

En los tratamientos T_2 , T_6 y T_{10} se aplicaron dosis únicas de 5 g a los 15 ddg. En los tratamientos T_3 , T_7 y T_{11} la dosis evaluada fue de 15 g dividida en tres aplicaciones (5 g por aplicación) a los 15 ddg, 36 ddg y 78 ddg. Mientras que para los tratamientos T_4 , T_8 y T_{12} la dosis aplicada fue de 30 g y se dividió en cuatro aplicaciones, las dos primeras de 5 g a los 15 ddg y 36 ddg, los 20 g restantes fueron divididas en 10 g a los 57 ddg y 78 ddg (Tabla 1).

Tabla 1.

Distribución de tratamientos con diferentes dosis de fertilizante según la fuente.

Tratamiento	Fertilizante fuente (factor "A")	Dosis (factor "B")
T_1	Testigo (sin fertilizante)	0 g
T_2	15-15-15 de (una sola aplicación) (0.75 g de N, 0.75 P_2O_5 , 0.75 K_2O)	5 g
T_3	15-15-15 (tres aplicaciones) (2.25 g de N, 2.25 P_2O_5 , 2.25 K_2O)	15 g
T_4	15-15-15 (4 aplicaciones) (4.5 g de N, 4.5 P_2O_5 , 4.5 K_2O)	30 g
T_5	Testigo (sin fertilizante)	0 g
T_6	16-20-0 (una sola aplicación) (0.80 g de N, 1 P_2O_5 , 0 K_2O)	5 g
T_7	16-20-0 (tres aplicaciones) (2.4 g de N, 3 P_2O_5 , 0 K_2O)	15 g
T_8	16-20-0 (4 aplicaciones) (4.8 g de N, 6 P_2O_5 , 0 K_2O)	30 g
T_9	Testigo (sin fertilizante)	0 g
T_{10}	Sulfato de amonio (una sola aplicación) (1.05 g de N, 0 P_2O_5 , 0 K_2O)	5 g
T_{11}	Sulfato de amonio (tres aplicaciones) (3.15 g de N, 0 P_2O_5 , 0 K_2O)	15 g
T_{12}	Sulfato de amonio (4 aplicaciones) (6.3 g de N, 0 P_2O_5 , 0 K_2O)	30 g

Variables evaluadas

Variables de crecimiento

Con el fin de analizar el efecto ejercido en las plantas de moringa tras la aplicación de diferentes fuentes y dosis, la toma de datos se realizó a los 14 ddg, 26 ddg, 46 ddg, 67 ddg y 88 ddg. Se consideró: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

Variables fisiológicas

Al finalizar la fase de campo se realizó muestreo destructivo a los 89 ddg para ser analizados en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se determinó en hoja: contenido de clorofila (unidades SPAD de Minolta Spad-502 plus, siendo esta la única variable fisiológica muestreada en conjunto a las variables de crecimiento, considerándose el promedio de las hojas de la parte baja, media y alta de la planta), área foliar, peso fresco, peso seco y peso específico. En tallo y raíz se determinó: volumen, peso fresco, peso seco y peso específico.

Análisis estadístico

Se reflejó la interacción entre las fuentes y dosis mediante el ANVA ($p \geq 0.5$), también se consideraron los promedios de las variables en estudio bajo el programa SAS Studio 9.1 (Statistical Analysis System), para Windows, versión Demo (SAS s.f).

Análisis de laboratorio

Determinación de composición química de plantas de moringa

Se agruparon los tratamientos según la fuente: 15-15-15 (T_2 , T_3 , T_4), 16-20-0 (T_6 , T_7 , T_8), sulfato de amonio (T_{10} , T_{11} , T_{12}) y testigo (T_1 , T_5 , T_9); obteniendo, cuatro muestras en total de 100 gramos compuestos por hojas, tallos y raíz procedentes del análisis de peso seco respectivamente. Se determinó: cenizas, extracto etéreo, nitrógeno proteico, hierro y zinc.

Análisis de suelo

Se realizaron dos análisis del sustrato, uno previo a la siembra y el otro al concluir la fase de campo, esta última muestra se tomó a los 89 ddg. Los elementos analizados

fueron pH, materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

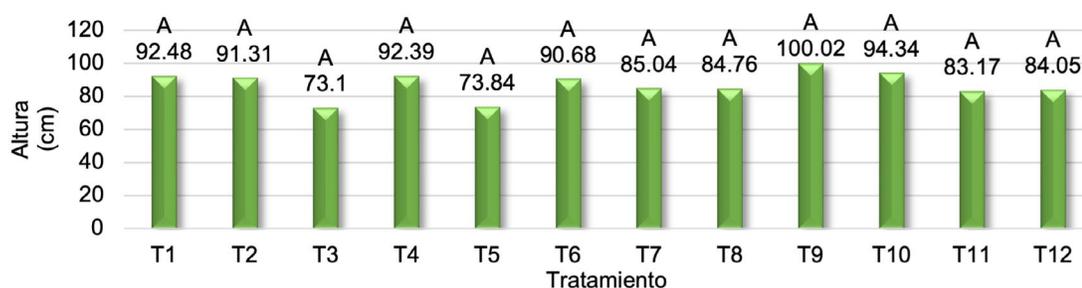
VARIABLES DE CRECIMIENTO: ALTURA, DIÁMETRO DE TALLO, NÚMERO DE HOJAS

Al analizar las variables de crecimiento, no se presentaron diferencias estadísticas significativas; sin embargo, al analizar las medias de la variable altura, el tratamiento testigo fue el que presentó el mayor incremento, con un valor de 100.02 cm,

seguido por el T₁₀ (5 g sulfato de amonio) con 94.34 cm; mientras que el T₃ (15 g de 15-15-15) reportó el menor valor con 73.10 cm (Figura 1). Gonzales y Rodríguez (s.f) en su investigación sobre el efecto de la aplicación de nitrógeno y de estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento en la altura; expresa que el estiércol bovino no contiene un porcentaje tan alto de elementos para la nutrición vegetal como los fertilizantes comerciales, sin embargo, enriquece el suelo y los mantiene en buenas condiciones aumentando su facultad de absorber y retener la humedad lo que mejora propiedades físicas del sustrato.

Figura 1.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable incremento altura, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

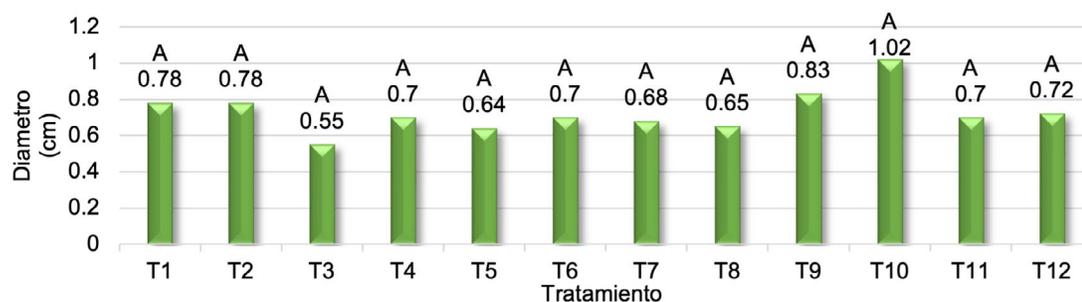


Con respecto al diámetro de tallo, se observó que el promedio más alto fue para el T₁₀ (5 g sulfato de amonio) con 1.02 cm seguido por el testigo con 0.83 cm; el promedio con menor valor fue para el T₃ (15 g de 15-15-15) con 0.55 cm (Figura 2). Duarte (2015), en su evaluación del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero reporta que el tallo alcanzó un diámetro de 0.73 cm a los 70 ddg.; mientras que Medina et al. (2007) en el estudio comparativo de moringa y leucaena el tallo presentó un

diámetro de 0.82 cm a los 70 ddg. Cabe considerar que, para dicha evaluación el sustrato fue compuesto solo por tierra y sin uso de fertilizantes ni abonos. La altura y diámetro de planta presentaron una correlación positiva de $r=0.94$, similar a lo obtenido por García et al. (2016) $r=0.91$, al estudiar el desempeño productivo de la moringa en la etapa de vivero y transplante; lo que implica que, a mayor altura, el diámetro se ve incrementado.

Figura 2.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis, en la variable incremento de diámetro, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



En cuanto al número de hojas el promedio más alto fue para el T₄ (30 g de 15-15-15) con 14.6 hojas.planta⁻¹, seguido por el T₁₁ (15 g sulfato de amonio) con 14.54 hojas.planta⁻¹ y el menor valor para el T₁₂ (30 g de sulfato de amonio) con 8.22 hojas.planta⁻¹ (Figura 3). Ortiz (1998),

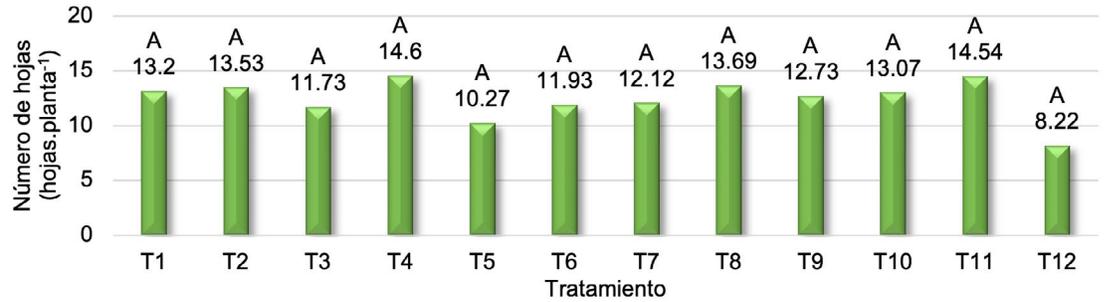
en su investigación sobre el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas; al aportar iguales contenidos de estos elementos, el promedio fue de 4.73 hojas.planta⁻¹ en plantas con altura promedio de 23.61 cm. Lo cual podemos relacionarlo con

el aporte de NKP del T₄ (30 g de 15-15-15). Mientras que Duarte (2015), en su investigación del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero, logró obtener 15 hojas.planta⁻¹ a los 70 ddg. Cabe mencionar que en este

estudio el tratamiento testigo presentó resultados similares con respecto al T₄ (30 g de 15-15-15), dichos datos fueron obtenidos a los 88 ddg.

Figura 3.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis, en la variable “incremento en el número de hojas”, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



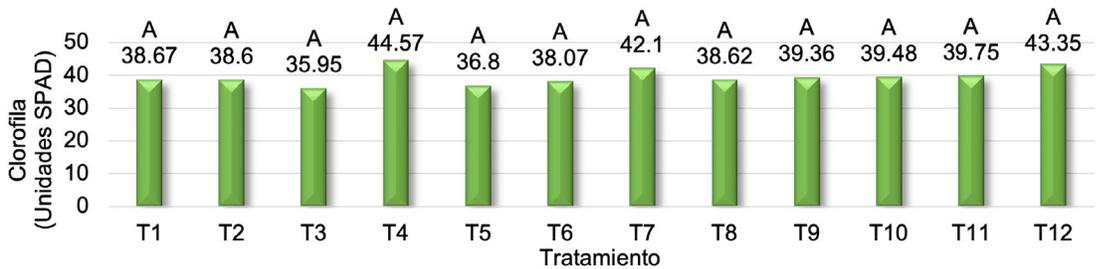
Variables fisiológicas de la hoja: clorofila, área foliar, peso fresco (PFH), peso seco (PSH) y peso específico de hoja (PEH).

El análisis de varianza ANVA demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas, no obstante, al revisar los promedios se obtuvo que a los 88 ddg la variable clorofila (Unidades SPAD) presentó el mayor valor en el tratamiento T₄ (30 g 15-15-15) con 44.57 unidades SPAD, seguido por el T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 43.35 unidades SPAD y el menor promedio fue para el T₃ (15 g 15-15-15) con 35.95 unidades SPAD (Figura 4). Valdés

et al. (2014) tampoco obtuvo diferencias estadísticas significativas al evaluar el ajuste de curvas de crecimiento en moringa, sin embargo, logró un promedio de 35.67 unidades SPAD a los 75 ddg al emplear un sustrato con el 100% de suelo con textura arcillo-limo-arenoso. Raven *et al.* (2007) citado por Interiano (2015), mencionan que al aplicar fertilizantes ricos en nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de las raíces a la planta en general, lo que la hace más eficaz a la absorción de otros nutrimentos entre ellos el Mg, el cual promueve la absorción de luz los cloroplastos aumentando así la concentración de la clorofila.

Figura 4.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable clorofila, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

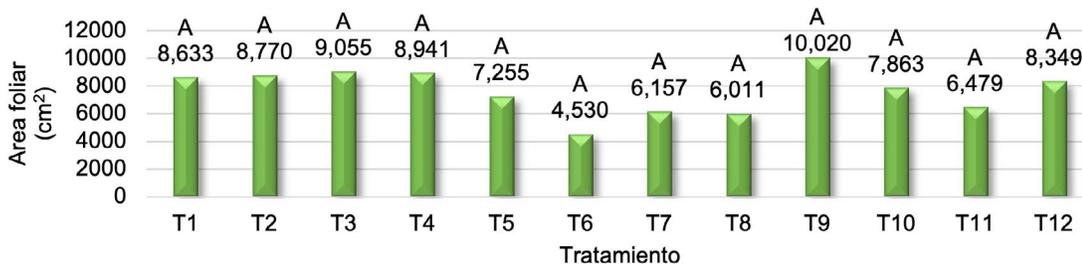


En lo que respecta al área foliar a los 89 ddg el mayor valor lo registró el tratamiento testigo con 10,020 cm² seguido por el T₃ (15 g 15-15-15) con 9,055 cm² y el menor valor el T₆ (5 g 16-20-0) que expresó 4,530 cm² (Figura 5). Valdés *et al.* (2014) al usar un sustrato arenoso con composta de cachaza de caña en una proporción de 1:1, obtuvo un área foliar promedio de 1,260 cm² en plantas de aproximadamente 22 cm de altura. Mientras que Salinas (2017) en su investigación sobre el efecto de fitohormonas a los 170 ddg obtuvo un área foliar de 35,520 cm², por lo que es posible llegar a obtener un área foliar similar en el mismo número de días al aplicar el tratamiento testigo,

es decir, un sustrato elaborado con tierra negra y estiércol bovino a una relación de 1:1. Segura *et al.* (2020), sugieren que el área foliar se encuentra relacionado con la edad de la hoja, la posición en la planta y ciclo de cultivo.

A los 89 ddg en las variables PFH y PSH el mayor promedio lo obtuvo el T₈ (30 g 16-20-0) con 177.7 g y el testigo con 149.0 g; para ambas variables el menor valor lo reportó el T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 39.4 g y 32.3 g, respectivamente (Figura 6), en este caso Sanzano (s.f) relaciona el uso de fertilizantes altos en fósforo con el aumento de la eficiencia del uso del agua ya que favorecen

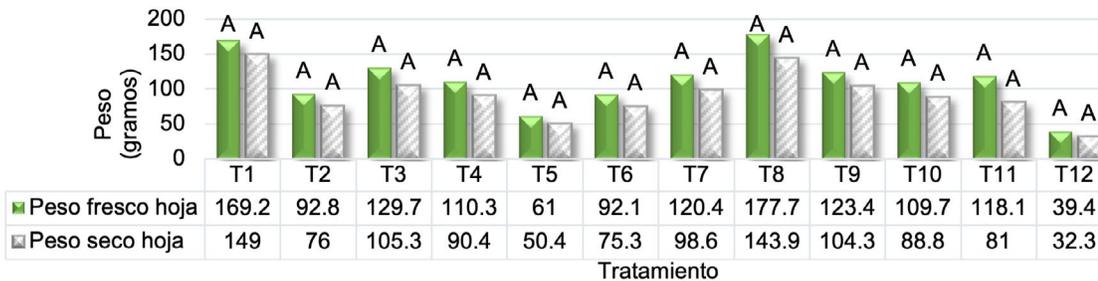
Figura 5. Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable área foliar, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



la acumulación de energía y combustible para todas las actividades bioquímicas de las células (formación de ATP). Sin embargo, dichos promedios fueron superados por García y Quevedo (2018), al evaluar el efecto de la fertilización con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde en moringa, ya que a los 60 ddd reportaron 726.83 g de PFH; de igual manera, en la investigación realizada por Soto (2017) al evaluar el desempeño de la planta de moringa aplicando bovinaza como abono orgánico, obtuvo 650 g de PFH a los 60 ddd; Luna (2019), sugiere en su investigación sobre el establecimiento eficiente de

estandarización de la germinación *in vitro* de moringa que en condiciones de turgencia plena los tejidos pueden experimentar variaciones en su contenido ya que una proporción importante de los fotoasimilados almacenados en una célula pueden ser transitorios, lo que explica la diferencia en peso con respecto a los datos obtenidos por los autores. Por otra parte, se encontró una alta correlación positiva de $r=0.98$ entre el peso fresco hoja y el peso seco hoja, lo que implica que a mayor PFH se obtendrá mayor PSH.

Figura 6. Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco hojas y peso seco hojas, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



Como se observa en la Figura 7, el mayor valor para el PEH fue del T₈ (30 g 16-20-0) con 23.93 mg.cm², seguido por el testigo con 17.26 mg.cm² y en última posición el T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 3.87 mg.cm². También, existió una alta correlación positiva entre el PEH y PFH de $r=0.83$ y entre el PEH con PSH $r=0.81$, lo que indica que a mayor PFH y PSH se acumula más fotosintatos, lo que explica el comportamiento del T₈, donde se presentó una mayor eficiencia de la fotosíntesis, considerando que, el aporte de fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento, transferencia de energía, división y crecimiento celular (Munera y Meza 1996). Villar *et al.* (2004), señalan que cuando el PEH es alto las hojas presentan menor longevidad, mientras que las especies con bajo PEH las hojas tienen mayor longevidad, lo que conlleva a tolerar escasez de nutrientes y agua, dado que el PFH posee estrecha relación con la capacidad de retención de agua y nutrientes, además de la capacidad para adquirir mayor energía solar y dióxido de carbono.

Parada-Berrios *et al.* (2016), señalan en su evaluación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio en ojushite, que el PEH expresa la eficiencia fotosintética de la hoja en lo que respecta a la generación de tejido.

Variables fisiológicas del tallo: volumen, peso fresco tallo (PFT), peso seco tallo (PST) y peso específico de tallo (PET)

Respecto a las variables relacionadas con el tallo no se encontraron diferencias estadísticas significativas, pero al revisar los promedios, el tratamiento que generó el mayor volumen de tallo fue el T₄ (30 g 15-15-15) con 523.33 cm³ seguido del T₃ (15 g 15-15-15) con 465.0 cm³ y el menor valor el T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 96.67 cm³ (Figura 8). Quiroz *et al.* (2014) indican que, al tener un buen volumen de tallo durante la primera etapa de vida, la planta se ve favorecida ante el aumento de número de hojas debido a la absorción y conducción de agua y nutrientes;

lo que explica la correlación positiva de $r=0.82$ entre el volumen de tallo y el número de hojas. Cerdas-Ramírez (2017) en su investigación sobre la extracción de nutrimentos y productividad de moringa, sugiere que al aplicar fertilizantes nitrogenados se incrementa la relación hoja y tallo.

Figura 7.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico hoja, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

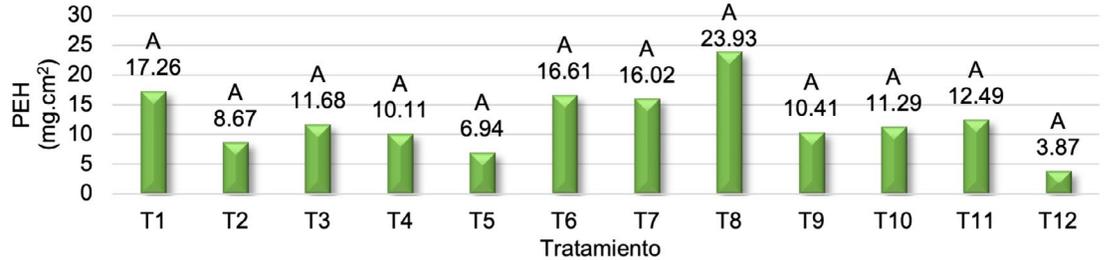
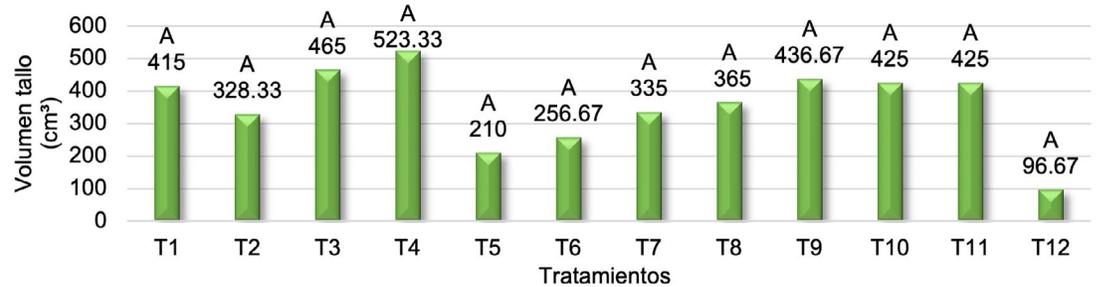


Figura 8.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable volumen de tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

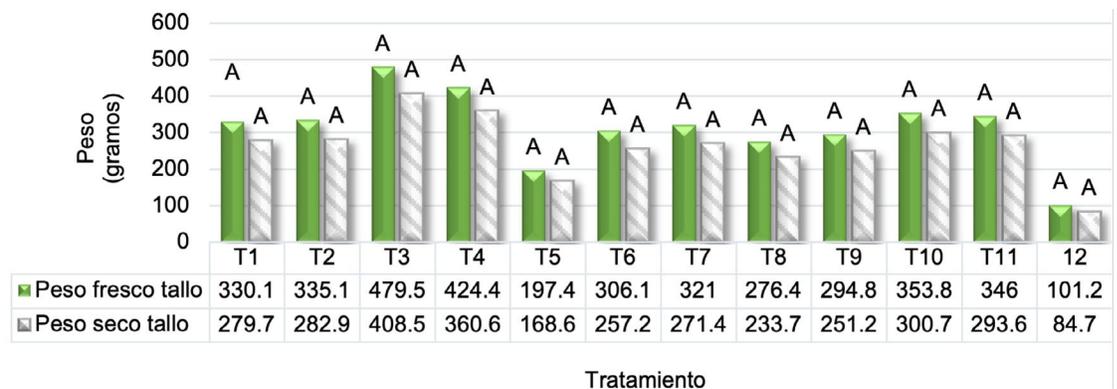


En las variables de PFT y PST se mantuvo la tendencia, siendo el T₃ (15 g 15-15-15) con 479.5 g y 408.5 g respectivamente, seguido del T₄ con 424.4 g y 360.6 g; mientras que el menor valor lo reportó el T₁₂ con 101.2 g y 84.7 g a los 89 ddg (Figura 9). Duarte (2015) en su estudio del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero, reporta que PFT alcanzó 270 g a los 70 ddg destacando que la moringa presenta un crecimiento

acelerado. Al analizar el coeficiente de correlación de Pearson el PFT y el PST presentaron una alta correlación positiva de $r=0.99$, indicando que a mayor peso fresco mayor peso seco de tallo; de igual manera, existió una correlación positiva entre el PFT y el volumen de tallo de $r=0.88$ lo que sugiere que a medida incrementa el peso fresco aumenta la cantidad de espacio que ocupa la materia, es el volumen del tallo.

Figura 9.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco de tallo y peso seco de tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

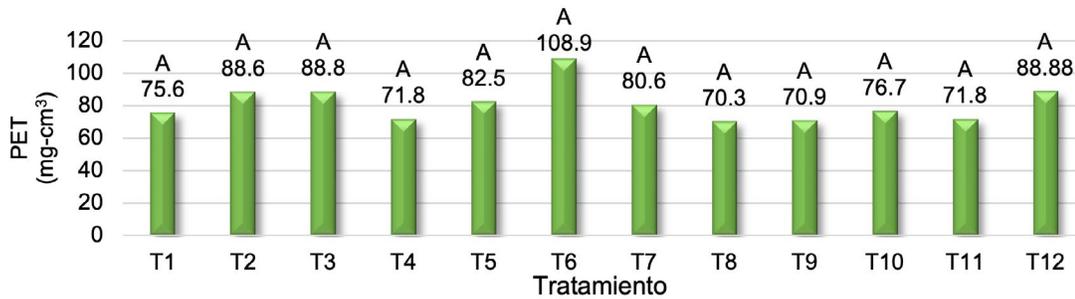


La Figura 10 muestra el PET donde se encontró que el tratamiento que dio mejor respuesta en dicha variable fue el T₆ (5 g de 16-20-0) el cual presentó 108.9 mg.cm³, seguido del T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 88.8 mg.cm³ y el menor valor el T₈ (30 g 16-20-0) con 70.3 mg.cm³. Núcleo DiverSus (s.f) sugiere al tener un bajo PET los vasos

de conducción son grandes y el crecimiento de la planta tiende a ser acelerado a un bajo costo de construcción volumétrica. Por otra parte, un alto PET revela la presencia de vasos de conducción pequeños lo que permite una mayor seguridad hidráulica y biométrica, es decir, que el T₆ favoreció la resistencia de la planta ante el estrés hídrico.

Figura 10.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



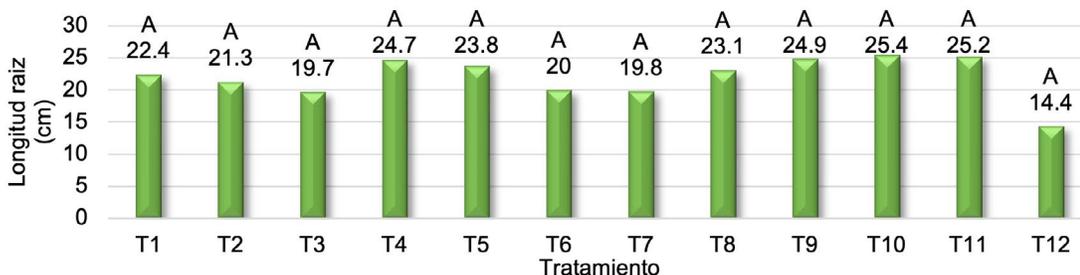
Variables fisiológicas de la raíz: longitud, volumen, peso fresco raíz (PFR), peso seco raíz (PSR) y peso específico raíz (PER)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en ningunas variables; sin embargo, cuando se compararon las medias se determinó que para la variable longitud de raíz los tratamientos que obtuvieron mayores valores fueron el T₁₀ (5 g sulfato de amonio) y T₁₁ (15 g sulfato de amonio) con 25.4 cm y 25.2 cm respectivamente, seguidos por el testigo con 24.9 cm. El tratamiento que obtuvo el menor valor fue T₁₂ (30 g sulfato de amonio) con 14.4 cm (Figura 11). UNA-PROMARANGO (2018) en su guía técnica

sobre el manejo de moringa en vivero a los 56 ddg obtuvo 27 cm de longitud de raíz, esto al emplear un sustrato compuesto por estiércol bovino y tierra (1:1) sin aplicar fertilizante químico. Menciona también que, a los 56 ddg la raíz se encuentra desarrollada de tal manera que permite el almacenaje necesario de energía encargada del aporte del crecimiento del tallo y hojas. Red Agrícola (2017), señala que aportar cantidades grandes de nitrógeno al suelo, tal es el caso de sulfato de amonio (21% de nitrógeno) provoca que el crecimiento de las raíces no sea aleatorio, sino que se vea guiado por mecanismos moleculares que detectan la presencia y disponibilidad de nitratos, evidenciándose en el comportamiento del T₁₀ y T₁₁.

Figura 11.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable longitud de raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



En lo que respecta a la variable volumen de raíz, el tratamiento que generó mayor promedio fue el T₁₁ con 223.3 cm³ seguido por el T₄ (30 g 15-15-15) con 185.0 cm³ y el menor volumen lo generó el T₁₂ con un valor de 51.7 cm³ (Figura 12). Padilla *et al.* (2017) en su estudio referente a los requerimientos agronómicos de la moringa con enfoque de sistemas ganaderos, reportaron 6.37 cm³ en la raíz a los 40 ddg al haber empleado un sustrato libre

de fertilizantes y abonos.

Para la variable PFR el T₁₁ (15 g sulfato de amonio) tuvo un mayor valor con 220.9 g seguido del T₄ (30 g 15-15-15) con 190.1 g, superando así al T₁₂ (30 g sulfato de amonio), el cual presentó un peso de 48.6 g; de igual manera, el PSR mantuvo la misma tendencia que el PFR, donde el T₁₁, el T₄ y el T₁₂ fue de 191.53 g, 165.65 g y 41.18 g respectivamente

(Figura 13). Duarte (2015), al evaluar al comportamiento de moringa en fase de vivero, logró 1.0 g a los 14 ddg y a los 21 ddg aumentó a 105 g, reportando que el crecimiento de la raíz es acelerado. Por otra parte, Alfaro y Martínez (2008) al identificar los usos potenciales de la moringa, recomiendan realizar aplicaciones de fuentes nitrogenadas con el fin de favorecer la formación de la proteína en la planta ya que estas participan en la regulación de la transpiración, apertura de estomas y presenta relevancia en el desarrollo de plantas más resistentes a condiciones de sequía ya que promueven el volumen de raíz. Se determinó que PSR tiene correlación positiva con PFR y volumen de raíz, ambas con $r=0.99$ por lo que al aumentar el volumen

de raíz aumentó el PFR, a lo que Gutiérrez *et al.* (2015) en su investigación referente a los riegos artesanales y el crecimiento de moringa, relaciona el potencial productivo con la efectividad de reserva de agua y la tasa de absorción de nutrientes.

Con respecto a la variable PER el T₈ (30 g de 16-20-0) fue el mayor valor con 101.3 mg.cm³, el testigo que con un valor de 90.8 mg.cm³ en cambio el T₁₂ (30 g sulfato de amonio) fue el que generó el menor valor con 78.5 mg.cm³ (Figura 14). Encontrando que dosis de 30 g de 16-20-0 logran promover la capacidad de generar tejido a nivel de raíz, es decir, meristemo apical radical.

Figura 12.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable volumen de raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

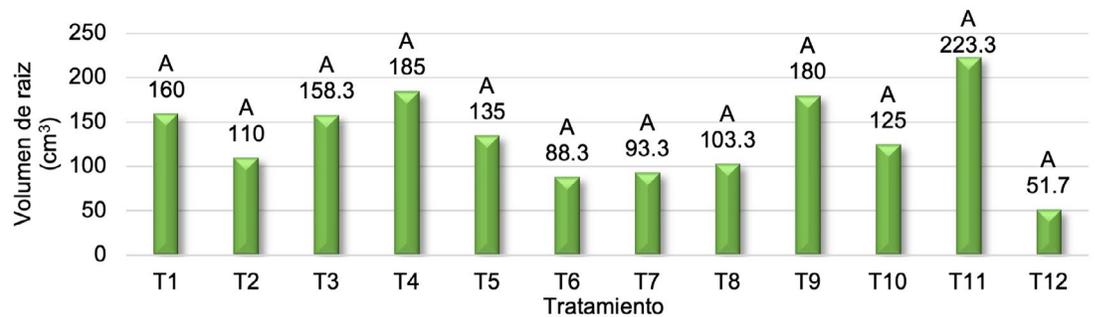


Figura 13.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco raíz y peso seco raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

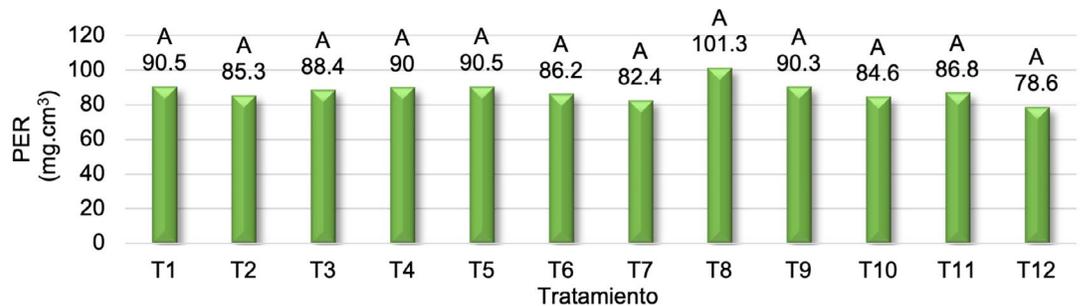
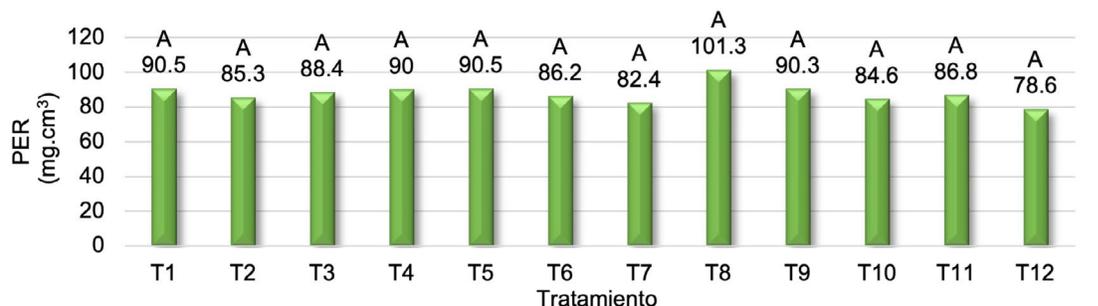


Figura 14.

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



Composición química

El mayor contenido de materia seca lo presentaron las plantas del tratamiento testigo con 49.35%, mientras que el menor valor fue para las plantas fertilizadas con la fuente química 15-15-15 con un valor de 42.19% (Tabla 2). Al respecto, Ramos-Trejo *et al.* (2015) y Cerdas-Ramírez (2017) reportaron valores similares al evaluar la productividad forrajera de moringa, donde la materia seca fue de 49.5% y 46.0%; de igual manera, Foidl *et al.* (s.f) obtuvieron 50.0% de materia seca al investigar sobre el uso de moringa como alimento para ganado bovino haciendo mención que la cantidad de materia seca indica el total de nutrimentos que potencialmente pueden ser aprovechados por el animal para ganancia de peso, entre menos materia seca, menos nutrimentos.

En el caso de contenido de ceniza permitió estimar la cantidad total de minerales presentes; se encontraron valores entre 1.38% y 2.10%, siendo el menor para las plantas del tratamiento testigo y el mayor correspondió a las plantas fertilizadas con la fuente 16-20-0 (Cuadro 2). Guevara y Rovira (2012) al caracterizar tres extractos de moringa reportaron 1.76% de ceniza, además de la relación con los factores edafoclimáticos, edad de la planta y parte muestreada.

El contenido de grasa buscó determinar los lípidos o compuestos grasos presentes en las muestras de moringa y que nutricionalmente representan una fracción de alto valor energético. El valor mínimo de contenido de grasa fue de 6.44% en las plantas testigo, mientras que el valor más alto fue de 7.74% en aquellas plantas donde se aplicó sulfato de amonio; similar a 6.30% reportado por Guevara y Rovira (2012).

Al analizar el contenido de nitrógeno proteico, las plantas de moringa, que obtuvieron el mayor porcentaje de proteína cruda fueron aquellas donde se empleó sulfato de amonio dando un valor de 33.12%; mientras que el menor valor lo presentaron las plantas del tratamiento testigo con 29.53% (Cuadro 2). Al respecto, Álvarez (2017) señala que el valor nutricional de las hojas de moringa contiene un promedio de 29.46% de proteína cruda. Sin embargo, Díaz *et al.* (2017) tras evaluar el comportamiento

de tres procedencias de moringa, reportaron un promedio de 31.76% de contenido de nitrógeno proteico en el follaje. Por otra parte, Hinojosa (1973), en su ensayo sobre la influencia del nitrógeno y azufre en el rendimiento, menciona que el nitrógeno contribuye a la formación de proteínas y producción de masa protoplasmática presente en los pigmentos de la planta (clorofila y otros compuestos como aminoácidos, amidas, proteínas y alcaloides). Siendo el nitrógeno esencial para el crecimiento vigoroso de la planta, especialmente en las etapas tempranas.

El contenido de hierro y zinc determinado por absorción atómica en aquellas las plantas donde se aplicó la fórmula 16-20-0 reportaron los mayores valores en hierro y zinc, siendo estos 3.99 mg.L⁻¹ y de 0.64 mg.L⁻¹ respectivamente. Mientras que el menor valor de hierro lo obtuvieron las plantas de moringa donde se aplicaron sulfato de amonio con un valor 3.14 mg.L⁻¹, y en lo que concierne al zinc, las plantas del tratamiento testigo tuvieron 0.48 mg.L⁻¹ (Cuadro 2). González (2011) en su valoración cuantitativa de hierro en tres especies del género Moringaceae reportó que la *Moringa oleífera* Lam. contiene un valor de 1.37 mg.L⁻¹ de hierro. Fernández (2007) sugiere que la interacción al aplicar un fertilizante que contiene fósforo, como la fórmula química 16-20-0, puede interferir en el transporte interno de hierro, formando fosfatos de hierro a la vez de encontrarse unido a la fosfoproteína. Sin embargo, en esta investigación al parecer no hubo interferencia en el transporte interno del hierro.

Análisis de suelo

Otro hallazgo relevante en esta investigación fue que el pH del sustrato paso de 4.45 (fuertemente ácido) a 6.11 (ligeramente ácido), al respecto Undie *et al.* (2013), en su evaluación sobre el efecto de la moringa en el pH del suelo mencionan que se aumentó la capacidad de intercambio catiónico después de haber incorporado moringa como encalado orgánico, dando efectos positivos en el pH a partir de los 60 días (de 5.18 a 6.10 pH) contribuyendo a mantener la fertilidad del suelo (Figura 15).

Con respecto al contenido de materia orgánica, este disminuyó de 5.42% en el análisis inicial hasta 3.48% en el análisis final; pero también el nitrógeno pasó de 0.45%

Tabla 2.
Composición química de plantas de moringa durante la fase de vivero.

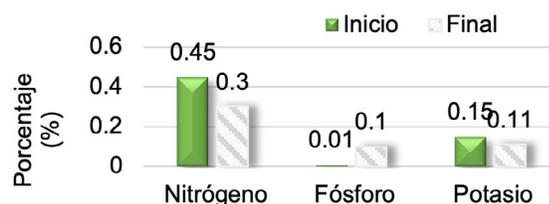
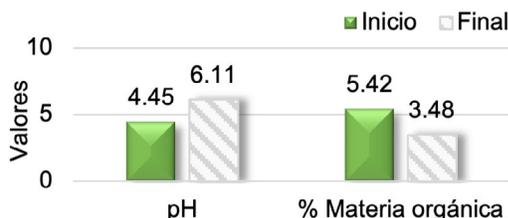
Fuente	% Materia seca	Ceniza	E.E.	nitrógeno proteico (%)	hierro (mg.L ⁻¹)	zinc (mg.L ⁻¹)
Testigo	49.35	1.38	6.44	29.53	3.25	0.48
15-15-15	42.19	2.03	7.14	31.91	3.35	0.53
16-20-0	45.66	2.10	7.28	30.88	3.99	0.64
Sulfato de amonio	44.78	1.65	7.74	33.12	3.14	0.57

a 0.30%, (Figura 15) considerando que las plantas a su velocidad de crecimiento consumen altas cantidades de nutrimentos en su desarrollo. Lok y Suarez (2014) sugieren que la moringa puede realizar extracciones de nitrógeno 1.18% hasta 0.15%. Por otra parte, el fósforo se mantuvo con rangos normales de 0.01% a 0.10%. Otro elemento en

estudio fue el potasio, donde la segunda muestra presentó un aumento porcentual del 0.04%. Sanzano (s.f), menciona que la ganancia de porcentaje de potasio en el suelo se debe a tres factores: meteorización, fertilización y acción (Figura 15).

Figura 15.

Análisis de sustrato empleado en las plantas de moringa en la fase de vivero.



CONCLUSIONES

Las diferentes fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio y la influencia en plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) durante la fase de vivero, no poseen diferencias estadísticas significativas entre las variables estudiadas; sin embargo, al analizar los promedios, se obtuvo que al emplear un sustrato basado en tierra negra y estiércol bovino a una relación 1:1 con 5.42% de materia orgánica (extremadamente rico), pueden obtenerse plantas con características aceptables en altura de planta, diámetro de tallo y área foliar a nivel de vivero.

Los tratamientos basados en 5 y 15 gramos de las fuentes químicas 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio, promovieron el mejor desarrollo de las variables de crecimiento y fisiológicas de las plantas de moringa, destacando además el tratamiento testigo constituido por una mezcla de estiércol bovino y tierra en proporción 1:1

Las aplicaciones de fertilizantes químicos fueron determinantes para incrementar los contenidos de proteína (33.12%) cuando se aplicó sulfato de amonio; cenizas (2.10%) con fórmula 16-20-0 y el mayor valor de materia seca (49.35%) solo con utilizar un sustrato enriquecido con estiércol bovino.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alfaro N.; Martínez W. 2008. Uso potencial de la *Moringa oleifera* Lam. para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados (en línea). Guatemala. Consultado 14 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3BVYc16>
- Álvarez A. 2017. Valor nutricional de la *Moringa oleifera* Lam. Mito o realidad. (en línea). Tesis. Ing. Quito Ecuador. Consultado 25 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2ZRKtqt>
- Cerdas-Ramírez R. 2017. Extracción de nutrimentos

y productividad de moringa con varias dosis de fertilización nitrogenada. Revista científica InterSedes. Costa Rica. Volumen 18. Número 38. p 145-163.

- Díaz D., Rodríguez A., Díaz A. 2017. Comportamiento de tres procedencias de *Moringa oleifera* Lam. en el ecosistema de Topes de Collantes. Revista Tlatemoani 26. p 9-21.
- Duarte C. 2015. Evaluación del comportamiento de dos especies forrajeras Marango y Leucaena en la fase de vivero de la Universidad Nacional agraria. (en línea). Consultado 21 ago. 2019. Tesis Ing. Managua. Nicaragua. Disponible en: <http://bit.ly/2Rtmk7C>
- Fernández M. 2007. Fosforo: amigo o enemigo (en línea). Revista Científica de América Latina. Habana. Cuba. ICIDCA (Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar). Consultado 16 oct 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3r0QxKL>
- Foidl N., Mayorga L., Vásquez W. sf. Utilización del Marango como forraje fresco para ganado (en línea). Consultado 12 oct. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/2JRkqwk>
- García I., Mora J., Holguín V. 2016. Árboles y Arbusto para silvopasturas uso, calidad y alometría: Desempeño productivo de la *Moringa oleifera* Lam en la etapa de vivero y trasplante (en línea). Tolima. Colombia. Editorial Universitaria del Tolima. Consultado 8 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3bd5K29>
- García M., Quevedo H. 2018. Efecto de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de *Moringa oleifera* Lam. Tesis Ing. Oxapampa. Perú. 49-51 p.
- GFU (Global Facilitation Unit). sf. *Moringa oleifera* Lam (en línea). Consultado 12 abr. 2020. Disponible en: <http://bit.ly/2RurCjd>
- Gonzales V. 2014. Comportamiento de dos poblaciones de *Moringa oleifera* Lam. (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de vida en condiciones de vivero. (en línea). Tesis. Managua.

- Nicaragua. Consultado 23 jul. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3gy09at>
- Gonzales y Rodríguez. sf. Efecto de la aplicación de nitrógeno y de estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento en la altura de la planta del naranjo agrio. San Pedro Sula. Honduras. 9(2):58-64p.
- González K. 2011. Valoración cuantitativa de hierro en tres especies vegetales *Moringa oleífera* Lam, *Smilax domingensis* y *Smilax reguelli*. Tesis. Lic. UNAN-LEON. Nicaragua. 36 p.
- Guevara J., Rovira M. 2012. Caracterización de tres extractos de *Moringa oleífera* Lam. y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas (en línea). Tesis. Ing. Agr. Zamorano. Honduras. Consultado 1 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3bRyDlq>
- Gutiérrez J., Ortiz R., Méndez C. 2015. Efectividad de riegos artesanales sobre el crecimiento de moringa (en línea). Tesis Lic. Ciencias Ambientales. Nicaragua. UNAN-Managua consultado 24 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3z2QcKn>
- Hinojosa E. 1973. Influencia del nitrógeno y azufre en el rendimiento de las plantas. Tesis. Ing. Turrialba. Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1-6 p
- Interiano E. 2015. Determinación del crecimiento y el perfil proteómico de hojas de moringa cultivada con vermicomposta y roca fosfórica (en línea). Tesis Ing. Bioquímica. Chiapas. México. TNM. Consultado 15 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3r71Wc6>
- Lok S., Suarez 2014. Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera* Lam. y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48 (4): 399-403. Consultado 27 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2T4WLua>
- Luna C. 2019. Establecimiento de un método eficiente de estandarización de la germinación in vitro de *Moringa oleífera* Lam (en línea). Revista Acta Botánica mexicana. 126:e1496. Consultado 9 dic 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3ydKBBL>
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Información metereologico: servicio metereologico nacional (en línea) San Salvador. El Salvador. Consultado. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en: <http://goo.gl/fNVN>
- Medina G., García E., Tyrone C., Manuel R. 2007. Estudio comparativo de moringa y *Leucaena* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop. Vol. 25 (2) 93-99p
- Modeste I. 2016. Production and processing of moringa (en línea). Consultado 24 sep. 2019. Yaunde. Camerún. Disponible en: <http://bit.ly/2PnsuDJ>
- Munera G., Meza D. 1996. El fosforo: elemento indispensable para la vida vegetal (en línea). Colombia. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3hBHsoZ>
- Núcleo DiverSus. s.f. Densidad específica en tallo (en línea). Córdoba Argentina. Consultado 9 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3H0pWW9>
- Ortiz C. 1998. Efecto del nitrógeno, fosforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas de Tomate. Tesis Ing. Nuevo León. México. 37p
- Padilla C., Balenciaga N., Crespo G., González D., Rodríguez I. 2017. Requerimientos agronómicos de *Moringa oleífera* Lam. en sistemas ganaderos (en línea). Livestock Research for Rural Develoment. 29(11). Consultado 26 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/37Ab6Tv>
- Parada-Berrios, Barrera D., Molina M., Quintanilla J. 2016. Evaluación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno, fosforo y potasio en Ojushte y su efecto en el éxito den el prendimiento del injerto. El Salvador.
- Quiroz I., Pincheira M., Hernandez J., Gonzalez M., Garcia E., Soto H., 2014. Efecto de volúmenes sobre el crecimiento de *Acacia* en vivero y en terreno de secano en la Región del Biobío, Chile (en línea). Revista Árvore 38 (1). Consultado 23 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3wAilXK>
- Ramos-Trejo O., Castillo-Huchin J., Sandoval-Gio J. 2015. Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleífera* Lam. Revista Bio-Ciencias. México. 3(3):187-194 p.
- Raven P., Evert R., Eichhorn S. 1992. Biology of plants. 4ta ed. Mx. Grupo editorial Reverte. 415p.
- Red Agrícola. 2017. La raíz es el cerebro de la planta (en línea). Consultado 14 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3gxHOug>
- Salinas M. 2017. Efecto del producto SAGIB en el crecimiento y desarrollo de plantas de *Moringa oleífera* Lam. (en línea). Tesis. Ing. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Consultado el: 15 may. Disponible en: <https://bit.ly/300zKOK>
- Sanzano. s.f. Potasio del suelo (en línea). Argentina. Consultado 17 dic. 2019. Disponible en: <http://www.faz.unt.edu.ar/>
- SAS (Statistical Analisis System). s.f. Request Demo (en línea). Consultado 15 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3o4jaG4>
- Segura J. Escalante J., Rodríguez M., Diaz R., Conde V., García R., Quevedo A. 2020. Biomasa e índices de análisis de crecimiento relacionados con el área foliar en Haba (en línea, video). Texcoco, México. 11 min. 05 seg., son., color. Consultado 12 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3ATKBrO>
- Soto S. 2017. Evaluación del efecto de dos dosis de tres fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de *Moringa oleífera* Lam, diagnóstico y servicios (en línea). Zacapa. Guatemala. Consultado 19 oct. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/2MaafQI>
- Undie U., Kekong M., Ojikpong T. 2013. *Moringa oleífera*

- Lam leaves effect soil pH and garden egg (*Solanum aethiopicum* Lam) yield in two Nigeria agroecologies (en línea). European journal of agriculture and forestry research 1 (1). 17-25 p. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3Asm000>
- UNA (Universidad Nacional Agraria) – PROMARANGO. 2018. Guía Técnica N° 21: Manejo de viveros de Marango (*Moringa oleífera* Lam). Una alternativa sostenible de alimentación animal ante el cambio climático (en línea). Managua. Nicaragua. 11p. consultado 12 nov. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2ZYx4PN>
- Valdés O.; Muñoz C.; Pérez A. Martínez E. 2014. Analisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera* Lam en diferentes sustratos. Revista científica Biológica Agropecuario Tuxpan 2 (2):66-70
- Villar R., Ruiz-Robleto J., Quero J., Poorter H., Valladares F., Marañón T. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas (en línea). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. 191-227 p. Consultado 15 may 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2ULvPm8>



**58
ANIVERSARIO**



**FACULTAD DE
CIENCIAS
AGRONÓMICAS**

**UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR**

**MEMORIA
VI SIMPOSIO DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**



LA PARTICIPACIÓN DE LA
MUJER Y LA
JUVENTUD
EN LA RURALIDAD SALVADOREÑA
frente al cambio climático, la seguridad
y soberanía alimentaria y nutricional

23 Y 24 DE AGOSTO 2022



58
ANIVERSARIO

VI
SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



CONTENIDO

55 ORGANIZACIÓN DEL SIMPOSIO

56 RESUMEN DE LA MEMORIA

57 RESÚMENES DE EXPOSITORES

1. Bienes naturales no maderables para la sustentabilidad de las mujeres y la conservación de los ecosistemas en la Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio Fraternidad

Berta Gladys Medrano Mejía, Gabriel Cerén, Javier Hernández

2. Empoderamiento de las mujeres en la cadena de producción de la Asociación Cooperativa “Hortaliceros de Cuscatlán”

Alba Yanira Martínez

3. Efecto de la anemia ferropénica en la capacidad de trabajo en mujeres rurales en edad reproductiva

Luis Antonio Mejía

4. Seguridad alimentaria y nutricional, salud mental y rendimiento académico. Una aproximación interdisciplinaria. Caso: estudiantes universitarios de nuevo ingreso 2021, Centro Universitario de Jutiapa

Bani Antonieta Oliveros Mencos, Elmer José Roldán Salazar, Kimberly Annett Corado Cruz, Linda Evelin Espinoza Recinos, Marta Telma Ramos Sandoval

5. Compostaje una alternativa para reducir los gases efectos invernadero y sustrato para huertos urbanos

Alba Margarita Meléndez

6. Iniciativas de producción orgánica para la subsistencia familiar y la sostenibilidad en el Bajo Lempa

María Inés Dávila Medina, José Fredy Cruz Centeno, Josué Humberto Henríquez García

7. Identificación de especies vegetales nativas e introducidas con valor nutricional aptas para consumo humano y su importancia en la seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador

Josué Ulises García Ochoa, Sara Abigaíl Amaya Chávez

8. Desarrollo de alternativas de manejo industrial del camarón en las variedades *Penaeus Vannamei* y *Protrachypene Precipua* a fin de mejorar el rendimiento y calidad bajo un sistema de gestión de calidad e inocuidad para la Empacadora Coral del Pacífico S.A. - EMCOPAC, Esmeraldas, Ecuador

Saira Evelyn Reyes Alvarado

9. Finca Las Margaritas: ejemplo de buenas prácticas partiendo de la relación empresa–universidad en Yaguajay

Ivania García Viamontes, Martha Aleida Picayo Delgado, Jady Yemila Selki González, Rafael Miguel Reyes Fernández, Carmen Rosa Pérez García, Sahily López Llanes, Yitsy Ortiz Fiol, Ana Midiala González





58
ANIVERSARIO

VI SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



ORGANIZACIÓN DEL SIMPOSIO

Comité organizador

- Ph.D. Francisco Lara Ascencio - Decano, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas - Secretario de Investigaciones Científicas UES.
- Ing. Agr. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia - Jefe del Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Mae. Luis Alberto Sánchez Alfaro - Unidad de Enlace y Promoción de la Investigación (EPI), Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Lic. Lilian Xiomara Arévalo Benítez - Unidad de Comunicaciones, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Ing. Agr. Elmer Antonio Bernal Ayala - Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Lic. Gilma de Alarcón - Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

Comité científico

- M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas - Secretario de Investigaciones Científicas UES.
- Ing. Agr. Erick Christopher Guardado Deras - Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Ing. Agr. Édgar Geovany Reyes Melara - Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

- Ing. Agr. Édgar Marroquín Mena - Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

Comité de apoyo logístico

- Ing. René de Jesús Montano Hernández - Unidad de Informática, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Ing. William Rafael Valdez Mejía - Unidad de Informática, Facultad de Ciencias Agronómicas UES.
- Rafaela de los Ángeles Pérez - Gestora de seguimiento de proyectos de investigación, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Lic. Gloria Yanira Aquino Sánchez - Asistente técnico, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Lic. Andrea Veraliz Delgado de Martínez - Gestora de Investigación, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- M.Sc. Vilma del Carmen Carbajal Carbajal - Gestora de Investigación, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Juan Raúl Magarín - Unidad de Enlace y Promoción de la Investigación (EPI), Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Lic. Mirian Iraheta Lovo de Medina - Asistente Técnica Administrativa, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.
- Ing. Agr. Ever Alexis Martínez Aguilar - Asistente de Investigación, Secretaría de Investigaciones Científicas UES.



58
ANIVERSARIO



Memoria del Simposio Report of the Symposium

Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

RESUMEN

La Facultad de Ciencias Agronómicas, en conjunto con la Secretaría de Investigaciones Científicas, desarrollaron el VI SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA bajo el eslogan “La participación de la mujer y la juventud en la ruralidad salvadoreña frente al cambio climático, la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional”, durante los días martes 23 y miércoles 24 de agosto de 2022. Dicha actividad se desarrolló con el objetivo de abrir un espacio de encuentro entre la investigación científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y diferentes actores de la vida nacional e internacional, para dar a conocer los resultados del trabajo científico que contribuye a solucionar problemas económicos, sociales y medioambientales. Las investigaciones presentadas se agruparon en tres áreas temáticas: 1) Participación de la mujer rural en la actividad productiva agropecuaria y agroindustrial; 2) Juventud con la integración intergeneracional; 3) La familia rural y las organizaciones comunitarias como agentes clave frente a la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.

Palabras clave: simposio, investigación científica, ruralidad salvadoreña, cambio climático, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria.

The Faculty of Agricultural Sciences, together with the Secretariat of Scientific Research, developed the VI SCIENTIFIC RESEARCH SYMPOSIUM under the slogan “The participation of women and youth in Salvadoran rurality in the face of climate change, security and food and nutritional sovereignty”, during Tuesday 23 and Wednesday 24 August 2022. The activity was developed with the objective of opening a meeting space between the scientific research of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador and different actors of national and international life, to publicize the results of the scientific work that contributes solve economic, social and environmental problems. The investigations presented were grouped into three thematic areas: 1) Participation of rural women in productive agricultural and agro-industrial activity; 2) Youth with intergenerational integration; 3) The rural family and community organizations as key agents in the face of food and nutrition security and sovereignty.

Keywords: symposium, scientific research, Salvadoran rurality, climate change, food security, food sovereignty.

ABSTRACT

Bienes naturales no maderables para la sustentabilidad de las mujeres y la conservación de los ecosistemas en la Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio Fraternidad

Non-Timber Goods For The Sustainability Of Women And Ecosystems In The Biosphere Trifinio Fraternity

Berta Gladys Medrano Mejía
Gabriel Cerén
Javier Hernández
Asociación Gaia El Salvador

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito establecer los bienes naturales no maderables (BNNM) como una alternativa viable que contribuye al desarrollo sustentable de las mujeres, la conservación de los ecosistemas y biodiversidad en la Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio Fraternidad (RBTF). El enfoque de la investigación es de tipo no experimental, de nivel exploratorio y

This study aimed to establish Non-Timber Natural Assets (BNNM) as a viable alternative that contributes to the sustainable development of women, ecosystem conservation and biodiversity in the Transboundary Biosphere Reserve Trifinio Fraternity (RBTF). The research approach is non-experimental, exploratory and descriptive, with a mixed approach, and “Participatory

ABSTRACT



58
ANIVERSARIO

V SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



descriptivo, con enfoque mixto y de «investigación participativa» propia de las ciencias sociales que incluye la aplicación de procedimientos dialógicos entre los participantes, y que ha sido adoptado por las ciencias botánicas, con el uso de los métodos inductivo y deductivo. Entre los resultados más relevantes se tienen la línea base de BNNM registra en total 357 especies vegetales identificadas, agrupadas en 105 familias botánicas en los usos alimenticio, medicinal, cultura, artesanal y ornamental. Un 67.2 % de las mujeres tiene un conocimiento de medio a muy alto sobre BNNM pues conocen y usan más de 41 plantas; así mismo están realizando más acciones de conservación 54.35 % frente a un 18.48 % realizadas por hombres. Existe una gran desigualdad en el acceso y control de la tierra con una titularidad del 73.75 % a favor de los hombres. Aporta un antecedente de marco conceptual para la teorización y análisis de procesos relacionados a bienes naturales no maderables, sustentabilidad de mujeres y conservación de ecosistemas; también provee información en torno al uso, acceso, conocimiento diferenciado que mujeres y hombres tienen sobre BNNM y que genera una línea base inédita de BNNM de los municipios de la RBTF de La Palma, San Ignacio y Citalá.

Research” proper to the Social Sciences involving the application of dialogical procedures between the participants, and has been adopted by the botanical sciences, using inductive and deductive methods. Among the most relevant results are: the BNNM baseline records a total of 357 identified plant species, grouped into 105 botanical families in the uses: food, medicinal, culture, craft and ornamental. 67.2% of women have a medium to very high knowledge of BNNM because they know and use more than 41 plants; they are also carrying out more conservation actions 54.35% compared to 18.48% carried out by men. There is great inequality in the access and control of land with a 73.75% ownership in favor of men. Provides a history of the conceptual framework for the theorization and analysis of processes related to natural resources non-timber, sustainability of women and conservation of ecosystems; it also provides information around the use, access, knowledge differential that women and men have on BNNM; and generates a base-line unpublished BNNM of the municipalities of the RBTF of La Palma, San Ignacio and Citalá.

Empoderamiento de las mujeres en la cadena de producción de la Asociación Cooperativa “Hortaliceros de Cuscatlán”

Empowerment of women in the production chain of the Cooperative Association “Hortaliceros de Cuscatlán”

Alba Yanira Martínez

Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria “Hortaliceros de Cuscatlán”

RESUMEN

El rol de las mujeres productoras y comercializadoras de hortalizas de la cooperativa “Hortaliceros de Cuscatlán” desde el 2011 al 2022 en cantón Santa Lucía, Villa el Carmen del departamento de Cuscatlán. Las mujeres afiliadas a la Asociación se autodefinen como organizaciones exitosas «que aprenden» y comparten la «visión clara de negocio y las ganas de continuar en esta iniciativa». Exponiendo, que la vida como organización está basada, en una idea consolidada originalmente como negocio familiar de Los Ramírez hace 21 años, luego de convertirse en una «escuela de campo». Para fortalecer el emprendimiento de las hortalizas, se formó una asociación cooperativa que obtuvo su personería jurídica en el 2011. Esta sabiduría adquirida a lo largo de la vida de los campesinos, permite desarrollarse y generar el espacio local de oportunidades. Esta forma de pensar, es la base del éxito, desprendiendo alianzas, los tratos buenos y perdurables, el uso correcto del financiamiento y la interlocución positiva con las instituciones públicas y privadas de El Salvador.

ABSTRACT

The role of women producers and marketers of vegetables from the “Hortaliceros de Cuscatlán” cooperative during the years 2011 to 2022 in the canton of Santa Lucía, Villa el Carmen in the department of Cuscatlán. The women members and workers of the cooperative association “Hortaliceros de Cuscatlán” define themselves as successful organizations “that learn” and share a “clear business vision and the desire to continue in this initiative.” Exposing that life as an organization is based on an idea originally consolidated as a family business of the Ramírez family 21 years ago, after becoming a “Field School” to strengthen the vegetable entrepreneurship with the formalization of a cooperative association that obtained its legal status in 2011. This wisdom acquired throughout the life of the peasants, allows them to develop and generate the local space of opportunities. This way of thinking is the basis of success, developing alliances, good and lasting deals, the correct use of financing and positive dialogue with public and private institutions in El Salvador.



58
ANIVERSARIO

V SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Efecto de la anemia ferropénica en la capacidad de trabajo en mujeres rurales en edad reproductiva

Effect of Ferropenic Anemia on Work Performance of Rural Women of Reproductive age

Luis Antonio Mejía

Departamento de Ciencia de Alimentos y Nutrición Humana, Universidad de Illinois

RESUMEN

La anemia por deficiencia de hierro (ADH) es un importante problema de salud pública a nivel mundial, afectando principalmente a mujeres en edad reproductiva y niños. En El Salvador, de acuerdo con WHO (2019), la prevalencia de anemia en mujeres en edad reproductiva es 10.6 % (5.2 – 21.4) y 15.9 % en embarazadas. Estudios clínicos en animales y humanos, bajo condiciones controladas, han demostrado que uno de los efectos de la ADH es una disminución en la capacidad física de trabajo debido a una reducción en los niveles de hemoglobina que limita la entrega de oxígeno a los tejidos con consecuente disminución en la producción de energía. Este fenómeno tiene consecuencias en la salud de la mujer y potenciales repercusiones económicas para el país. Sin embargo, información en condiciones reales de trabajo a nivel de campo, en relación con el rendimiento en mujeres del área rural con ADH es limitada. Objetivos del estudio: a) revisar y analizar información actualizada sobre el impacto, a nivel de campo, del rendimiento en el trabajo de mujeres en edad reproductiva con ADH y b) exponer públicamente la importancia de este fenómeno para incentivar el desarrollo de políticas y programas para aliviar esta situación. Los resultados indicaron que, a nivel de campo, mujeres con ADH tienen una menor capacidad física que afecta su rendimiento de trabajo y que la administración de hierro puede mejorar su situación.

ABSTRACT

Iron deficiency anemia (IDA) is an important global public health problem affecting primarily women of reproductive age and young children. In El Salvador, according to the latest WHO report (2019), the prevalence of IDA is 10.6% (5.2-21.4) in women of reproductive age and 15.9% in pregnant women. Several clinical studies in animals and humans, under control conditions, have demonstrated that one of the effects of IDA is a reduction of physical work capacity due to low hemoglobin levels that limit oxygen delivery to tissues thus impairing the metabolic production of energy. This phenomenon has health as well as potential economic consequences for the country. However, information regarding the effect of IDA on work performance under real field conditions is limited. The objectives of this study were a) Review recent literature on the effect, under real field conditions, of IDA on work performance of rural women of reproductive age and b) Bring public attention of IDA in rural women for development of policies and programs to alleviate this undesirable condition. Results indicated that, at the field level, women with ADI have reduced physical capacity that affects their work performance, and that iron administration alleviates the observed negative effect.

Seguridad alimentaria y nutricional, salud mental y rendimiento académico. Una aproximación interdisciplinaria. Caso: estudiantes universitarios de nuevo ingreso 2021, Centro Universitario de Jutiapa

Food and Nutrition Security, mental health and academic performance. An interdisciplinary approach. Case: 2021 new college students, Jutiapa University Center

Bani Antonieta Oliveros Mencos
Elmer José Roldán Salazar
Kimberly Annett Corado Cruz

Linda Evelin Espinoza Recinos
Marta Telma Ramos Sandoval
Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Jutiapa

RESUMEN

El estudiante de primer ingreso a la universidad experimenta cambios en la carga curricular, horarios de estudio extensos y economía, los cuales pueden incidir en la conducta alimentaria

ABSTRACT

The first-time university student experiences changes in the curricular load, extensive study hours and economy, which can affect eating behavior (De Piero, 2015) marked by the



58
ANIVERSARIO

VI SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



(De Piero, et al., 2015) marcada por la pandemia COVID-19 en un ciclo académico no presencial. En el estudio interdisciplinario y transversal se exploraron variables de seguridad alimentaria como disponibilidad, acceso, estado nutricional y calidad de la dieta de 284 estudiantes del Centro Universitario de Jutiapa [JUSAC], Guatemala en el primer cuatrimestre del 2021. Se identificó el nivel de malestar psicológico y el rendimiento académico con base a resultados de dos evaluaciones parciales. Para la recolección de información se utilizó un cuestionario con preguntas de la ELCSA, el Índice de Masa Corporal y de cada especialidad. El estudio reveló que en el periodo de referencia sí hubo acceso físico y económico a alimentos. El índice de alimentación saludable revela que el 89 % de estudiantes necesita cambios en la dieta con incidencia en sobrepeso. El coeficiente de correlación entre el malestar psicológico y la calidad de la dieta (-0.072), entre malestar psicológico y estado nutricional (0.096), el malestar psicológico y el sobrepeso como estado nutricional (0.123) estadísticamente no son significativos. Del total de estudiantes, El 67 % presentó rendimiento académico satisfactorio.

COVID-19 pandemic in a non-face-to-face academic cycle. In the interdisciplinary and cross-sectional study, food security variables were explored: availability, access, nutritional status and quality of the diet of 284 students from the University Center of Jutiapa in the first quarter of 2021. The level of psychological discomfort and academic performance were identified. based on the results of two partial evaluations. For the collection of information, a questionnaire with questions from the ELCSA, the Body Mass Index and from each specialty was used. The study revealed that in the reference period there was physical and economic access to food. The healthy eating index reveals that 89% of students need changes in the diet with incidence in overweight. The correlation coefficient between psychological distress and diet quality (0.072), between psychological distress and nutritional status (0.096), psychological distress and overweight as nutritional status (0.123) are not statistically significant. 67% of students presented satisfactory academic performance.

Esta investigación ha sido publicada bajo el título “Seguridad alimentaria y nutricional, salud mental y rendimiento académico” como artículo de *Revista Naturaleza, Sociedad ambiente*

<https://www.revistacunsurori.com/index.php/revista/article/view/77>

Compostaje una alternativa para reducir los gases efectos invernadero y sustrato para huertos urbanos

Compost, an alternative to reduce the greenhouse effect and substrate for urban gardens

Alba Margarita Meléndez
Investigadora independiente

RESUMEN:

El Salvador según el “VI censo de población y V de vivienda” realizado en el año 2007 determinó que el total de habitantes en el país es de 5, 744,113, que a través de cualquier actividad domiciliar, escolar, comercial o industrial, estarían generando residuos sólidos y de esta manera están afectando en forma negativa al medioambiente. De ahí que la generación per cápita de residuos sólidos es de 0.90 Kg/Hab/día, 3,676 toneladas diarias, y que únicamente el 5 % es para reciclaje y el 82 % es dispuesto hacia rellenos sanitarios, residuos que en su mayoría son de origen orgánicos. Es así que los residuos orgánicos son todos aquellos biodegradables, que pueden descomponerse de una forma aeróbica o anaeróbica, siendo más amigable con el medioambiente y es materia prima para convertirse en compost. El Compostaje, es el proceso de la degradación aeróbica de los

ABSTRACT

El Salvador, according to the “VI censo de población y V de vivienda” made in 2007 was determinate those 5,744,113 inhabitants who in activities at home, at school, commercial activities, industry, etc. are generating solid waste that affects the environment in a negative way. It represents a waste generation of 0.90 Kg/Inhab./day or 3,676 daily tons that just a 5% of it goes to recycling and an 82% it is disposed to landfills; this waste has an organic origin mostly. Those the organic waste, all the biodegradables that are able to be decomposed in an aerobic and anaerobic way who are environmentally friendly and becoming in raw material to be transformed in compost. Composting, the process of the aerobic decomposition of organic waste and the result of it is the compost, this process can help with the reduction of the GEI (Greenhouse Gasses), because it avoids the production



58
ANIVERSARIO

VI SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



residuos orgánicos y como resultado se da el compost; este proceso puede aportar a la minimización de gases de efecto invernadero (GEI), pues evita la producción de gases como el metano y el CO², también es una alternativa de solución en la reducción de costos económicos para su disposición final y sirve para la seguridad alimentaria mediante huertos urbanos hortícolas.

of gasses like methane and CO₂ and it is one of the alternatives of solution in the reduction of economic costs to the population for its final disposal and serves for food security through urban vegetable gardens.

Iniciativas de producción orgánica para la subsistencia familiar y la sostenibilidad en el Bajo Lempa

Organic production initiatives for family subsistence and sustainability in the Bajo Lempa

María Inés Dávila Medina

José Fredy Cruz Centeno

Josué Humberto Henríquez García

Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador

RESUMEN

La agricultura ha sido una actividad determinante en la conformación de civilizaciones, como las establecidas en la región mesoamericana; pero en el transcurrir de la historia, la producción de alimentos se fue constituyendo en un factor de dominación. En tal sentido, la apropiación de conocimientos y tecnologías para la producción agrícola se subordinó a la estructura de dominación y acumulación de capital, con serias repercusiones para los ecosistemas. Sin embargo, una parte de la población trabajadora del mundo rural salvadoreño se ha propuesto la implementación de formas productivas, para la subsistencia familiar, que escapan a la lógica de la ganancia monetaria y tratan de vincularse de forma más armónica con el entorno natural. Particularmente, en la región del Bajo Lempa, la Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES) y la Asociación Local Mangle para la Mitigación de Desastres y el Desarrollo en el Bajo Lempa - Bahía de Jiquilisco (Asociación Mangle), han promovido y acompañado la implementación de la agricultura orgánica. En este contexto, se realizó una investigación para conocer la situación de la producción agrícola con técnicas orgánicas en el Bajo Lempa, desde la experiencia de la población. Se logró identificar que la producción orgánica no se realiza de forma masiva; sin embargo, es un sector, integrado por mujeres y hombres, con más de 10 años de implementar dichas técnicas, contribuyendo a la propia subsistencia y a la sostenibilidad del territorio.

ABSTRACT

Agriculture has been a determining activity in the formation of civilizations, such as those established in the Mesoamerican region; but in the course of history, food production became a factor of domination. In this sense, the appropriation of knowledge and technologies for agricultural production was subordinated to the structure of domination and accumulation of capital, with serious repercussions for ecosystems. However, a part of the working population of the Salvadoran rural area has proposed the implementation of productive forms for family subsistence, which escape the logic of monetary gain and try to link more harmoniously with the natural environment. Particularly, in the Bajo Lempa region, the Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES) and the Asociación Local Mangle para la Mitigación de Desastres y el Desarrollo en el Bajo Lempa - Bahía de Jiquilisco (Asociación Mangle), have promoted and accompanied the implementation of organic agriculture. In this context, an investigation was carried out with the objective of knowing the situation of agricultural production with organic techniques in Bajo Lempa, from the experience of the population. It was possible to identify that organic production is not carried out massively, however, a sector made up of women and men has been implementing organic techniques for more than 10 years, contributing to their own subsistence and the sustainability of the territory.



58
ANIVERSARIO

V SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Identificación de especies vegetales nativas e introducidas con valor nutricional aptas para consumo humano y su importancia en la seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador

Identification of native and introduced plant species with nutritional value suitable for human consumption and their importance in Food and Nutritional Security in El Salvador

Josué Ulises García Ochoa

Sara Abigail Amaya Chávez

Tesistas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo del 2021 a marzo del 2022 en los cantones Cangrejera del municipio de Izalco, Tajcuiluján y Pushtán del Municipio de Nahuizalco y cantón Agua Caliente del municipio de Caluco, todos del departamento de Sonsonate, El Salvador. Se realizaron diversas giras de campo con el objetivo de conocer los sistemas de producción de hortalizas de hoja, métodos de propagación implementados y usos etnobotánicos de las especies cultivadas, para ello se entrevistaron a 20 productores locales con el fin de obtener la información necesaria para la investigación. Las especies vegetales seleccionadas con valor nutricional potencial fueron trasladadas al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, para determinar su contenido nutricional por medio del análisis bromatológico, el cual consistió en la determinación de la humedad parcial, humedad total, materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda, ceniza, carbohidratos y minerales (calcio, hierro, magnesio y zinc). Para interpretar los datos obtenidos se utilizó una estadística básica, análisis de correlación de Pearson, y análisis multivariante específicamente, el análisis por conglomerados y análisis de componentes principales (ACP); mediante el programa Excel 2013, SPSS® versión 25 e INFOSTAT® 2020. En adición, la mayoría de especies estudiadas se mantienen en el banco de germoplasma ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de que el estudio realizado brinde alternativas de interés nutricional y medicinal a la población salvadoreña.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the months of March 2021 to March 2022 in the cantons Cangrejera of the municipality of Izalco, Tajcuiluján and Pushtán of the Municipality of Nahuizalco and Canton Agua Caliente of the Municipality of Caluco, all of them from the department of Sonsonate, El Salvador. Several field trips were carried out with the objective of knowing the production systems of leafy vegetables, propagation methods implemented and ethnobotanical uses of the cultivated species, for which 20 local producers were interviewed in order to obtain the necessary information for the investigation. The selected plant species with potential nutritional value were transferred to the Agricultural Chemistry Laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences to determine their nutritional content through bromatological analysis, which consisted in the determination of partial humidity, total humidity, dry matter, extract ethereal, crude protein, crude fiber, ash, carbohydrates, minerals such as calcium, iron, magnesium and zinc. To interpret the data obtained, basic statistics, Pearson's correlation analysis, and multivariate analysis, specifically the cluster analysis and Principal Component Analysis (PCA) methods, were used; using the Excel 2013 program, SPSS® version 25 and INFOSTAT® 2020. In addition, most of the species studied are kept in the germplasm bank located in the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, with the purpose that the study carried out provides alternatives of nutritional and medicinal interest to the Salvadoran population.



58
ANIVERSARIO

V SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



Desarrollo de alternativas de manejo industrial del camarón en las variedades *Penaeus Vannamei* y *Protrachypene Precipua* a fin de mejorar el rendimiento y calidad bajo un sistema de gestión de calidad e inocuidad para la Empacadora Coral del Pacífico S.A. - EMCOPAC, Esmeraldas, Ecuador

Development of industrial management alternatives of shrimp in the varieties *Penaeus Vannamei* and *Protrachypene Precipua* in order to improve yield and quality under a quality and safety management system for Empacadora Coral del Pacífico S.A. - EMCOPAC, Esmeraldas, Ecuador

Saira Evelyn Reyes Alvarado

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

RESUMEN

El objetivo de la pasantía profesional fue desarrollar alternativas de manejo industrial del camarón para mejorar el rendimiento y calidad en un periodo de 31 semanas que inició en abril y finalizó en octubre de 2022. Se analizó el procesamiento en las diferentes etapas de trabajo de la empacadora, los procesos a evaluar para el *Protrachypene* fueron en el precocido y en crudo. Se evaluó el tiempo de precocido y temperatura interna del *Protrachypene*, manteniendo la temperatura constante a 100 °C, se realizaron dos muestreos con un tiempo de 12 y 16 segundos, determinado el efecto de la temperatura interna del *Protrachypene* se buscó acercarse a una temperatura de 65 °C a 70°C basado en la norma para camarón congelado rápidamente - CODEX STAN 92-1981. El tiempo que se expuso *Protrachypene* a la temperatura de 100 °C es directamente proporcional a su tamaño y cantidad, por lo tanto, se determinó y estableció una cocción que cumplió la normativa y permitió mantener las propiedades organolépticas del camarón. Además, se logró la reducción en la merma y un buen rendimiento en el procesamiento en crudo superando el problema de tallas erróneas donde se obtenían conteos largos en los controles de calidad del empaado, durante el proceso de clasificación. Se ajustó la maquina clasificadora, pero no fue suficiente; por tal motivo se hicieron cambios durante el proceso antes de ser empaado, se tomaron los tiempos de escurrido por 10, 15 y 25 minutos. El tiempo que favoreció al conteo de las tallas es de 25 minutos de escurrido, como resultado se determinó que la talla 200-300 y 300-400 deben ser clasificadas manualmente. Para la variedad *Penaeus vannamei*, la empacadora ofrece valores agregados como corte mariposa, PUD (pelado con vena), PYD (pelado y desvenado). Pero antes de entrar al proceso, posterior a la compra, se tienen pérdidas importantes. Para reducir estas pérdidas se realizaron ó controles de calidad con una muestra de 1 kg evaluando el porcentaje de defecto, características organolépticas, estado del camarón, uniformidad,

ABSTRACT

The objective was to develop industrial management alternatives for shrimp of the *Penaeus vannamei* and *Protrachypene precipua* varieties to improve yield and quality over a 31-week period that began in April and ended in October 2022. Processing at the different stages of processing was analyzed. packing house, the processes to be evaluated for *Protrachypene* were pre-cooked and raw. The pre-cooking time and internal temperature of the *Protrachypene* were evaluated, keeping the temperature constant at 100°C, two samplings were carried out with a time of 12 and 16 seconds, determining the effect of the internal temperature of the *Protrachypene*, which sought to approach a temperature 65°C to 70°C based on the standard for quick frozen shrimp - CODEX STAN 92-1981. The time that *Protrachypene* was exposed to a temperature of 100°C is directly proportional to its size and quantity, therefore a cooking that complied with the regulations and allowed to maintain the characteristic organoleptic properties of the shrimp was determined and established. In addition, the reduction in shrinkage and a good yield in raw processing were achieved, overcoming the problem of erroneous sizes where long counts were obtained in the quality controls of the packaging, during the classification process in the classifying machine. The adjustment to the sorting machine was made but it was not enough; For this reason, changes were made during the process before being packed, draining times were taken for 10, 15 and 25 minutes. The time that favored the counting of sizes is 25 minutes of draining, as a result, sizes 200-300 were obtained in the sorting machine, filtering sizes 300-400; it was determined that sizes 200-300 and 300-400 should be classified manually. For the *Penaeus vannamei* variety known as pool, white or vannamei shrimp, the packer offers added value such as butterfly cut, PUD (peeled with vein), PYD (peeled and deveined). But before entering the process, after the purchase, there are significant losses. To reduce these losses, quality controls were carried out with a



58
ANIVERSARIO

V SIMPOSIO
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



talla y gramaje. La evaluación de la melanosis en el camarón es un control de calidad necesario realizarlo antes de la compra o procesarlo por motivos de mal manejo de adición del metabisulfito de sodio posterior a la cosecha, para esto se tomó una muestra 10 camarones y se cocinaron por 5 minutos (baño maría), con observación por 24 horas, si estas muestran presentan manchas oscuras indican que la adición del metabisulfito de sodio no fue aplicado adecuadamente. La función del metabisulfito es preservar el color, evitar el crecimiento de microorganismos, por lo cual el camarón no muere estresado y prolonga su calidad.

1 kg sample, evaluating the percentage of defects, organoleptic characteristics, state of the shrimp, uniformity, size and weight. The evaluation of the melanosis in the vannamei is a necessary quality control to carry it out before the purchase or to process it for reasons of poor management of addition of sodium metabisulfite after the harvest, for this a sample of 10 shrimp was taken and they were placed in a ziplot sleeve then cooked for 5 minutes approx. inside a pot with water (bain-marie), later they were placed in an area for observation for 24 hours, if they show dark spots it is determined that the addition of sodium metabisulfite was not applied properly, although at 3 hours the vannamei it starts showing its dark spots that can be noticed in the membrane and in the meat under the shell. The function of metabisulfite is to preserve its color, prevents the growth of microorganisms, the shrimp does not die under stress and prolongs its quality.

Finca Las Margaritas: ejemplo de buenas prácticas partiendo de la relación empresa–universidad en Yaguajay

Property The Daisies: example of good practices leaving of the relationship company - University in Yaguajay

Ivania García Viamontes
Martha Aleida Picayo Delgado
Jady Yemila Selki González
Rafael Miguel Reyes Fernández
Carmen Rosa Pérez García

Sahily López Llanes
Yitsy Ortiz Fiol
Ana Midiala González
Universidad de Sancti-Spiritus, José Martí Pérez

RESUMEN

Para impulsar el avance económico cada territorio debe crear capacidades de producción, difusión y aplicación de conocimientos, favoreciendo así el nexo entre innovación y desarrollo local. En este trabajo se aborda un ejemplo de buenas prácticas de la agricultura familiar a partir de la experiencia profesional entre la relación empresa-universidad con el caso de la finca Las Margaritas de la empresa Provincial Flora y Fauna de Sancti Spiritus radicada en Yaguajay. A partir de la realización de varios talleres con enfoque de género y equidad social se aportaron herramientas teóricas para la sensibilización de decisores, mujeres y jóvenes, cuyos temas incidieron en la incorporación de las féminas en la producción de alimentos con garantías de elevar indicadores sociales viables para el desempeño económico-social de la mujer rural. Se utilizó el método de acción participativa conducido por talleres, develándose como un método práctico que tendrá seguimiento en el trabajo por la equidad. La articulación de los potenciales productivos de los territorios en función del desarrollo local requiere del conocimiento y la innovación, para ello la educación superior, resulta imprescindible para alcanzar un desarrollo social sostenible.

ABSTRACT

To impel the economic advance each territory it should create production capacities, diffusion and application of knowledge, favoring this way the nexus between innovation and local development. In this work an example of good practices of the family agriculture is approached starting from the professional experience among the relationship company - university with the case of the property The Daisies of the Provincial Company Flora and Fauna (EPFF) of Sancti Spiritus resided in Yaguajay. Starting from the realization of several shops with gender focus and social justness theoretical tools were contributed for the decisores sensitization, women and young whose topics impacted in the incorporation of the féminas in the production of foods with guarantees of elevating viable social indicators for the economic acting - social of the rural woman. The method of action participativa was used driven by shops, develándose like a practical method that he/she will have pursuit in the work for the justness. The articulation of the productive potentials of the territories in function of the local development requires of the knowledge and the innovation and for it the superior education, in its bond with the knowledge, is indispensable to reach a sustainable social development.



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