





## REVISTA AGROCIENCIA

E - ISSN 2522-6509

AÑO IX, NÚMERO 27

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

ENERO-JUNIO 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

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

TEL (503) 2225-1506, E-mail: [revista.agrociencia@ues.edu.sv](mailto:revista.agrociencia@ues.edu.sv)

URL: <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).

### OBJETIVO

Diffundir investigaciones inéditas y originales, de calidad científica, elaboradas por los miembros de la comunidad académica y profesional nacional e internacional sobre las diferentes ramas relacionadas a las ciencias agropecuarias, forestales, veterinarias, agroindustria, medio ambiente, geología y seguridad alimentaria.

### PERIODICIDAD

Su periodicidad es semestral a partir de 2022, con dos números anuales correspondientes a los períodos de enero-junio y julio-diciembre.

### PÚBLICO

La Revista se encuentra dirigida a un público académico que comprenden docentes y estudiantes tanto a nivel nacional como internacional, con interés en las áreas relacionadas a las ciencias agropecuarias, forestales y veterinarias, entre otras similares.

### ALCANCE

Es gratuita, pues Agrociencia no cobra a los autores tarifas de envío y procesamiento editorial de los artículos que se publican.

### COBERTURA TEMÁTICA

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 trabajos enviados serán inéditos (salvo excepciones especialmente consideradas por el editor en jefe).

### FORMATOS ACEPTADOS

Los textos académicos que la revista admite son artículos científicos, notas técnicas, estudio de casos y revisiones bibliográficas.

### GARANTÍAS Y CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

De manera general las publicaciones de la revista se acoplan a una política de propiedad intelectual de acuerdo a los términos de licenciamiento estándar: CC BY. Esta licencia permite que otros mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo para cualquier propósito, incluso comercialmente, y aunque sus nuevos trabajos también deben reconocerlo a usted, no tienen que licenciar sus trabajos derivados en los mismos términos. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

### DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

### DIRECTRICES PARA AUTORES

<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/about/submissions>





## AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla  
Rector

Dra. Evelyn Beatriz Farfan Mata  
Vicerrectora Académica

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado  
Vicerrector Administrativo

Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda  
Secretario General

Lic. Carlos Amilcar Serrano Rivera  
Fiscal General

Ing. Agr. M.Sc. Carlos Armando Villalta  
Presidente Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M. Sc. Nelson Bernabé Granados Alvarado  
Decano, Facultad de Ciencias Agronómicas

MVZ. M. Sc. Rosy Francis Alvarenga Artiga  
Vicedecana, Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M. Sc. Edgar Geovany Reyes Melara  
Secretario de la Facultad de Ciencias Agronómicas

## EQUIPO EDITORIAL

### Director Editor de la Revista

Ing. Agr. M. Sc. Ever Alexis Martínez Aguilar  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
<https://orcid.org/0000-0001-8719-4597>

### Comité Editorial

M. Sc. Emerson Gustavo Martínez  
Coordinador de la Unidad de Desarrollo Académico,  
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador  
<https://orcid.org/0009-0005-1130-7838>

MVZ. Rudy Anthony Ramos Sosa  
Coordinador de la Unidad de Investigación,  
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador  
<https://orcid.org/0009-0001-7158-8839>

### Editor Adjunto

M. Sc. Isidro Galileo Romero Castro  
Secretaría de Investigaciones Científicas,  
Universidad de El Salvador  
<https://orcid.org/0000-0001-5023-9130>

## Corrección de Texto

Lic. Saúl A. Vega  
Secretaría de Investigaciones Científicas,  
Universidad de El Salvador  
<https://orcid.org/0009-0002-2954-4103>

## Diseño, Maquetación y Fotografía

M. Sc. Lilian Xiomara Arévalo Benítez  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
<https://orcid.org/0009-0004-0409-6529>

## SOPORTE TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO

Ing. José Adán Núñez Abarca  
Facultad de Ciencias Agronómicas

Tec. William Rafael Valdez Mejía  
Facultad de Ciencias Agronómicas

## COMITÉ CIENTÍFICO

### INTERNA A LA INSTITUCIÓN

M. Sc. José Miguel Sermeño Chicas  
Departamento de Protección Vegetal  
Facultad de Ciencias Agronómicas y  
Secretario de Investigaciones Científicas,  
Universidad de El Salvador  
<https://orcid.org/0000-0002-0139-0771>

### EXTERNOS A LA INSTITUCIÓN

Dr. Juan Carlos Valdez Sandoval  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
<https://orcid.org/0000-0002-8742-1320>

Dr. Anthony Valverde Abarca  
Tecnológico de Costa Rica  
<https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>

### Dr. Randy Atencio Valdespino

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá  
<https://orcid.org/0000-0002-8325-9573>

### Dra. Patricia Cervantes Acosta

Universidad Veracruzana  
<https://orcid.org/0000-0002-6695-4793>

### Dr. Cesar Orlando Pozo Santiago

Universidad Autónoma de Chiapas  
<https://orcid.org/0000-0002-2557-1155>

### Dr. Carlos Manuel Ulloa

Universidad Nacional de Agricultura de Honduras  
<https://orcid.org/0009-0009-6696-8085>

# CONTENIDO

---

## Artículos Científicos

### **Evaluación de harina de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) como galactogogo en cerdas lactantes**

*Evaluation of Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) flour as a galactagogue in lactating sows*

Lucia Alicia Villalobos Marín, Stacy Gabriela Alvarenga Esquivel, Fredy Mauricio Melara Méndez, David Ernesto Marín Hernández ..... 5

### **Evaluación de dos métodos de extracción de aceite de menta (*Mentha piperita L.*) para saborizar miel de abeja (*Apis mellifera L.*) y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad**

*Evaluation of two extraction methods of mint oil (*Mentha piperita L.*) for flavoring bee honey (*Apis mellifera L.*) and their effect on organoleptic characteristics and acceptability*

Marta Fabiola Gregori Osegueda, Carlos Roberto Mendoza Ramírez, Denice Elizabeth Galdámez Mejía, Edgar Geovany Reyes Melara, Oscar Alonso Rodríguez Gracias, Sara Anabel Mejía Arteaga..... 13

### **Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea topigs c-40 en la fase de desarrollo y engorde**

*Evaluation of 3 levels of milk whey added to pigs line topigs c-40 diet in development and fattening fase*

Rodolfo Daniel Aguilar Quijada, Hugo Francisco Aníbal Bolaños Bonilla, Juan Antonio Sánchez Campos, David Ernesto Marín Hernández, Enrique Alonso Alas García ..... 23

## Nota Técnica

### **Continuar con la producción de alimentos regenerando el planeta**

*Continuing food production while regenerating the planet*

Mariana Luz Guzmán Cruz ..... 31

## Revisión Bibliográfica

### **Problemática generada por el manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios en El Salvador**

*Problems generated by the inadequate management of household solid waste in El Salvador*

Miguel Tomás Murillo Duran; Gerson Alexander Rauda Guardado ..... 35

## Obituario

### **Ing. Agr. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez**

*Ing. Agr. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez*

Ever Alexis MartínezAguilar ..... 40

---

## Evaluación de harina de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) como galactogogo en cerdas lactantes

### Evaluation of Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) flour as a galactagogue in lactating sows

Lucia Alicia Villalobos Marín<sup>1</sup>; Stacy Gabriela Alvarenga Esquivel<sup>1</sup>; Fredy Mauricio Melara Méndez<sup>1</sup>  
David Ernesto Marín Hernández<sup>2</sup>

1 Tesista del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

2 Docente Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



### ACceso ABIERTO

#### REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 5-12

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20674>

**Correspondencia:**  
david.marin@ues.edu.sv

**Presentado:**  
15 de mayo de 2025

**Aceptado:**  
6 de junio de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



### RESUMEN

La investigación se realizó en una granja comercial ubicada en el departamento de Sonsonate, El Salvador, con una duración de 24 semanas, (julio-diciembre 2021). El objetivo fue evaluar el efecto de la harina de *Euphorbia lancifolia* (Ixbut) sobre la ganancia de peso de los lechones al destete Ixbut. Se asignaron dos dosis (0 y 35g/día) a grupos de cerdas de segundo a sexto parto, distribuidos en 10 tratamientos: T1: segundo parto (0 g), T2: segundo parto (35 g), T3: tercer parto (0 g), T4: tercer parto (35 g), T5: cuarto parto (0 g), T6: cuarto parto (35 g), T7: quinto parto (0 g), T8: quinto parto (35 g), T9: sexto parto (0 g) y T10: sexto parto (35 g). Se compararon los pesos individuales de los lechones entre los dos tratamientos al final del periodo de lactancia. Los datos se analizaron con el software Infostat® 2018 mediante un diseño estadístico univariante desbalanceado no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5 % ( $P < 0.05$ ). También se realizó un análisis económico utilizando la metodología de costos parciales, en la que se determinó que el tratamiento que produjo el mejor beneficio neto fue el T6, el cual fue de 23.27 USD. Los resultados bajo la prueba de Kruskal-Wallis mostraron que los tratamientos son significativamente diferentes, ya que la media de peso general de los lechones a cuyas madres se les brindó la harina de Ixbut fue de 5.63 kilogramos y la media de peso de los lechones a las que no se les brindó la harina fue de 5.10 kilogramos, con un nivel de significancia del 5 %. Para el análisis económico se realizaron costos parciales para el consumo y costo de concentrado de los lechones y el presupuesto para el uso de Ixbut. Se concluyó que la utilización de harina de Ixbut aumenta la producción láctea ya que se reflejó en el aumento de peso de los lechones al momento del destete.

### ABSTRACT

The research was conducted in a commercial farm located in the department of Sonsonate, El Salvador, with a duration of 24 weeks (July-December 2021). The objective was to evaluate the effect of *Euphorbia lancifolia* (Ixbut) meal on weight gain of ixbut piglets at weaning. Two doses (0 and 35 g/day) were assigned to groups of sows from second to sixth farrowing, distributed in 10 treatments: T1: second farrowing (0 g), T2: second farrowing (35 g), T3: third farrowing (0 g), T4: third farrowing (35 g), T5: fourth farrowing (0 g), T6: fourth farrowing (35 g), T7: fifth farrowing (0 g), T8: fifth farrowing (35 g), T9: sixth farrowing (0 g) and T10: sixth farrowing (35 g). Individual piglet weights were compared between the two treatments at the end of the lactation period. Data were analyzed with Infostat® 2018 software using a univariate unbalanced nonparametric statistical design with the Kruskal-Wallis test at a significance level of 5 % ( $P < 0.05$ ). An economic analysis was also performed using the partial cost methodology, in which it was determined that the treatment that produced the best net benefit was T6, which was 23.27 USD. The results under the Kruskal-Wallis test showed that the treatments are significantly different, since the mean overall weight of the piglets whose mothers were given Ixbut meal was 5.63 kilograms and the mean weight of the piglets that were not given Ixbut meal was 5.10 kilograms, with a significance level of 5%. For the economic analysis, partial costs were made for the consumption and cost of concentrate for the piglets and the budget for the use of Ixbut. It was concluded that the use of Ixbut meal increases milk production since it was reflected in the weight gain of the piglets at weaning.

**Keywords:** Milk production, piglets, weight.

**Palabras claves:** Producción láctea, lechones, peso.

## INTRODUCCIÓN

La producción porcina es uno de los rubros con menor aporte al PIB nacional. En 2021, el sector no registró exportaciones y las importaciones de carne de cerdo aumentaron un 12 %. El 72.9 % de las granjas son de subsistencia y solo un reducido porcentaje está tecnificado (Amaya, 2016). Esto representa un problema a nivel del país, ya que no se logra suplir la demanda de carne de cerdo, debido a los altos costos de producción, lo que hace urgente investigar alternativas para mejorar la rentabilidad del sector.

*Euphorbia lancifolia* conocida como “Ixbut”, es una planta nativa del área mesoamericana que se caracteriza por estimular la secreción láctea en madres, a esto se le denomina galactogogia y tiene un gran potencial según investigaciones realizadas por Rosengarten (1982) para ayudar en mejorar las dietas de los animales aumentando los niveles de producción de leche y teniendo un resultado positivo. El desarrollo y producción de la planta no es costoso ni necesitamanejo especializado.

En los últimos años se han realizado investigaciones con *Euphorbia lancifolia* en diferentes especies: bovinos, caprinos, conejos e incluso humanos, en países como Guatemala y El Salvador. Dichas investigaciones ayudan a tener un sustento científico del efecto que produce la planta. En el caso de los porcinos no existen investigaciones que demuestren su efecto galactogogo en esta especie. Se decidió investigar la adición de harina de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) a cerdas de segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto parto diariamente para determinar si la administración de la harina aumenta la producción láctea de las cerdas, lo que resultaría en un mayor consumo de leche en los lechones y se vería reflejado en el peso. Este es el primer estudio en el país utilizando la planta en presentación de harina para comprobar si aumenta la producción láctea y por ende disminuir gastos en materias comerciales.

La investigación fue orientada a generar una nueva opción de forraje alternativo para generar un aumento de producción láctea y que se vea reflejado en el peso al destete de los lechones utilizando el Ixbut (*Euphorbia lancifolia*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área estudio

La investigación se realizó en una granja comercial ubicada en el cantón Las Tablas, municipio y departamento de Sonsonate, El Salvador, con coordenadas geográficas de 13°39'17.1"N 89°47'24.4"O y una altitud de 13.683 sobre el nivel del mar. La temperatura mínima en la zona es de 24°C y la máxima de 34°C. La humedad relativa está dentro del rango de 77 % a 82 % durante todo el año. Cada cerda tenía un número promedio de  $11 \pm 2$  lechones a las que estuvo amamantando durante los 21 días del estudio y cada tratamiento estaba compuesto por tres cerdas en lactancia.

### Metodología de Campo

#### Obtención y preparación de la harina de ixbut

Las plantas de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) fueron adquiridas de la parcela de un productor del departamento de Santa Ana, con una edad de 5 meses, teniendo el material a utilizar se cortaron los tallos y las hojas que sobresalen de 15 cm del suelo. Estas fueron almacenadas en bolsas de

polietileno negro tamaño de 60.96 cm x 81.28 cm (24"x32") para luego trasladarlas al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, y realizar el procedimiento de secado para convertirlo en harina.

#### Selección de las cerdas para estudio

Semanalmente el flujo de cerdas por parir que ingresaba a maternidad era aproximadamente de 10 a 14 cerdas. Lo primero que se hizo por protocolo de la granja es el pesaje de cada cerda en la báscula, luego se acomodaron en los módulos de maternidad. Se estableció un protocolo de selección con los datos obtenidos realizando un muestreo por conglomerados, ya que se dividió a la población de cerdas por número de parto y por peso. Teniendo los datos anteriores, se procedió a clasificar las cerdas que contaban con el número de parto requerido para la investigación. Las cerdas se seleccionaron de acuerdo al peso para que fueran lo más homogéneas y no tener rangos de peso muy altos entre ellas, además de estar en óptimas condiciones de salud y no tener historial de complicaciones durante el parto o la maternidad; los rangos de peso se asignaron de acuerdo al parto. Se seleccionaron 6 cerdas de cada parto (de segundo a sexto parto), es decir un total de 30, de la línea genética Topigs Norsvin. Las de segundo parto tuvieron un rango de peso de 200 kilogramos +/- 20 kilogramos, las de tercero de 225 kilogramos +/- 20 kilogramos, las de cuarto de 245 kg +/- 20 kg, las de quinto de 265 kilogramos +/- 20 kilogramos y las de sexto de 275 kilogramos +/- 20 kilogramos.

#### Manejo de las cerdas

Las cerdas ingresaron al área de maternidad aproximadamente una semana antes de su fecha posible de parto y se procedió al llenado de una hoja de registro individual, durante esta semana se les proporcionó 0.90 kg aproximadamente de alimento. El protocolo utilizado durante el parto fue observar a la cerda, si se presentaran problemas de partos distóxicos primero se empleaba masaje en el área abdominal, en segundo lugar, se brindaba ayuda farmacológica y en tercer lugar el braceado. Despues del parto el primer día se le brindó a las cerdas primíparas y multíparas 1.81 kg de concentrado fraccionado en tres tiempos, en los siguientes horarios a las 7:00 am, 2:00 pm y 6:00 pm. El segundo día se le proporcionó a la cerda 3.63 kg de concentrado también fraccionado en tres tiempos, en los mismos horarios, y del tercer día en adelante se administró a las cerdas 5.45 kg de concentrado siempre fraccionado en tres tiempos de alimentación, en los mismos horarios.

#### Manejo del lechón

Los encargados de maternidad fueron los responsables de la observación de síntomas de parto de la cerda, es por eso que cuando detectan síntomas realizaban el ordeño de las tetas para el suministro de calostro, que lo realizaron según el orden en que los lechones nacen con un biberón de 80 ml de capacidad, asegurándose de administrar a cada uno dicha cantidad, posteriormente se colocaron en las tetas para que se sigan alimentando. Despues del nacimiento de los lechones se les realizó el siguiente protocolo: se tomaron los datos de sexo, peso y hora de nacimiento por cada lechón, posteriormente el amarre del cordón umbilical y se desinfectó con yodo diluido, consecutivo se cortó la cola, se realizó el muescado (en la oreja izquierda se coloca el número de camada y en la derecha se coloca el número de lote), se les administró 2 ml de hierro vía intramuscular y una dosis de Toltrazuril al 5 % vía oral.

Al segundo día se les administró 0.5 ml de complejo B intramuscular y suero con aminoácidos con dosis de 2 ml por lechón, también se realizó una reacomodación de los lechones. Al cuarto día se colocó 1 kg el alimento de preinicio comercial, para que los lechones se familiaricen con este tipo de alimento y se les agregó diariamente ácido cítrico en cantidad de 0.001 kg además de ser castrados a los machos de la camada. Los lechones fueron destetados en el día veintiuno, el peso mínimo que se requirió para el destete fue de 3.63 kg, de lo contrario se enviaba al lechón con una madre nodriza, cuando esto sucedía el lechón con un peso menor al mencionado era excluido de la toma de datos.

### Adición de harina de Ixbut

A las cerdas que se les administró la harina de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*) se les adicionaba en su ración de comida a las 06:00 h. de manera manual. Se añadía un ¼ de la ración de concentrado y luego se añadía la dosis de Ixbut, se mezclaba y al terminar la cerda de comerse lo colocado en el comedero se completaba la ración de concentrado.

### Pesaje y toma de datos

El pesaje se realizó cada semana al lote correspondiente en el cual el procedimiento consistió en pesar a los lechones de manera individual para tomar datos a los 21 días de destete, utilizando una báscula de reloj con capacidad para 50 kg, estos datos se obtuvieron al nacimiento del lechón y al momento del destete, es decir se realizaron dos pesajes de cada lechón.

### Cálculo de producción láctea de la cerda estimada

Para calcular la producción láctea se realizó con los datos del peso de la camada al nacimiento y destete, días de lactancia realizada con la siguiente fórmula:

$$\text{Producción de leche} = \frac{(\text{Peso camada destete} - \text{Peso camada nacimiento}) \times 4}{\text{Días de lactancia}}$$

### Metodología de Laboratorio

#### Identificación de la planta

Se procedió a enviar una muestra de las plantas obtenidas al Museo de Historia Natural de El Salvador para garantizar que la planta que se utilizó era la correcta para empezar el procedimiento.

#### Ánalisis bromatológico

Se procedió a enviar una muestra de hojas de Ixbut al Laboratorio del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde se realizó un análisis bromatológico en base seca, mediante los métodos gravimétrico, micro-Kjedahl, Soxhlet, y Ankom.

#### Ánalisis fitoquímico

Se envió una muestra de la planta fresca *Euphorbia lancifolia* al Laboratorio de Investigación en Productos Naturales de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, para un análisis fitoquímico

y la determinación de metabolitos secundarios, por medio del método de extracción de reflujo en el solvente de etanol al 90 %.

#### Preparación de follaje de Ixbut

Se cortaron los tallos y hojas no lignificadas a una altura de 15 cm sobre el suelo, se transportaron en bolsas de polietileno negro de tamaño 60.96 cm x 81.28 cm (24" x 32") y seel material húmedo en bandejas de aluminio. Posteriormente se secaron en una estufa Memmert® modelo Single Display; este procedimiento tuvo una duración de veinticuatro horas a una temperatura de 65°C. La molienda del forraje seco se realizó en un molino, y el material seco molido se pesó en una balanza semianalítica, este procedimiento tuvo una duración de dos horas, para después colocar la cantidad necesaria por tratamiento y se rotuló con la siguiente información: fecha de corte, fecha de secado y peso de materia seca para posteriormente dividir las dosis diarias de 35 gramos que se les dio a las cerdas, esta dosis se definió por medio de criterio grupal de las investigaciones previas en otras especies.

### Metodología Estadística

#### Diseño Estadístico

Se utilizó un diseño experimental univariante desbalanceado, mediante un análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis. Los datos obtenidos se tabularon en el software estadístico Infostat ® 2008.

#### Tratamientos

En el ensayo se evaluó una cantidad de Ixbut brindada en el alimento diario a 30 cerdas de segundo a sexto parto que estaban en etapa de lactancia. Para ello se asignaron 3 cerdas por tratamiento. Se evaluaron dos cantidades: 0 y 35 gramos. Los tratamientos se organizaron así: T1: segundo parto 0 Se utilizó un diseño experimental univariante desbalanceado, mediante un análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis. Los datos obtenidos se tabularon en el software estadístico Infostat ® 2008 gramos, T2: segundo parto 35 gramos, T3: tercer parto 0 gramos, T4: tercer parto 35 gramos, T5: cuarto parto 0 gramos, T6: cuarto parto 35 gramos, T7: quinto parto 0 gramos, T8: quinto parto 35 gramos, T9: sexto parto 0 gramos, T10: sexto parto 35 gramos. En el cuadro 1 se muestra el número de lechones por tratamiento.

#### Cuadro 1

Descripción de tratamientos (gramos) y número de lechones

Tratamiento	Número de lechones
T1: Segundo parto 0 gramos	31
T2: Segundo parto 35 gramos	29
T3: Tercer parto 0 gramos	31
T4: Tercer parto 35 gramos	35
T5: Cuarto parto 0 gramos	35
T6: Cuarto parto 35 gramos	31
T7: Quinto parto 0 gramos	34
T8: Quinto parto 35 gramos	34
T9: Sexto parto 0 gramos	33
T10: Sexto parto 35 gramos	27
Total	320

**Unidades experimentales**

Las unidades experimentales fueron los lechones, los cuales se pesaron individualmente para los análisis estadísticos y descriptivos con la finalidad de conocer la ganancia de peso.

**Variables de estudio**

Las variables dependientes fueron: peso promedio de los lechones por parto, comparación general de las medias y medianas del peso de los lechones al destete, pesos promedios al destete de los lechones y producción láctea de las cerdas.

**Metodología Económica**

Se utilizó la metodología de costos parciales, considerando presupuestos para tratamiento testigo y tratamiento con Ixbut (*Euphorbia lancifolia*). Con los datos representados el peso en (kg) obtenidos en la fase de campo, se realizó un cuadro de presupuesto parcial que detalló el rendimiento de cada tratamiento que está representado por el número de Kg de canal producida y los Beneficios Brutos de Campo (BBC) que es el precio del producto por el rendimiento. También incluyó los costos variables (CV). El análisis del presupuesto parcial permitió sistematizar los datos experimentales con el fin de determinar la relación costo-beneficio de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 2****Análisis no paramétrico Prueba de Kruskal-Wallis**

Variable	Número de parto	Gramos de ixbut	N	MediasKg	Desviación estándar	Medianas	Rangos	H	P
Peso de lechones al destete (kilogramos)	Segundo	0 gramos	31	5.55(B)	2.41	5.46	177.18 B	36.78	<0.0001
	Segundo	35 gramos	29	5.41(B)	1.93	5.29	164.05 B		
	Tercero	0 gramos	31	5.35(B)	1.87	5.34	162.42 B		
	Tercero	35 gramos	35	5.75(B)	1.91	5.77	192.51 B		
	Cuarto	0 gramos	35	4.52(A)	2.42	4.27	100.06 A		
	Cuarto	35 gramos	31	5.78(B)	2.75	6.04	191.53 B		
	Quinto	0 gramos	34	5.51(B)	2.23	5.68	177.24 B		
	Quinto	35 gramos	34	5.50(B)	2.60	5.60	174.38 B		
	Sexto	0 gramos	33	4.63(A)	2.33	4.72	106.64 A		
	Sexto	35 gramos	27	5.72(B)	5.20	5.06	163.83 B		

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN****Análisis de Kruskal-Wallis para el peso vivo de lechones**

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del peso de los lechones al destete obtenidos en el análisis de Kruskal-Wallis en el que se determinó que si hubo una diferencia significativa entre los tratamientos que tienen medias con diferente nomenclatura (A y B). Con base a esos criterios técnicos se obtienen con la Prueba de Kruskal-Wallis, en el tratamiento 5 que eran los lechones de cerdas de cuarto parto a las que no se les suministró la harina de ixbut, tuvieron un peso medio de 4.52 kilogramos (A) y en el tratamiento 6 (B) que eran los lechones de cerdas de cuarto parto a los que se les suministró la harina de Ixbut tuvieron un peso medio mayor de 5.78 kilogramos. De igual manera en el tratamiento 9 que eran los lechones de cerdas de sexto parto a las que no se les suministró la harina de Ixbut, tuvieron un peso medio de 4.63 kilogramos (A) y en el tratamiento 10 que eran los lechones de cerdas de sexto parto a los que se les suministró la harina de Ixbut tuvieron un peso medio de 5.72 kilogramos (B). En las cerdas de quinto parto no se obtuvo una diferencia significativa entre los dos tratamientos, esto pudo deberse a diversos factores que no fueron tomados en cuenta en la investigación como la temperatura ambiente o el estrés en la cerda, ya que estos pueden afectar la producción láctea de la cerda y la ganancia de peso de los lechones según (Mercanti, et al., 2018).

## Pesos promedios de los lechones por parto

En la Figura 1 al comparar los pesos promedios finales en (kg) de los lechones se observó que los que eran producto de madres de cuarto y sexto parto a las cuales se les brindó ixbut en el alimento diario obtuvieron un peso final de 5.78 kg y 5.72 kg respectivamente, los cuales eran los partos con mayor promedio, le siguen las cerdas de tercer parto a las que se les brindó el ixbut obtuvieron un peso final de 5.75 kg pero con menor rango de diferencia con las de tercer parto que no se les administró. Las cerdas del quinto parto obtuvieron un promedio básicamente similar entre las que se les administró el tratamiento y las que no. Por otro lado, las cerdas del segundo parto obtuvieron un promedio mayor en el grupo tratado en comparación con las que no recibieron el tratamiento.

## Comparación general de medias y medianas de peso de los lechones al destete

El análisis de la prueba de Kruskal-Wallis se aplicó para comparar la ganancia de peso promedio de los lechones, T1: 35 g de ixbut contra a las cerdas que no se les aplicó del T0: 0 g de ixbut. Se determinó que los tratamientos son significativamente diferentes, ya que según la prueba de Kruskal-Wallis cuando en el resultado se ve reflejado una diferencia de nomenclatura (A y B) estadísticamente los tratamientos son diferentes. Como resultado la media de peso general de los lechones a cuyas madres se les brindó la harina de ixbut fue de 5.63 kilogramos (B) y la media de peso de los lechones a las que no se les brindó la harina fue de 5.10 kilogramos (A), es decir, que los tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha = 0.05$ ), validando el efecto de la suplementación con ixbut en la ganancia de peso (Cuadro 3).

## Cuadro 3

Comparación general de medias y medianas de peso de lechones

Variable	Gramos de ixbut	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
Peso de lechones	0 g	164	5.10 A	2.45	5.25	11.03	0.0009
Peso de lechones	35 g	156	5.63 B	3.00	5.67		

Estos resultados concuerdan con Ruiz (2018), quien determinó que los lechones en estudio a cuyas madres recibieron un galactógeno natural a base de *Foeniculum vulgare*, *Carum carvi* y *Juniperus communis* en su dieta diaria, presentaron una mayor uniformidad y mayores pesos durante el periodo de lactancia, con respecto a los de grupo control. Dado que no existen estudios previos sobre la administración de *Euphorbia lancifolia* en la dieta diaria de las cerdas lactantes, se puede suponer que también causa un efecto similar en las cerdas, generando una mayor producción láctea, la cual se ve reflejada en la mayor ganancia de peso en los lechones al destete.

## Peso promedio al destete de los lechones

En la Figura 2 al comparar los pesos promedios de los lechones a cuyas madres se les brindó la harina de ixbut, se determinó que estos lechones obtuvieron un peso promedio final de 5.63 kilogramos, y a los que no se les suministró el ixbut a las madres obtuvieron un peso final al destete de 5.10 kilogramos, es decir que si hubo una diferencia significativa en la ganancia de peso de los lechones de más de medio kilo de diferencia.

Figura 1

Peso promedio en Kg de los lechones al destete por parto

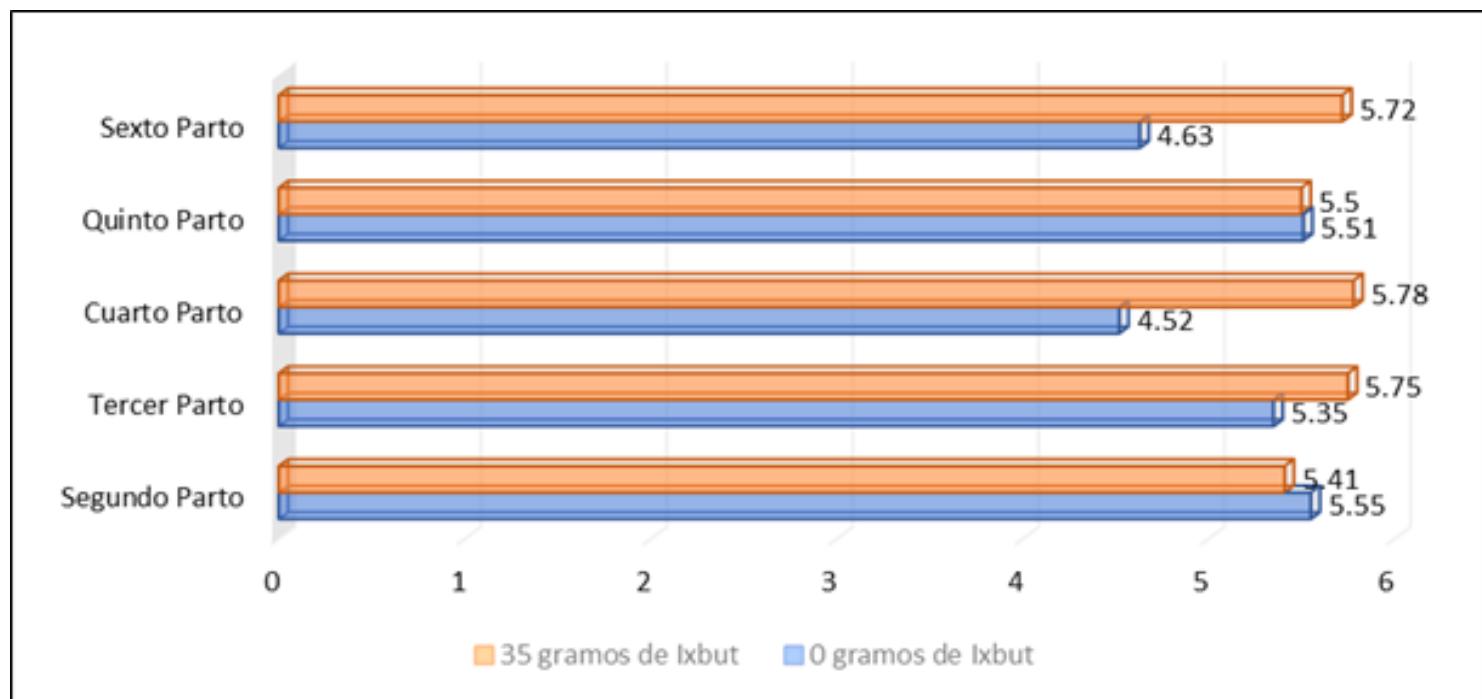
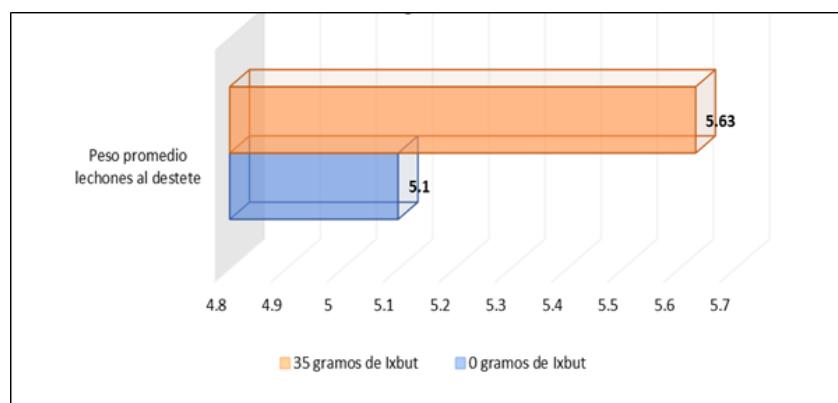


Figura 2

Peso promedio de lechones al destete



Existe una diferencia de 0.53 kilogramos entre los lechones a cuyas madres se les brindó el Ixbut y a los lechones cuyas madres no se les administró la harina, es decir que el Ixbut al igual que el Hinojo, la Alcaravea y las Bayas de enebro se pueden utilizar como galactogogos en la práctica veterinaria de cerdos, estos últimos fueron probados de manera general según Carrera et al., (2017) en México.

### Producción láctea por cerda

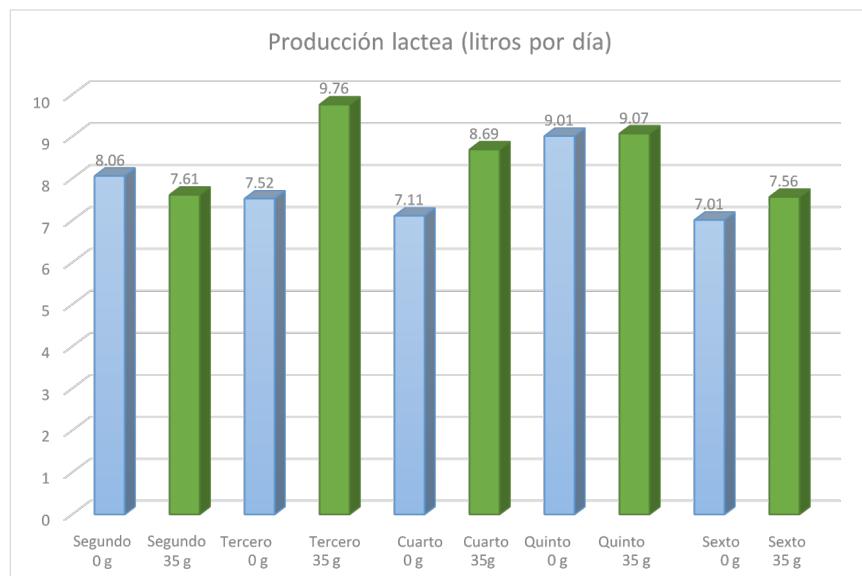
Se realizó un análisis estadístico descriptivo con los datos obtenidos en la investigación, los cuales fueron los pesos al nacer y destete de los lechones en kilogramos de manera individual, posteriormente se obtuvo la sumatoria por camada al momento del nacimiento y destete para poder emplear la fórmula descrita anteriormente en el punto 2.2.5. Los resultados se presentan en la figura 3.

Según la Figura 3 y Cuadro 4, se puede observar que, en los promedios de producción láctea por número de parto, la mayoría de las cerdas a las que se les brindó la harina de Ixbut obtuvieron una mayor producción diaria. Tuvieron la producción láctea más alta las cerdas de tercer parto a las que se les administró el Ixbut con un promedio de 9.76 litros por día exceptuando las cerdas de segundo parto, esto pudo deberse a factores no tomados en cuenta como los factores genéticos de heredabilidad en cuanto a la producción láctea, como menciona Mercanti en 2018.

Se han realizado estudios en diferentes especies que indican que al incluir Ixbut en la dieta de las hembras reproductoras, se incrementa la producción láctea. Según Castillo (2014) los galactogogos se han usado comúnmente para aumentar la decadente tasa de producción de leche, incrementan la prolactina sérica de base, pero no hay una correlación directa entre los niveles basales de prolactina y la tasa de síntesis láctea o los volúmenes medidos de producción láctea.

Figura 3

Producción láctea promedio por tratamiento (litros de leche por día)



**Cuadro 4***Producción láctea promedio por tratamiento en gramos*

Numero de parto y tratamiento	Producción láctea diaria promedio
Segundo parto 0	8.06
Segundo parto 35	7.61
Tercer parto 0	7.52
Tercer parto 35	9.76
Cuarto parto 0	7.11
Cuarto parto 35	8.69
Quinto parto 0	9.01
Quinto parto 35	9.07
Sexto parto 0	7.01
Sexto parto 35	7.56

**Análisis Económico****Consumo y costos de concentrado de lechones en estudio**

El consumo de concentrado de preinicio de los lechones por tratamiento mostró que la cantidad que se les suministró fue la misma: 5.45 kilogramos durante todo el periodo de la lactancia. Este se suministró con el fin de que los lechones comenzaran a familiarizarse con el concentrado, y el costo total del concentrado fue de 0.75 USD por kilogramo aproximadamente, siendo el costo total de 4.11 USD. A los tratamientos a los que se les suministró el Ixbut tuvieron un costo extra de 1.11 USD, que fue el precio unitario de la planta durante toda la lactancia.

**Para tratamiento testigo y tratamiento con Ixbut**

Se analizaron los costos de cada parto tanto en tratamiento testigo como tratamiento con Ixbut, detallando el costo de los concentrados de preinicio

y el costo de la harina de Ixbut brindada a la cerda por los 21 días. Para el beneficio bruto de campo se consultaron precios de mercado en pie de un lechón al destete, el cual es de 6.16 USD por kilogramo, lo cual indica el costo del producto en el campo.

En el cuadro 5 en cuanto al beneficio neto, se observa que el tratamiento 6 el cual era los lechones de madres de cuarto parto a cuyas madres se les brindó la harina de Ixbut obtuvo el beneficio neto más alto, el cual fue de 23.27 USD.

**CONCLUSIONES**

Se demostró que la adición de 35 gramos de la harina de Ixbut en el concentrado diario por 21 días a las cerdas en periodo de lactancia, generó un aumento en la ganancia de peso de los lechones al momento del destete, ya que los lechones cuyas madres que consumieron Ixbut tuvieron un promedio 0.53 kilogramos más de peso final, en comparación con aquellos cuyas madres no recibieron el suplemento. Respecto al número de parto, se demostró que existe una diferencia significativa en la ganancia de peso en lechones de cuarto y sexto parto a cuyas madres recibieron la harina de Ixbut; los lechones del cuarto parto alcanzaron un peso promedio final de 5.78 kilogramos y los del sexto parto 5.72 kilogramos respectivamente, lo que representa una ganancia promedio de peso de más de una libra, en comparación al peso final promedio de los lechones no expuestos al tratamiento de Ixbut (*Euphorbia lancifolia*).

En cuanto al beneficio-costo de la administración de la planta a las cerdas, se concluye que se obtuvo un mayor beneficio neto con las cerdas del T6, (lechones del cuarto parto cuyas madres se les adicionó Ixbut en la ración diaria, el cual fue 23.27 USD superando mínimamente a las cerdas que no se le administró el tratamiento.

La adición de harina de Ixbut en el concentrado diario de las cerdas sí incrementó la producción láctea en la mayoría de las cerdas tratadas, en comparación con las cerdas de los tratamientos testigos, exceptuando las cerdas de segundo parto. El promedio más alto lo obtuvieron las cerdas de tercer parto, con 9.76 litros/día.

**Cuadro 5***Presupuesto para tratamiento testigo y tratamiento con Ixbut (*Euphorbia lancifolia*)*

Detalle	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rendimiento(Kg)	5.55	5.41	5.35	5.75	4.52	5.78	5.51	5.50	4.63
Rendimientos ajustados (Kg)(20 %)	4.44	4.33	4.28	4.60	3.62	4.63	4.41	4.40	3.71
BBC (20 %) (\$)	27.35	26.65	26.36	28.33	22.2	28.48	27.15	27.10	22.81
Costo concentrado preinicio (\$)	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
Costo variable(\$)	-	1.10	-	1.10	-	1.10	-	1.10	-
BN (\$) (20 %)	23.24	21.44	22.25	23.12	18.16	23.27	23.04	21.89	18.70

## REFERENCIAS

Amaya, P. 2016. Documento de trabajo: La transformación productiva en el sector agropecuario: Una herramienta para el crecimiento económico en el área rural de El Salvador. Banco Central de Reserva, El Salvador. (En línea). Consultado 10 mar 2019. Disponible en: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1105524910.pdf>

Carrera, V.; Gutiérrez, Z.; Herrera, J.; Munguía, J.; Sánchez, J. 2017. Uso y perspectiva futura de los galactogogos como estrategia complementaria para mejorar la producción láctea en la industria porcina. Laboratorios Sanfer, Investigación Aplicada, México. (En línea). Consultado 8 jul 2020. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/galactogogos-fuente-natural-para-aumentar-la-producción-láctea-en-cerdas-1730/>

Castillo Chupina, C.M. 2014. Conocimiento y práctica en el uso del Ixbut. Fraijanes, Guatemala. (En línea). Consultado 18 jun 2020. Disponible en: [https://www.e-lactancia.org/media/papers/Ixbut\\_Conocimiento-Tesi\\_2014.pdf](https://www.e-lactancia.org/media/papers/Ixbut_Conocimiento-Tesi_2014.pdf)

Mercanti, J.N.; Fabián, A.; Fernández, P.; Sánchez, F. 2018. Producción láctea en cerdas primíparas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina. (En línea). Consultado 18 jun 2020. Disponible en: <https://www.riadaa.unicen.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1768/MERCANTI,%20JULIETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz Campos, A. 2018. Efecto del consumo de un producto natural a base de extractos vegetales (*Foeniculum vulgare*, *Carum carvi* y *Juniperus communis*) por cerdas lactantes sobre el desarrollo de lechones recién nacidos. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. (En línea). Consultado 7 ago 2020. Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1007/1/CN-0011-Andrea%20Ruiz%20Campos.pdf>

Rosengarten, F. 1982. A neglected Mayan galactogogue—Ixbut (*Euphorbia lancifolia*). *Journal of Ethnopharmacology*, 5(1):91–112. doi: 10.1016/0378-8741(82)90024-1.

## Evaluación de dos métodos de extracción de aceite de menta (*Mentha piperita* L.) para saborizar miel de abeja (*Apis mellifera* L.) y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad

Evaluation of two extraction methods of mint oil (*Mentha piperita* L.) for flavoring bee honey (*Apis mellifera* L.) and their effect on organoleptic characteristics and acceptability

Marta Fabiola Gregori Osegueda<sup>1</sup>; Carlos Roberto Mendoza Ramírez<sup>1</sup>; Denice Elizabeth Galdámez Mejía<sup>1</sup>; Edgar Geovany Reyes Melara<sup>2</sup>; Oscar Alonso Rodríguez Gracias<sup>3; 5</sup>; Sara Anabel Mejía Arteaga<sup>4</sup>

1 Tesista del Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador  
2 Docente Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador  
3 Docente Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador  
4 Docente Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador  
5 ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8851-5139>



### ACceso ABIERTO

#### REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 13-21

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20681>

**Correspondencia:**  
[edgar.reyes@ues.edu.sv](mailto:edgar.reyes@ues.edu.sv)

**Presentado:**  
15 de mayo de 2025

**Aceptado:**  
30 de mayo de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).  


### RESUMEN

La investigación se realizó entre agosto a febrero de 2022, en las instalaciones del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), el cual se encuentra ubicado en km 33 1/2 carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en San Salvador, El Salvador. El objetivo de la investigación fue aplicar dos métodos de extracción de aceite de menta para la elaboración de miel de abeja saborizada y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad por los consumidores. La miel utilizada para el experimento es de origen multifloral no procesada, proveniente de un apiario ubicado en Nahulingo, Sonsonate. A la miel se le realizó un análisis calidad de miel en el Laboratorio de Química del CIPTA, en el cual se caracterizó grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad antes y después de la saborización. La menta (*Mentha piperita*) fue producida y recolectada en el banco de germoplasma del CENTA. Se realizó la extracción del aceite de menta para saborizar la miel, y se realizaron 5 tratamientos: T0= Tratamiento testigo (sin aceite de menta), T1= método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, T2= método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, T3= método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, T4= método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel. El análisis sensorial de los tratamientos se llevó a cabo con grupo de 25 catadores no entrenados. Para la organización,

procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizaron métodos estadísticos descriptivos como medidas resumen y representaciones gráficas. También se utilizaron métodos inferenciales como la técnica del Análisis de Varianza (ANVA), específicamente un diseño experimental completamente al azar (DCA). De acuerdo a los datos obtenidos en cada atributo para la aceptación general, los panelistas no tuvieron el mismo grado de aceptación para todos los tratamientos demostrando que existen diferencias significativas entre los tratamientos

**Palabras claves:** aceite esencial, miel saborizada, análisis calidad.

### ABSTRACT

The research was carried out from August to February 2022, at the facilities of the Complex for Technological and Productive Innovation in Agroindustry (CITPA) of the National Center for Agricultural and Forestry Technology (CENTA), which is located at km 33 1/2 highway to Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, and in the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, in San Salvador, El Salvador. The objective of the research was to apply two methods of mint oil extraction for the production of flavored honey and their effect on the organoleptic characteristics and acceptability by consumers.

The honey used for the experiment is of unprocessed multifloral origin, from an apiary located in Nahulingo, Sonsonate. A honey quality analysis was carried out on the honey in the CIPTA Chemistry Laboratory, in which brix degrees, humidity, glucose, fructose, sucrose, HMF, glycerol

and conductivity were characterized before and after flavoring. Mint (*Mentha piperita*) was produced and collected in the CENTA germplasm bank. The mint oil extraction was carried out to flavor the honey, and 5 treatments were carried out: T0= Control treatment (without mint oil), T1= method by alcoholic maceration with 15 ml of mint oil for 375 ml of honey, T2= alcoholic maceration method with 10 ml of mint oil for 375 ml of honey, T3= steam stripping method with 0.8 ml of mint oil for 375 ml of honey, T4= steam stripping method with 0.3 ml of mint oil for 375 ml of honey. The sensory analysis of the treatments was carried out with a group of 25 untrained tasters. For the organization, processing and statistical analysis of the data, descriptive statistical methods such as summary measures and graphic representations were used. Inferential methods such as the Analysis of Variance (ANVA) technique were also used, specifically a completely randomized experimental design (DCA). According to the data obtained in each attribute for general acceptance, the panelists did not have the same degree of acceptance for all the treatments, demonstrating that there are significant differences between the treatments.

**Keywords:** Essential oil, flavored honey, quality analysis .

## INTRODUCCIÓN

El Salvador es el segundo mayor productor de miel en la región de Centroamérica. El último censo agrícola 2007/2008 registró un total de 1,070 productores de miel. El promedio de los productores de miel en El Salvador cuenta con 32 colmenas por apíario. La zona occidental produce la mayor parte de la miel en el país (MAG 2022).

Se seleccionó la planta medicinal y aromática menta (*Mentha piperita* L.), debido a sus propiedades y aplicaciones. La infusión de hojas secas y la esencia de la menta tienen propiedades antiespasmódicas colagogas, estomáquicas, carminativas, eupépticas, antifúngicas y antivirales. Las hojas de menta contienen entre 0.5 y 4% de aceite volátil, el cual está compuesto de 50 a 78% sin mentol, monoterpenos, mentofurano y trazas de jazmín (0,15%). La menta se cultiva en gran medida en California e Indiana, Estados Unidos y México para la producción de aceite de menta (Ravelo 2012).

Los aceites esenciales son fracciones líquidas volátiles, generalmente son mezclas homogéneas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides. Generan diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. Los aceites esenciales son metabólitos secundarios sintetizados por las plantas, producidos al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores ambientales y ecológicos, estos presentan roles de defensa, atracción de polinizadores, entre otros. Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides (Rodríguez 2012)

El objetivo de la investigación es aplicar dos métodos de extracción de aceite de menta, el método de maceración alcohólica y el método de arrastre de vapor, para la elaboración de miel de abeja saborizada y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad por los consumidores.

El desarrollo de nuevos productos es de suma importancia para una empresa o planta procesadora de alimentos. La innovación es fundamental para suplir las necesidades de consumidores, que buscan nuevos productos con características nutricionales beneficiosas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de estudio

La investigación se realizó en las instalaciones del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), el cual se encuentra ubicado en km 33 1/2 carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, con coordenadas 13°48'00"N latitud y 89°23'21"O longitud; y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, la cual se encuentra en final 25 avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, con coordenadas de latitud 13°43'06"N 89°12'11"O y longitud 89°11'16"W, a una altura de 670 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.).

### Metodología de Laboratorio

La menta fue recolectada en el banco de germoplasma del CENTA, para la extracción del aceite se utilizaron dos métodos: maceración alcohólica utilizando dos dosis una de 10 ml y otra de 15 ml y arrastre de vapor utilizando dos dosis una de 0.3 ml y otra de 0.8 ml para saborizar 375 ml de miel por dosis, estas dosificaciones se hicieron para ambos métodos. El producto final se envasó en botellas de plástico transparente con capacidad de 375 ml.

La miel utilizada en el experimento es de origen multifloral no procesada, proveniente de un apíario ubicado en Nahulingo, Sonsonate, a la cual se le realizaron pruebas preliminares para conocer el contenido de grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad, con el propósito de determinar si la miel cumple con los parámetros establecidos en la NSO 67.19.01.08 (NSO 2008).

A la miel de abeja saborizada se le realizó un análisis de calidad de miel completo en el laboratorio de Química del CITPA, que incluye: grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad.

### Extracción de aceite de menta por el método de arrastre de vapor

Los materiales son los siguientes: 1 Destilador, 1 Plancha de calentamiento, 2 Erlenmeyer de 100 mL, Balanza, Material para extraer; El procedimiento es el siguiente: 1.Seleccionar el material vegetativo que tenga buenas características, descartar todas las hojas que se encuentren marchitas o podridas al igual que quitar cualquier material extraño, 2.Colar encima de la plancha de calentamiento el destilador agregando 5 litros de agua en el destilador colocar en tamiz metálico para evitar que las hojas tengan contacto directo con el agua, 3. Iniciar el proceso de extracción aplicando calor al destilador para generar vapor y empezar a extraer todos los aceites volátiles, 4.El vapor que sale del destilador de extracción se conduce a través del tubo de condensación, donde este cambia de fase, se debe de observar una buena condensación, manipulando el flujo de agua de refrigeración, para evitar el escape de compuestos volátiles de interés, 5.A medida que se realiza la extracción, se puede observar la separación del aceite de la fase acuosa (Quijano 2018a).

### Extracción de aceite de menta por el método de maceración alcohólica

Los materiales son: 1 mortero, 1 embudo de vidrio con filtro, 1 Erlenmeyer de 100 mL; El procedimiento es el siguiente: 1.Colocar en el mortero la muestra de hojas frescas de la cual se extraerá el aceite y agregar alcohol y macerar hasta que las hojas estén bien trituradas y hayan liberado la mayor cantidad de aceite, 2. Filtrar el macerado utilizando un embudo

colocado en Erlenmeyer conectado a una bomba de vacío, 3. Recolectar el macerado (Quijano 2018b).

#### **Análisis de calidad de miel completo de los tratamientos**

El análisis de calidad de la miel determina la calidad y cantidad de los componentes que se encuentran presentes en la muestra, para ello se aplicó el siguiente protocolo: Se tomó una muestra de 10 ml de miel saborizada por cada tratamiento; las muestras de miel saborizada fueron colectadas en recipientes plásticos para muestras con capacidad de 10 ml con su respectiva información; las muestras con su respectivo empaque se llevaron al laboratorio llenando el formulario correspondiente.

#### **Análisis sensorial de los tratamientos**

La toma de datos se desarrolló un análisis sensorial del producto, con apoyo de un grupo de 25 panelistas no entrenados, a quienes se les brindo el instrumento de la escala hedónica la cual sirvió para la recolección de los resultados de interés. Previamente se hizo la desinfección del lugar de degustación y se colocaron aleatoriamente los cinco tratamientos a evaluar. A cada panelista se le proporciono la escala hedónica, en la cual se evaluó cada tratamiento, calificando cuatro parámetros organolépticos, los cuales fueron: color, olor, sabor y consistencia. La escala va de 1 a 5, siendo 1 el valor inaceptable y 5 el valor de aceptabilidad máximo. Se dio a los catadores un vaso con agua para neutralizar el sabor del paladar entre tratamiento. Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento, dos repeticiones por día hasta cumplir las cinco repeticiones. Despues de la toma de datos se procedió a observar la puntuación obtenida en las pruebas sensoriales por cada tratamiento en cada repetición, para cada parámetro evaluado.

#### **Metodología Estadística**

##### **Diseño Estadístico**

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA). Evaluando un total de 5 tratamientos. Se realizaron 5 réplicas por cada tratamiento, dos repeticiones por día hasta cumplir las cinco repeticiones, dos repeticiones en los primeros dos días y el tercer día la quinta repetición, generando un total de 25 unidades experimentales.

##### **Tratamientos en estudio**

Para esto se higienizo el laboratorio del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA), se desinfecto el área de trabajo y se utilizará vestimenta adecuada para la manipulación de alimentos como gabacha, redecilla y guantes, se realizó a la recepción de la miel de abeja y el aceite de menta, se midieron 375 ml de miel por cada una de las dosis, para el método de extracción por maceración alcohólica 10 ml y 15 ml de aceite de menta, y por el método de extracción por arrastre de vapor 0.3 ml y 0.8 ml. Para la mezcla de la miel con aceite de menta se utilizó un beaker y un agitador para homeogenizar, una vez obtenido el producto final que será la miel saborizada se envasó en botellas plásticas con capacidad de 375 ml. Los tratamientos se presentan a continuación:

##### **Distribución de los tratamientos**

Todas las unidades experimentales fueron distribuidas uniformemente, también cada tratamiento obtuvo cinco repeticiones, detallando a

continuación cada tratamiento:

T0= tratamiento testigo (sin aceite de menta)

T1= método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel

T2= método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel

T3= método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel

T4= método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel

##### **Variables de estudio**

Análisis calidad de miel. Se obtuvo una muestra de miel saborizada de 5 ml por cada tratamiento en estudio y se le realizo un análisis de calidad de miel completo: grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad.

Análisis sensorial. A los tratamientos en estudio se les evaluó cuatro parámetros organolépticos, los cuales son color, olor, sabor y consistencia.

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva simple, análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar (DCA), y análisis multivariante de datos; con una significancia estadística del 1% (P-valor = 0,01); las diferencias entre los tratamientos se determinaron utilizando la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Haciendo uso del programa estadístico Infostat® 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016.

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en los parámetros físicos químicos de la miel de acuerdo con la norma salvadoreña obligatoria NSO 67.19.01.08, el límite permisible para miel después del procesamiento es de 40 mg/kg y para miel de origen declarado procedentes de países o regiones de temperatura ambiente tropical, así como las mezclas de estas mieles, el contenido de HMF no deberá de exceder de 80 mg/kg, por lo cual la miel utilizada y saborizada cumple con los requisitos pre establecidos.

##### **Grados brix de la miel saborizada**

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.0001 menor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en los grados brix de la miel. Sin embargo, en la figura 5 se observa que los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron la mayor puntuación con un valor de 80.2; seguido del tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 80; continuando con el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 78.58; finalmente el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presento la menor

**Cuadro 1**

Análisis de laboratorio de perfil físico químicas de la miel.

Determinación	Ánálisis	Resultado
Identificación: T0		
Perfil de miel	Sacarosa	23.56 g/100 g de miel
	Glucosa	26.39 g/100 g de miel
	Fructosa	39.23 g/100 g de miel
	Glicerol	351.51 mg/kg de miel
	HMF	27.04 mg/kg de miel
	Conductividad	498.80 $\mu$ s
	Humedad	17.6%
	Grados brix	80.2° brix
Identificación: T1		
Perfil de miel	Sacarosa	23.87 g/100 g de miel
	Glucosa	25.36 g/100 g de miel
	Fructosa	38.06 g/100 g de miel
	Glicerol	350.91 mg/kg de miel
	HMF	34.03 mg/kg de miel
	Conductividad	595.43 $\mu$ s
	Humedad	20%
	Grados brix	78° brix
Identificación: T2		
Perfil de miel	Sacarosa	24.08 g/100 g de miel
	Glucosa	25.57 g/100 g de miel
	Fructosa	38.35 g/100 g de miel
	Glicerol	374.03 mg/kg de miel
	HMF	32.60 mg/kg de miel
	Conductividad	592.99 $\mu$ s
	Humedad	19.2%
	Grados brix	78.5° brix
Identificación: T3		
Perfil de miel	Sacarosa	24.33 g/100 g de miel
	Glucosa	26.01 g/100 g de miel
	Fructosa	39.00 g/100 g de miel
	Glicerol	351.67 mg/kg de miel
	HMF	31.96 mg/kg de miel
	Conductividad	568.29 $\mu$ s
	Humedad	17.8%
	Grados brix	80° brix
Identificación: T4		
Perfil de miel	Sacarosa	24.09 g/100 g de miel
	Glucosa	26.38 g/100 g de miel
	Fructosa	39.29 g/100 g de miel
	Glicerol	360.16 mg/kg de miel
	HMF	30.79 mg/kg de miel
	Conductividad	562.56 $\mu$ s
	Humedad	17.6%
	Grados brix	80.2° brix

puntuación de 78 (Cuadro 2).

Como se muestra en la Figura 1, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en los grados brix de la miel concuerdan con lo manifestado por Rosales (2018) en la investigación: Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal, se muestra que no existió diferencia estadística en la aceptación de la dulzura el factor tiempo no influyó en este atributo

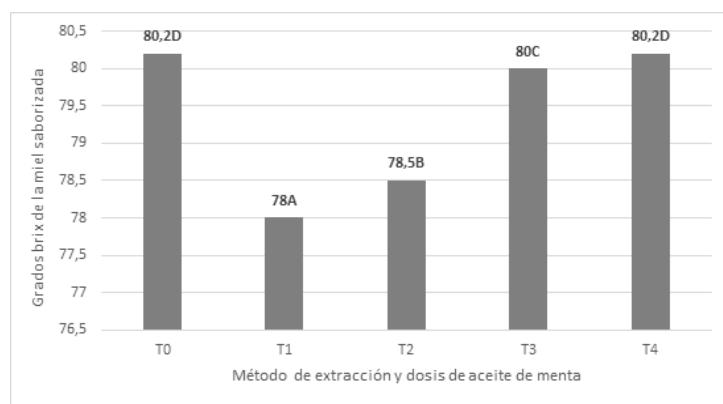
**Humedad de la miel saborizada**

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (*p*-valor) de 0.0001 menor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en la humedad de la miel. Sin embargo, en la figura 6 se observa que el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron la mayor puntuación con un valor de 20; seguido del tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 19; seguido del tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 17.8; finalmente los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presentaron la menor puntuación con valores de 17.6 respectivamente (Tabla 3).

Como se muestra en la Figura 2, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la humedad de la miel concuerdan con lo manifestado por Rosales (2018) en la investigación: Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal, muestra que la actividad de agua resultó ser estadísticamente igual para todos los tratamientos y que no hubo efecto del tiempo. Esto podría estar relacionado a que los tratamientos en su mayoría estaban compuestos por miel, así la tintura de propóleos y saborizantes representando menos del 10% del total de la formulación. El utilizar saborizantes concentrados pudo influir y no reportar variabilidad entre los tratamientos.

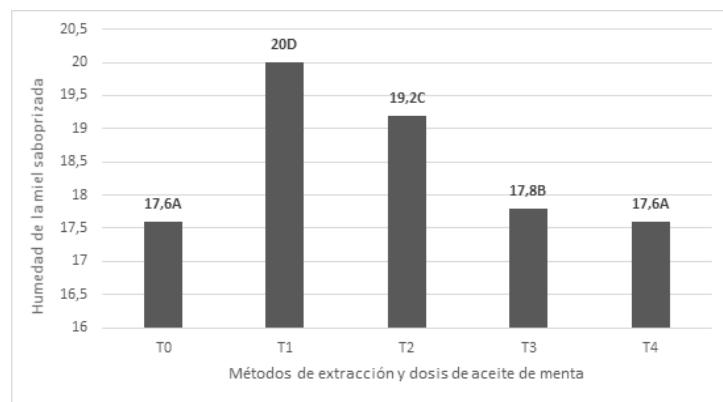
**Parámetros organolépticos****Figura 1**

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en los grados brix de la miel



**Figura 2**

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la humedad de la miel



### Color de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.4924 mayor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en el color de la miel. Sin embargo, en la figura 1 se observa que el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostró la mayor calificación por el panel de cataadores con un valor de 3.8; seguido por los tratamientos T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.76; finalmente los tratamientos T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T0 fueron los de menor calificación por los panelistas con valores de 3.6 y 3.44 respectivamente (Cuadro 2).

Como se muestra en la Figura 3, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel concuerdan con lo manifestado por Basagoitia (2013) en la investigación: Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada, no se observa diferencia estadística entre tratamientos en cuanto al color. Los tratamientos saborizados fueron aceptados en la misma medida que el tratamiento sin sabor por lo que a nivel sensorial la adición de saborizantes no afectó el color de los tratamientos.

### Olor de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.2087 mayor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en el olor de la miel. Sin embargo, en la figura 2 se observa que los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron las mayores calificación por el panel de cataadores con un valor de 3.84; y 3.8 seguido por el tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.76; continuando con el finalmente los tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.72;

finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fue el de menor calificación por los panelistas con valores de 3.36 (Cuadro 2).

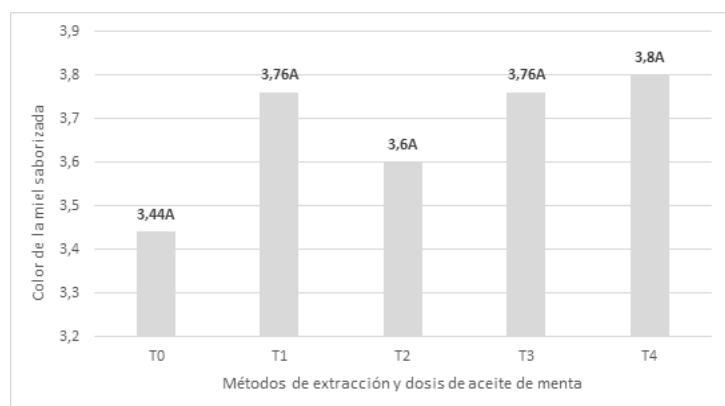
Como se muestra en la Figura 4, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel concuerdan con lo manifestado por Castellanos (2018) en la investigación: Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal no se observa diferencia estadística en la aceptación del olor, el tratamiento con mango obtuvo la menor aceptación, pero fue valorado como “me gusta”.

### Sabor de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.0044 menor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en el sabor de la miel. Sin embargo, en la figura 3 se observa que el tratamiento T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) mostró la mayor calificación por el panel de cataadores con un valor de 3.84; seguido del tratamiento T1 (método por

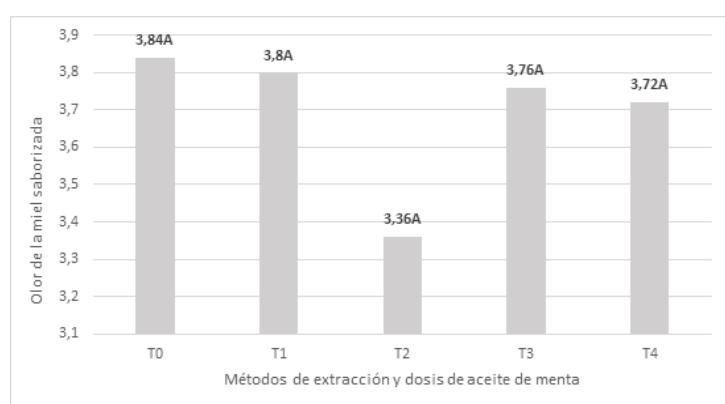
**Figura 3**

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel



**Figura 4**

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel



maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostrando una calificación por el panel de cataadores con un valor de 3.48; continuando con el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.12; finalmente los tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fueron los de menor calificación por los panelistas con valores de 2.84 y 2.68 respectivamente (Cuadro 2).

Como se muestra en la Figura 5, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el sabor de la miel concuerdan con lo manifestado por Castellanos (2018) en la investigación: Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal se muestra que existió diferencia en la aceptación del sabor entre los tratamientos, el panal saborizado con mango presentó una menor valoración y fue calificado como “me gusta poco”.

### Consistencia de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.9358 mayor que la significancia estadística  $\alpha=0.01$  que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en la consistencia de la miel. Sin embargo, en la figura 4 se observa que el tratamiento T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) mostró la mayor calificación por el panel de cataadores con un valor de 3.68; seguido de los tratamientos T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.64; seguido del tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostrando una calificación de 3.56; finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presentó la menor calificación por los panelistas con un valor de 3.44 (Cuadro 2).

Como se muestra en la Figura 6, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la consistencia de la miel concuerdan con lo manifestado por Basagoitia (2013) en la investigación: Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada, no se observa diferencia estadística entre tratamientos por lo cual todos los tratamientos fueron aceptados en cuanto a la consistencia

### Análisis por componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales transforma un conjunto de variables correlacionadas en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas el objetivo del análisis es reducir la dimensionalidad en la cual se expresa el conjunto original de variables (Restrepo et.al. 2012).

Trabajando con un coeficiente de correlación cofenética = 0.965 existiendo una correlación casi perfecta entre las variables en estudio (color, olor, sabor, consistencia, grados brix y humedad); lo que indica que el análisis por componentes principales es excelente para explicar los datos obtenidos en la investigación (Cuadro 3).

La Figura 7 muestra la variabilidad existente en los atributos sensoriales

según la calificación de los panelistas; donde el componente principal 1 contribuyó con el 48.6% de la varianza total explicada y el componente principal 2 con el 27.5%, representando una varianza acumulada del 76.10% (cuadro 4); las variables que se relacionaron para la formación del componente principal 1 fueron: olor, consistencia, y grados brix, todas las variables anteriores influyeron en forma positiva; en el caso del componente principal 2, las variables que se relacionan en forma positiva para su formación son: humedad y sabor (Cuadro 4).

El tratamiento 0 (tratamiento testigo sin método de extracción y sin aceite de menta), mostró la mejor calificación por los panelistas en las variables olor, consistencia y en menor proporción a sabor; el tratamiento 1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) las mejores puntuaciones en las variables humedad y sabor; los tratamientos 4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y 3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel), fueron los de mejor calificación en la variable grados brix; finalmente, el tratamiento 2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) es el más disperso a alejado de las variables siendo el que ha presentado las menores calificaciones en la mayoría de los atributos en estudio

Figura 5

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el sabor de la miel

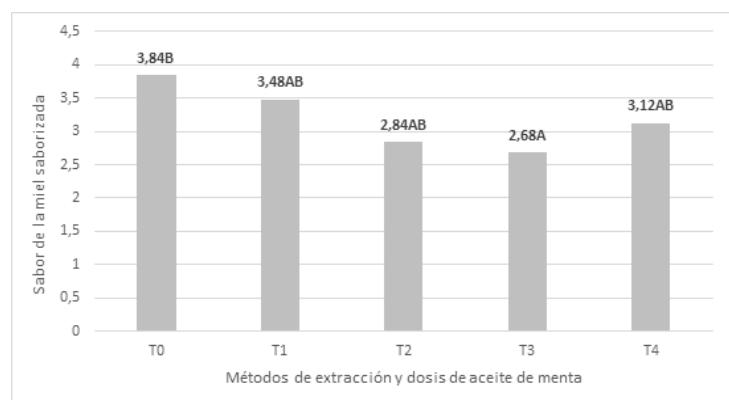
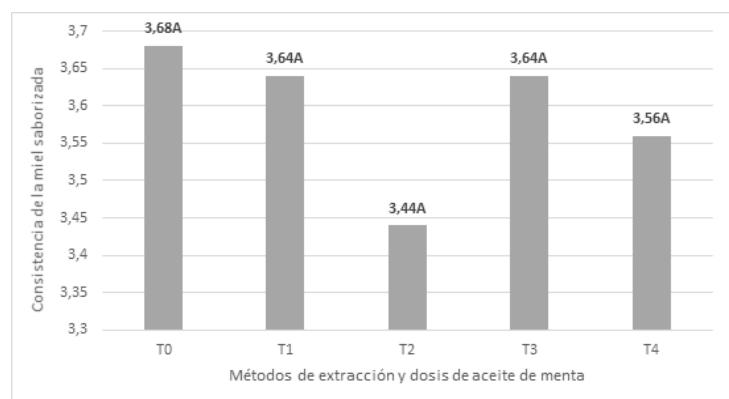


Figura 6

Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la consistencia de la miel



Cuadro 2

Medidas resumen y análisis de varianza (ANOVA) de las variables evaluadas en la miel de abeja saborizada con aceite de menta

Tratamientos	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	p-valor
Variable: Color				
T0	3.44	0.46	13.26	
T1	3.76	0.22	5.83	
T2	3.6	0.2	5.56	0.4924
T3	3.76	0.3	7.89	
T4	3.8	0.51	13.42	
Variable: Olor				
T0	3.84	0.22	5.71	
T1	3.8	0.4	10.53	
T2	3.36	0.3	8.83	0.2087
T3	3.76	0.33	8.74	
T4	3.72	0.41	11.15	
Variable: Sabor				
T0	3.84	0.17	4.36	
T1	3.48	0.87	24.92	
T2	2.84	0.22	7.71	0.0044
T3	2.68	0.41	15.47	
T4	3.12	0.23	7.31	
Variable: Consistencia				
T0	3.68	0.54	14.68	
T1	3.64	0.5	13.68	
T2	3.44	0.09	2.6	0.9358
T3	3.64	0.17	4.6	
T4	3.56	0.75	21.17	
Variable: Grados Brix				
T0	80.2	0	0	
T1	78	0	0	
T2	78.5	0	0	<0.0001
T3	80	0	0	
T4	80.2	0	0	
Variable: Humedad				
T0	17.6	0	0	
T1	20	0	0	
T2	19.2	0	0	<0.0001
T3	17.8	0	0	
T4	17.6	0	0	

Cuadro 3

Varianza explicada por los componentes principales 1 y 2

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop. Acum
1	2.92	0.49	0.49
2	1.65	0.28	0.76
3	1.23	0.21	0.97
4	0.2	0.03	1
5	0	0	1
6	0	0	1

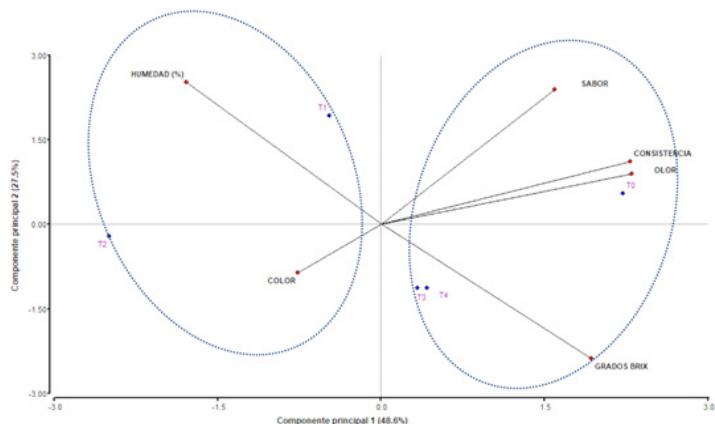
Cuadro 4

Variables que mejor contribuyen a la varianza de los componentes principales 1 y 2

Autovectores		
Variables	e1	e2
COLOR	-0.17	-0.19
OLOR	0.51	0.2
SABOR	0.35	0.53
CONSISTENCIA	0.5	0.25
GRADOS BRIX	0.43	-0.52
HUMEDAD (%)	-0.39	0.56
Correlación cofenética		0.965

Figura 7

Biplot de los componentes principales para el efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel

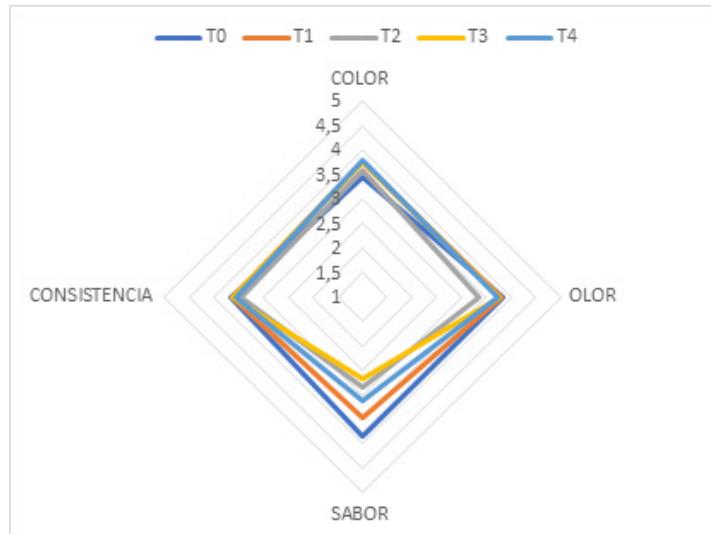


Se analizaron los costos de cada parte tanto en tratamiento testigo como tratEl tratamiento T0 (tratamiento testigo sin método de extracción y sin aceite de menta), mostró la mejor aceptación por los panelistas con una calificación global de 3.7; en comparación con el tratamiento testigo el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fue el más aceptado por los panelistas siendo este el de mayor aceptación con una calificación de 3.67 en cuanto a los tratamientos con el saborizante; seguido del tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) obteniendo una calificación de 3.55; continuando con el tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.46; finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.31 siendo el tratamiento menos aceptado por parte de los panelistas.

Los resultados mostrados en la Figura 8 los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel concuerdan con lo manifestado por Espinosa (2010) presenta los datos obtenidos para el atributo aceptación general. Los panelistas tuvieron el

Figura 8

Aceptación de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta para saborizar miel



mismo grado de aceptación para todos los tratamientos demostrando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). El factor tiempo no tuvo influencia sobre la aceptación general ( $P>0.05$ ), y la calificación otorgada por los panelistas a los tratamientos fue “me gusta moderadamente”. La adición de saborizantes no influyó sobre la aceptación del atributo de aceptación general de la miel propolizada. El utilizar panelistas no entrenados pudo haber influido en este atributo, debido a que son personas que no consumen este tipo de productos con frecuencia.

## CONCLUSIONES

La miel que se utilizó en el experimento cumple con los parámetros fisicoquímicos según Norma Salvadoreña 67.19.01.08 Miel de abejas Especificaciones (segunda edición).

Tanto en las pruebas fisicoquímicas y sensoriales ambos métodos de extracción presentan similares efectos al compararlos entre ellos, sin embargo, el método de maceración alcohólica es el mejor calificado de acuerdo a los panelistas respecto del tratamiento de arrastre de vapor.

Todos los tratamientos de miel saborizada, proporcionan características fisicoquímicas aceptables según Norma Salvadoreña 67.19.01.08 Miel de abejas Especificaciones (segunda edición).

Al adicionar un saborizante en forma de aceite esenciales extraído por cualquiera de los dos métodos estudiados, no altera significativamente los parámetros fisicoquímicos iniciales de la miel de abeja utilizada en el experimento.

Todos los tratamientos cuentan con aceptación organoléptica, según la escala hedónica por la cual los panelistas tuvieron la oportunidad de evaluar la miel saborizada.

El tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel), ha sido el mejor puntuado por los panelistas respecto de los demás tratamientos de saborización de miel. Por tanto, el más aceptado.

## REFERENCIAS

Basagoitia, M. 2013. Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada (en línea). Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://1library.co/document/y6e46g5z-efecto-saborizantes-caracteristicas-fisicas-quimicas-sensoriales-miel-propolizada.html>

Castellanos, M. 2018. Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal (en línea). Tesis Ing. Agroin. Honduras, Zamorano. Consultado 20 abr. 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6308/1/AGI-2018-T013.pdf>

Espinosa, J. 2010. Efecto del tratamiento térmico y el uso de propóleo sobre las cualidades sensoriales de la sábila en miel. (en línea). Honduras. Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://1library.co/document/zwv8700q-efecto-tratamiento-termico-propoleo-cualidades-sensoriales-sabila-miel.html>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2022. Miel de El Salvador (en línea). El Salvador, La Libertad. Consultado 06 abr. 2022. Disponible en <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Perfiles201412392816.pdf>

NSO. (Norma Salvadoreña Obligatoria) 2008. Miel de abejas. Especificaciones. Segunda edición. 2008 (en línea). Consultado 21 mar. 2022. Disponible en <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/PRODUCTOS%20APICOLAS/NS067.19.01.08%20MIEL%20DE%20ABEJA.pdf>

Quijano, A. 2018a. Manual de química. Extracción de aceites esenciales a través de arrastre con vapor (en línea). Consultado 02 may. 2022. Disponible en <https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/extraccion-aceites-esenciales-arrastre-vapor/>

Quijano, A. 2018b. Manual de química. Extracción de aceites esenciales por destilación (en línea). Consultado 02 may. 2022. Disponible en <https://quimicafacil.net/category/manual-de-laboratorio/q-organica/>

Ravelo, V. 2012. Respuesta productiva de la especie vegetal medicinal aromática menta (*Mentha piperita L.*) al manejo agronómico de las variables densidad de siembra y frecuencias de corte otavalo (en línea). Tesis Ing. Agr Quito, Ecuador, UPS. Consultado 30 abr. 2022. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6054/1/UPS-YT00141.pdf>

Restrepo, L; Posada L; Noguera R. 2012. Análisis por componentes principales (en línea). Consultado 25 oct. 2022. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902012000200011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902012000200011)

Rodríguez, M. 2012. Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas (en línea). Baja California Sur, México. Consultado 22 mar. 2022. Disponible en [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf)

Rosales, M. 2018. Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal (en línea). Honduras. Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://docplayer.net/1000000000000000000.html>

[es/126290305-Desarrollo-y-caracterizacion-fisicoquimica-y-sensorial-de-miel-propolizada-saborizada-en-panal-monica-alexandra-rosales-velasco.html](http://es/126290305-Desarrollo-y-caracterizacion-fisicoquimica-y-sensorial-de-miel-propolizada-saborizada-en-panal-monica-alexandra-rosales-velasco.html)

Esta página está dejada intencionalmente en blanco

## Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea topigs c-40 en la fase de desarrollo y engorde

### Evaluation of 3 levels of milk whey added to pigs line topigs c-40 diet in development and fattening fase

Rodolfo Daniel Aguilar Quijada<sup>1</sup>; Hugo Francisco Aníbal Bolaños Bonilla<sup>1</sup>; Juan Antonio Sánchez Campos<sup>1</sup>; David Ernesto Marín Hernández<sup>2</sup>; Enrique Alonso Alas García<sup>2</sup>

1 Tesista del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador  
2 Docente Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

#### RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, El Salvador entre septiembre a diciembre del 2015, con el objetivo de evaluar el uso de suero de leche en la dieta de cerdos de la línea Topigs C-40. Se utilizaron 24 cerdos (12 machos y 12 hembras), con edad de 10 semanas y 35 kg de peso promedio, se consideraron dos fases: desarrollo (semanas 11 a 18) y 2) engorde (semana 19 a 24). Las dietas se formularon para con igual composición nutricional para cumplir con los requerimientos de la línea topigs c-40. La dieta testigo (T1) fue formulada a base de maíz, soya afrecho, grasa y un núcleo. Esta se comparó con tres tratamientos consistentes en niveles crecientes de suero en desarrollo (T2= 4L, T3= 7L, T4= 12L) y en engorde (T2= 6L, T3= 10L, T4= 14L) respectivamente, reduciendo en todos los casos el equivalente de suero añadido (base seca) al concentrado. Los cerdos fueron pesados semanalmente para calcular la ganancia de peso y la conversión alimenticia, las cuales fueron consideradas variables en estudio. Los datos se analizaron por medio de un modelo general lineal considerando las diferencias significativas a una probabilidad de 95 % ( $P<0.05$ ). Se realizó una comparación económica por medio de presupuestos parciales. Se encontró diferencias significativas en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia en la fase de desarrollo, pero no en la fase de engorde. Los tratamientos generaron diferencias en el peso vivo y la ganancia de peso, pero no afectaron la conversión alimenticia. El tratamiento T2 mostró mejores resultados en desempeño productivo, mientras que el T3 generó el mayor beneficio económico, sin embargo, los resultados del T4 fueron inferiores productivamente pero económicamente superó a la dieta testigo. Se concluye que el uso de suero de leche líquido puede incorporarse en la dieta para cerdos Topigs C-40 como ingrediente alternativo, siempre que se mantengan condiciones similares a las de este estudio.

**Palabras claves:** Alimentación alternativa, porcinocultura, ganancia de peso, conversión alimenticia.

#### ABSTRACT

The present study was carried out in Los Cerritos, Canton Veracruz, Ciudad Arce, El Salvador, from September to December 2015, with the objective of evaluating the use of whey in the diet of pigs of the Topigs C-40 line. Twenty-four pigs (12 males and 12 females), aged 10 weeks and 35 kg average weight were used, two phases were considered: development (weeks 11 to 18) and 2) fattening (week 19 to 24). The diets were formulated with the same nutritional composition to meet the requirements of the topigs c-40 line. The control diet (T1) was formulated with corn, soybean bran, fat and a nucleus. This was compared with three treatments consisting of increasing levels of whey in development (T2= 4L, T3= 7L, T4= 12L) and fattening (T2= 6L, T3= 10L, T4= 14L) respectively, reducing in all cases the equivalent of whey added (dry basis) to the concentrate. Pigs were weighed weekly to calculate weight gain and feed conversion, which were considered variables under study. The data were analyzed by means of a general linear model considering the differences significant at a probability of 95 % ( $P<0.05$ ). An economic comparison was made by means of partial budgets. Significant differences were found in the variables weight gain and feed conversion in the development phase, but not in the fattening phase. The treatments generated differences in live weight and weight gain, but did not affect feed conversion. The T2 treatment showed better results in productive performance, while T3 generated the greatest economic benefit; however,



#### ACceso ABIERTO

#### REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 23-29

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20683>

**Correspondencia:**  
[david.marin@ues.edu.sv](mailto:david.marin@ues.edu.sv)

**Presentado:**  
16 de mayo de 2025

**Aceptado:**  
16 de junio de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



the results of T4 were lower productively but economically superior to the control diet. It is concluded that the use of liquid whey can be incorporated into the Topigs C-40 pig diet as an alternative ingredient, provided that similar conditions are maintained as in this study.

**Keywords:** Alternative alimentation, pig farmers, weight gain, food conversion.

## INTRODUCCIÓN

Los elevados costos de las materias primas para la producción de concentrados en la alimentación de cerdos de engorde han provocado que pequeños y medianos productores busquen alternativas de alimentación como sub productos de la agroindustria e industria alimenticia, a pesar de su limitado conocimiento técnico sobre el manejo adecuado, valor nutricional y volumen de adición necesarios en la dieta alimenticia de los cerdos. Uno de los principales subproductos de la industria quesera utilizados en el departamento de La Libertad, El Salvador, es el suero líquido de leche, el cual es un derivado del procesamiento de la leche en la elaboración de queso y que se ha posicionado como una fuente de alimentación sustentable de bajo costo, fácil de adquirir y de alto valor nutricional (ASPORC 2014).

Los sueros lácteos constituyen una fuente nutricional dual por su contenido en proteínas de alto valor biológico (lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa), además de aportar una importante fuente energética. La lactosa, favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando además la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio (Mahan 1993).

El suero de leche contiene aproximadamente 70 % de lactosa, de 10 a 12 % de proteína, de 1 a 1.2 % de lisina, 0.90 % de calcio y 1.10 % de fósforo. En contenido de energía digestible varía de 3.1 a 3.2 Mcal/kg (Campabadal 2009).

El suministro de una fuente alternativa de alimentación como el suero lácteo contribuye a la disminución de los costos de producción, ya que representa un aporte constante de nutrientes de fácil de adquisición, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo en fase de desarrollo y engorde sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero lácteo que contiene un poco más del 12 % de las proteínas de la leche, para valores aproximados del 12 % de la materia grasa y del 70 % de lactosa (CNPML 2003).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el factor sexo (macho/hembra) y la adición de suero lácteo en las dietas de cerdos Topigs C-40 en las fases de desarrollo (semana 11 a 18 post-destete) y engorde (semana 19 a 24) sobre las variables peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de estudio

La investigación fue realizada en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, departamento de La Libertad, El Salvador. La fase de campo se desarrolló del 13 de septiembre al 27 de diciembre del 2015, con una duración total de quince semanas, una semana de adaptación a la nueva dieta y catorce semanas de aplicación de las dietas experimentales de la investigación.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron 24 cerdos Topigs C-40, 12

machos y 12 hembras, con edad inicial de 10 semanas con un peso promedio de 35 kg. Los cerdos tuvieron una semana de adaptación y luego se consideró las fases de desarrollo (11 a 18 semanas de vida) y engorde (19 a 24 semanas de vida).

### Metodología de Campo

#### Manejo alimenticio y diseño experimental

Los cerdos tuvieron una semana de adaptación, en esta fase se alimentaron con una Ración balanceada formulada según requerimientos nutricionales para su edad. En la fase de desarrollo se ofreció un 16% de proteína; posteriormente en la fase de engorde fue 15 % de proteína. El agua era subministrada a libre consumo.

Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de suero dulce de queso ofrecido de forma líquida, lo cual sustituyó una parte del concentrado (Cuadro 1).

El alimento fue proporcionado diariamente en dos raciones, la primera ración a las 7:00 am y la segunda ración a las 3:00 pm. Para el tratamiento T1 se aplicó 50 % de su ración por la mañana y el mismo porcentaje por la tarde; para los tratamientos T2, T3 y T4 se proporcionó 50 % de concentrado y 50 % de suero lácteo por la mañana y por la tarde 50 % de una ración semilíquida formada por una mezcla de concentrado y suero lácteo.

El suero lácteo dulce fue recolectado diariamente en la planta procesadora de lácteos, se trasladó a la granja en recipientes plásticos de 200 L, previamente higienizados, antes delas horas para su uso (6:00 a. m. y 2:00 p. m.) con el propósito de mantener sus propiedades físico químicas y así evitar el proceso de descomposición.

Se registró el peso semanalmente (domingos, 10:00 a. m.) con báscula de piso de capacidad de 227kg. mientras duró el ensayo, acompañado de un examen clínico físico del animal para observar posibles problemas de salud (problemas de piel, pesuñas y diarreas). Posteriormente, se realizó la limpieza por cada uno de los corrales utilizando mangueras a presión para la remoción completa de los desechos de los animales. Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, documentándose un registro semanal de peso por bloque.

### Metodología de Laboratorio

Para realizar el cálculo de raciones se utilizó el software de balanceo de raciones Brill ® de la Universidad de Kansas 1987(Cargill inc). Las dietas fueron formuladas para contener la misma composición nutricional de acuerdo a los requerimientos de las fases en estudio (Cuadro 2).

Las formulas de concentrado para las fases de desarrollo y engorde se presentan en los Cuadros 3 y 4. Las cantidades de suero lácteo indicadas corresponden a la suposición de que el suero de queso ofrecido tiene 4.5

#### Cuadro 1

##### Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Fase de desarrollo			Fase de engorde		
	Proteína (%)	Concentrado (kg/día/cerdo)	Suero (l/día/cerdo)	Proteína (%)	Concentrado (kg/día/cerdo)	Suero (l/día/cerdo)
T1	16	2.18	0	15	3.43	0
T2		1.95	4		3.06	6
T3		1.8	7		2.68	10
T4		1.65	12		2.30	14

% de sólidos. Las dietas fueron formuladas para tener una composición nutricional equivalente, basada en los requerimientos de la línea Topigs C-40 (Topigs s.f.).

## Metodología Estadística

### Variables en estudio

#### Peso vivo (kg)

Los pesos vivos se registraron semanalmente y se representaron gráficamente. Al final de cada fase, se realizaron comparaciones en las semanas 18 y 24 de edad.

#### Ganancia diaria de peso durante las fases de desarrollo y engorde (g/día)

Se estimó restando el peso inicial al peso al final de la fase y dividiéndola entre el número de días del período.

#### Conversión alimenticia durante las fases de desarrollo y engorde

Estimada por la división de la ganancia de peso durante el período entre el consumo acumulado de alimento.

Los datos de las variables en estudio se analizaron por medio de un modelo general lineal considerando como factores en estudio el sexo de los cerdos y los tres niveles de suero utilizados en las dietas.

La expresión matemática del modelo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

#### Cuadro 2

Requerimientos nutricionales utilizados para el balanceo de las dietas

% PC	EM Cerdos Mcal /kg	% Lisina	% de Metionina	% de Ca	% de P
Desarrollo	16	3400	0.75	0.20	1.0
Engorde	15	3400	0.60	0.16	0.95

#### Cuadro 3

Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo

Materias primas	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Maíz amarillo	75.86	65.92	55.98	39.56
Harina de soya	19.90	18.91	17.92	18.08
Afrocho de trigo	0.00	0.00	0.00	4.78
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche*	0.00	11.00	22.00	33.00
Grasa Animal	1.44	1.36	1.29	1.77
Núcleo	2.50	2.50	2.50	2.50

#### Cuadro 4

Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo

Materias primas	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Maíz amarillo	78.62	69.16	62.85	56.54
Harina de soya	17.33	16.38	15.76	15.13
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche*	0.00	10.48	17.46	24.45
Grasa Animal	1.25	1.18	1.13	1.08
Núcleo	2.50	2.50	2.50	2.50

donde:

$\mu$  = Media General

$\alpha_i$  = Efecto de las dietas

$\beta_j$  = Efecto del sexo

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

Se utilizó un nivel de significancia del 95 % ( $P= 0.05$ ) para declarar las diferencias estadísticas como significativas, se consideró una tendencia entre a una  $0.05 > P < 0.01$ . Los datos se procesaron en el Software Estadístico InfoStat, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

## Metodología Económica

Para el análisis económico se considerarán los siguientes elementos: presupuestos parciales, relación beneficio-costo, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. El análisis del presupuesto parcial permitió organizar los datos experimentales con el objetivo de obtener los costos y beneficios de los diferentes tratamientos. Para el estudio económico se tomaron como referencia los precios de venta del kilogramo de carne de cerdo, con el fin de determinar la relación beneficio-costo. Para ello, se utilizaron los costos variables de los concentrados en cada tratamiento. En el análisis de dominancia, se ordenaron los tratamientos de menor a mayor según sus costos variables, y se compararon su respectivo beneficio neto para identificar cuál de ellos resultaba dominado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta un análisis individual de las variables en estudio, incorporando estadística descriptiva e inferencial, con el objetivo de explicar los efectos producidos por la adición de suero lácteo y del sexo de los cerdos.

### Peso vivo

Los pesos vivos de los cerdos en las fases de desarrollo (semana 11 a 18) y engorde (semana 19 a 24), se presentan en las Figuras 1 y 2. Como se observa, los cerdos aumentaron de peso de forma continua a lo largo del estudio, destacándose los pesos en el tratamiento 2 que corresponden al nivel más bajo de suero (4 litros/día en desarrollo y 6 litros/día en engorde).

Los promedios de peso al final de las fases de desarrollo y engorde (18 y 24 semanas respectivamente) según el sexo de los cerdos se presentan en el Cuadro 5. Se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto del sexo ( $p < 0.05$ ) sobre los pesos vivos. Se observa una diferencia de 4.85 kg en desarrollo ( $p=0.012$ ) y de 5.68 kg en el engorde ( $p=0.020$ ) en favor de los machos.

Pokniak et al., (1980), analizaron el efecto del suero de quesería en la alimentación de 15 machos y 15 hembras, y demostraron diferencias significativas en los pesos vivos de los cerdos con ( $p < 0.001$ ). Encontraron que los machos tenían un peso promedio 99.7 kg mientras que las hembras pesaban 92.2 kg en promedio. Estos resultados fueron superados en la presente investigación, donde los cerdos machos en la etapa de engorde alcanzaron un promedio de 103.37 kg y las hembras 97.69 kg.

Los efectos de los tratamientos (niveles de suero) sobre los pesos vivos

Figura 1

Peso vivos de los cerdos en la etapa de desarrollo

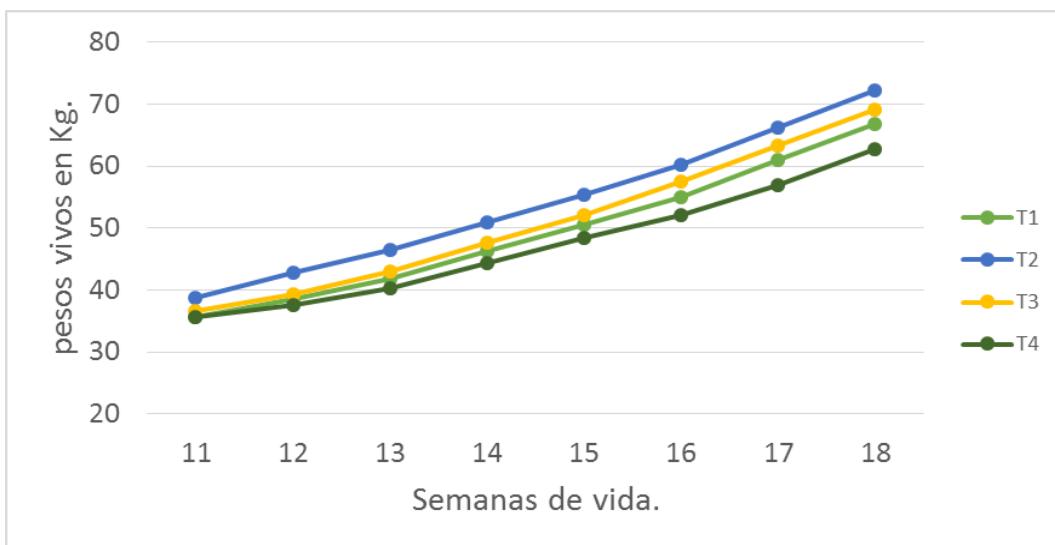
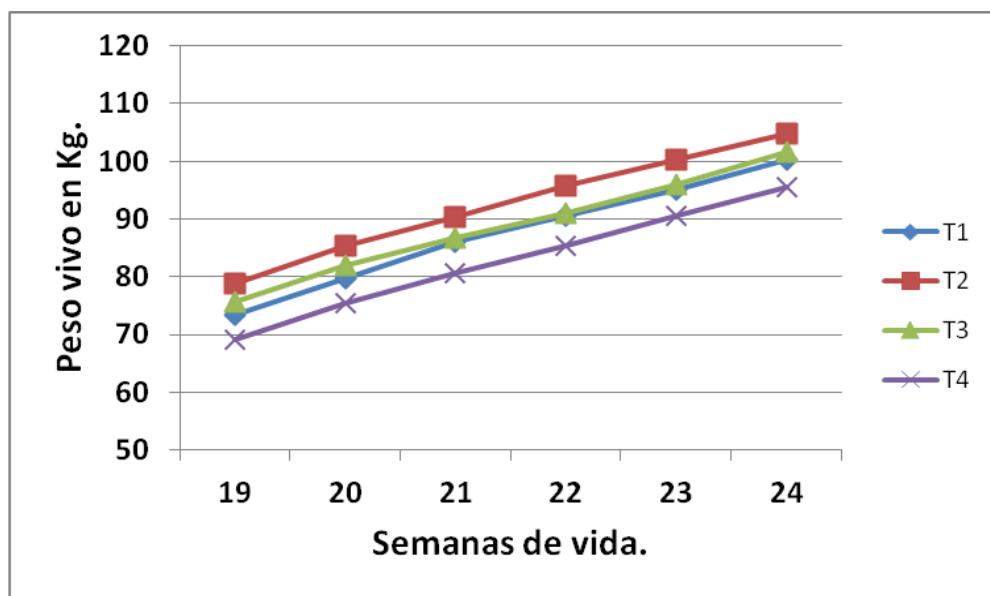


Figura 2

Pesos vivos de los cerdos en la etapa de engorde



de los cerdos, al final de las fases de desarrollo (semana 18) y engorde (semana 24) se presentan en el Cuadro 6. Durante la fase de desarrollo, los tratamientos produjeron diferencias estadísticas significativas ( $p=0.034$ ), con mayores pesos en T2 (4 litros/día de suero). En la fase de engorde se encontró una tendencia ( $p=0.094$ ) siendo T2 (6 litros/día de suero) el tratamiento con el promedio de peso vivo más alto

La investigación realizada por Almaguel et al. (2004), señala que el suministro de alimento en forma de papilla mejora la digestibilidad de la ración, la cual contiene mayor proporción de proteínas, favoreciendo así el desarrollo orgánico de cerdos en crecimientos. quedé manera similar, Sarchizian et al. (1996), evaluaron diversas dietas y obtuvieron resultados comparables. Los datos del presente estudio coinciden con

estas experiencias,, no obstante, se observa una disminución en los pesos cuando las cantidades de suero se incrementan en los tratamientos T3 y T4.

En un estudio reciente, Yáñez y Montalvo (2013) mostraron que los pesos finales de los cerdos en la fase de engorde presentan diferencias positivas con el uso de suero lácteo. Con una dieta de 1.9 kg de concentrado más 14 litros de suero lácteo se obtuvo un peso final de 97.6 kg, mientras que con 1.8 kg de concentrado más 16 litros suero lácteo se alcanzo un peso de 97 kg.

En México, López, et al. (2010), encontraron que, en la fase de engorde, el tratamiento con 6 L/día de suero obtuvo 99.0 kg de peso vivo,

**Cuadro 5**

Peso vivo en Kg por sexo de los cerdos al final de las fases de estudio

SEXO/ SEMANA	Semana 18	Semana 24
Machos	70.15	103.37
Hembras	65.3	97.69
Probabilidad	0.0122	0.0195

**Cuadro 6**

Peso vivo de los cerdos Kg según tratamiento de alimento al final de cada fase

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
T1	66.74	100.23
T2	72.27	104.85
T3	68.68	101.59
T4	63.21	95.45
Probabilidad	0.0213	0.0527

**Cuadro 7**

Ganancia de peso en g/día según el sexo en las fases de desarrollo y engorde

SEXO/ FASE	DESARROLLO Semanas 11- 18	ENGORDE Semanas 19- 24
Machos	590.03	774.41
Hembras	533.3	755.41
Probabilidad	0.0491	0.4784

**Cuadro 8**

Ganancia de peso en cerdos g/día según el tratamiento

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	SEMANAS 10-18	SEMANAS 19-24
T1	554.63	797.22
T2	599.33	775.58
T3	577.48	745.22
T4	515.22	741.62
Probabilidad.	0.1863	0.4108

mientras que con 12 L/día se registraron 98.5 kg. Esto indica que un mayor volumen de suero no incremento significativamente el peso. Estos resultados son consistentes con nuestra investigación, donde los pesos también disminuyeron al aumentar el suministro de suero de 6 a 10 y 14 L/día (104.85, 101.54 y 95.45 kg respectivamente)

**Ganancia de peso**

El sexo tuvo un efecto significativo sobre la ganancia diaria de peso durante la la fase de desarrollo ( $p= 0.05$ ) pero no en la fase de engorde ( $p=0.48$ ), como se observa en el Cuadro 7. Las ganancias promedio registradas fueron de 561.66 g/día en la fase de desarrollo y 764.91 g/día en la de engorde, independientemente del efecto del sexo y del tratamiento.

El cuadro 8 muestra que los valores promedios de cada ración alimenticia resultaron similares durante la última semana de cada fase. En la fase de desarrollo, el tratamiento T2 obtuvo la mayor ganancia de peso, mientras que en la fase de engorde, el tratamiento T1 presentó el mejor desempeño en términos de ganancia de peso.

Pokniac et al. (1980), en su análisis de suero de quesería como complemento al concentrado, utilizaron los siguientes tratamientos: T1

(100 % concentrado), T2 (concentrado: suero de quesería = 1:1) y T3 (concentrado: suero de quesería= 1:3). Los resultados mostraron que la mejor ganancia de peso ocurrió en los tratamientos con suero de leche ( $p<0.001$ ), siendo el T3 el que presentó mayor incremento. Cabe destacar que, en el estudio actual, las cantidades crecientes de suero sustituyeron parte del equivalente nutricional del concentrado (Cuadros 1 y 2), lo que generó una disminución en el desempeño. Este resultado contrasta con los hallazgos de Pokniac et al. (1980), donde el suero fue añadido al concentrado sin sustitución.

Adicionalmente, Yáñez y Montalvo (2013) reportaron que, en la etapa de engorde, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso ( $p>0.05$  valor de 0.08) asociadas al uso de suero. Estos hallazgos son consistentes con los de nuestra investigación, en la que tampoco se encontraron diferencias significativas en los pesos vivos o las ganancias de peso debido a la adición de suero a la dieta. Este constituye un resultado positivo de nuestro estudio, ya que demuestra que es posible utilizar una fuente alimenticia más económica sin afectar el desempeño de los cerdos.

**Conversión alimenticia**

El efecto del sexo en la conversión alimenticia no fue significativo en la fase de desarrollo ( $p=0.069$ ). De manera similar, en la fase de engorde, tampoco se encontró un efecto significativo por el sexo ( $p=0.4524$ ). (Cuadro 9).

El cuadro 10 muestra que, al final de las fases evaluadas, no existen diferencias amplias en el índice de conversión alimenticia. Sin embargo, se detectó que el tratamiento T2 requirió de una menor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso durante la última semana de la fase de desarrollo. Por el contrario, en la fase de engorde, el tratamiento T1 (100 % concentrado) presentó el menor índice de conversión alimenticia al compararse con el tratamiento T2.

En su investigación, Yáñez y Montalvo (2013) no encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia de los cerdos durante las fases de desarrollo y engorde ( $p>0.05$ ; valor  $p=0.08$ ). Estos resultados coinciden con los hallazgos de esta investigación, donde tampoco se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia. Dicha similitud, podría explicarse porque, en nuestro estudio, en el análisis de varianza (ANOVA) realizado en la última semana de la etapa de desarrollo, no detectó diferencias significativas, sumando al hecho de que los cerdos comenzaron la etapa de desarrollo con condiciones corporales y de peso similares.

Según López et al. (2010), los tratamientos que incluyen suero de leche presentan una mejor conversión alimenticia. En dicho estudio, el tratamiento con la mayor proporción de suero mostró en la mejor conversión de alimento en función con el concentrado consumido y el peso ganado. Esto coincide con la investigación de Romero et al. (1995), quienes reportaron que los animales alimentados con suero presentan una mayor eficiencia en la conversión alimenticia que aquellos que solo reciben concentrado. La discrepancia entre estos estudios y la presente investigación, podría explicarse porque en la presente investigación, las cantidades de suero suministradas a los cerdos se mantuvieron constante en cada fase.

Cuadro 9

Ganancia de peso en cerdos g/día según el tratamiento

SEXO/ SEMANA	Semanas 11-18	Semanas 19- 24
Machos	3.75	4.58
Hembras	4.15	4.45
Probabilidad	0.0691	0.4524

## Análisis Económico

El análisis económico se centró en los costos por tratamiento, desglosando el precio de los concentrados formulados, la obtención del suero de leche, los cerdos, los medicamentos, la mano de obra y los costos totales por cada tratamiento. Los costos de cada materia prima, se determinaron según los precios vigentes en la fecha del estudio. En el caso de los concentrados formulados, se consideró lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento ofrecido durante todo el ensayo.

Para el beneficio bruto en campo, se consultaron precios de mercado en pie de un cerdo de 22 semanas de edad, que fluctuaban entre \$2.30 y \$2.42 por kilogramo. Se estableció un precio de \$2.42 por kilogramo, manteniendo el mismo precio de costo del producto en el campo.

### Costo de los cerdos y alimentación

Durante el ensayo se registraron los costos de las materias primas para la elaboración de las diferentes raciones en estudio. También se estimó la cantidad de alimento ofrecido y la ganancia de peso semanal de los cerdos. Además, se consideró el precio de venta en la fase final del ensayo, todo con el fin de calcular los costos variables, los beneficios netos y la tasa de retorno marginal.

### Presupuesto parcial

Se realizó un ajuste del 10 % en los rendimientos de cada tratamiento,

Cuadro 10

Índice de conversión alimenticia según la ración

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
	T1	4.02
T2	3.65	4.45
T3	3.82	4.64
T4	4.32	4.67
PROBABILIDAD	0.1594	0.4108

multiplicando estos por los 0.10 como se observa en el Cuadro 12. Los beneficios brutos de campo se estimaron basándose en el precio de venta del cerdo en pie. Finalmente, los beneficios netos se calcularon como la diferencia de los beneficios brutos en campo y los costos variables.

### Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se realizó, ordenando los tratamientos de menor a mayor costos que varían. Se considera que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. En este análisis el T3 proporciona los mejores beneficios costos-efectivos, con un valor de \$564.34, lo que representa una superioridad de \$175.48 respecto al T1 (Figura 3).

### Curva de beneficios netos

El tratamiento 1 queda afuera la curva de beneficios netos por ser el tratamiento dominado. El tratamiento 3 obtuvo los mejores beneficios con respecto a los tratamientos 2, 4, 1 respectivamente.

### Tasa de retorno marginal

Para la tasa de retorno marginal (TRM), se observa que por cada dólar invertido en el tratamiento T3 en comparación con el T4, se obtiene un retorno de \$30.21. Sin embargo, si se opta por cambiar del tratamiento T3 al T4, la inversa obtendrá un retorno de \$0.60 al invertir \$1.

Cuadro 11

Costos de alimentación por tratamiento

Total dólares por tratamiento por Fase.					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	
FASE DE DESARROLLO	Maíz Amarillo	\$171.36	\$133.28	\$104.16	\$67.76
	Harina de Soya	\$77.28	\$65.52	\$57.12	\$53.20
	Sal Yodada	\$0.56	\$0.56	\$0.56	\$0.56
	Grasa Animal	\$8.96	\$7.84	\$6.72	\$8.96
	Premezcla de Vit	\$29.68	\$26.32	\$24.64	\$22.40
	Afrecho de Trigo	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$8.40
	Suero de Leche	\$0.00	\$13.44	\$23.52	\$40.32
TOTAL FASE DESARROLLO		\$287.84	\$246.96	\$216.72	\$201.60
FASE DE ENGORDE	Maíz Amarillo	\$209.16	\$164.22	\$130.62	\$100.80
	Harina de Soya	\$78.96	\$66.78	\$56.28	\$46.20
	Sal Yodada	\$0.42	\$0.42	\$0.42	\$0.42
	Grasa Animal	\$9.24	\$7.98	\$6.72	\$5.46
	Premezcla de Vit	\$35.28	\$31.50	\$27.30	\$23.52
	Suero de Leche	\$0.00	\$15.12	\$25.20	\$35.28
	TOTAL FASE DE ENGORDE	\$333.06	\$286.02	\$246.54	\$211.68

Al comparar la tasa de retorno marginal entre T3 y T2, una inversión de \$1 en T3 genera un retorno de \$27.16 en comparación con T2. Sin embargo, cambiar de T3 a T2 resultaría en una pérdida de -\$0.39 por cada \$1 invertido. De manera similar para la tasa de retorno marginal entre T3 y T1, una inversión de \$1 en T3 produce un retorno de \$175.74 al compararlo con T1. Por el contrario, cambiar de T3 a T1 llevaría una pérdida de -\$1.11 por cada \$1 invertido (Cuadro 13).

## CONCLUSIONES

La utilización de suero en la alimentación de cerdos de engorde permite obtener mejor resultados en la ganancia de peso vivo.

En los tratamientos evaluados en la fase de desarrollo, el Tratamiento 2, compuesto por 89.42 % de concentrado y 10.58 % de suero de leche, reflejó los mejores resultados estadísticos en las variables de ganancia de peso, conversión alimenticia y peso vivo.

En la fase de engorde, para la variable de peso vivo, el tratamiento 2 (89.42 % concentrado y 10.58 % suero de leche) mostró los mejores resultados estadísticos. Le siguieron los tratamientos con 17.46 %, 0 %, y 24.45 % de suero de leche, respectivamente.

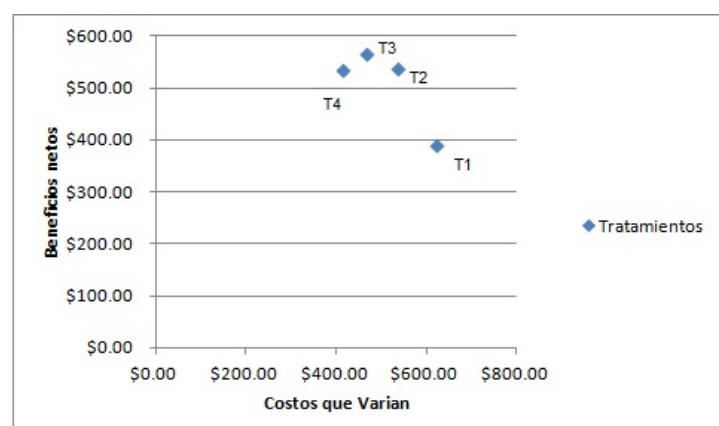
## Cuadro 12

### Presupuesto parcial

	T1	T2	T3	T4
Rendimiento en Kg	601.36	629.09	609.55	572.73
Rendimiento Ajustado Kg. en pie 10 %	541.22	566.18	548.60	515.46
BBC \$	\$1,309.76	\$1,370.16	\$1,327.60	\$1,247.41
Costo de alimentación (Concentrado + suero de leche)	\$620.90	\$532.98	\$463.26	\$413.28
Costo de los cerdos	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$300.00
CV \$	\$920.90	\$832.98	\$763.26	\$713.28
Costo parcial por cerdo	\$153.48	\$143.81	\$130.00	\$118.88
Beneficio Parcial \$	\$388.86	\$537.18	\$564.34	\$534.13

Figura 3

Curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados



## Cuadro 13

### Tasa de retorno marginal

Tratamiento	Total Costos que varían	Beneficios Netos
4	413.28	534.13
3	463.26	564.34
2	532.98	537.18
1	620.9	388.6

Económicamente, el Tratamiento 3 (T3) se destaca con el mejor beneficio neto de \$564.34. Este resultado le otorga la mejor tasa de retorno de la inversión en comparación con los demás tratamientos: T2 (\$537.18), T4 (\$534.13) y T1 (\$388.6).

## REFERENCIAS

Almaguel, R.; Tolón, N.; Camino, Y.; Ramírez, M. 2004. Nota sobre el efecto del suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados.

ASPORC (Asociación Salvadoreña de Porcinoctores). 2014. Historia de la porcinocultura en El Salvador. Disponible en: [www.asporc.org/](http://www.asporc.org/). Consultado el 24 de noviembre de 2014.

Campabadal, C. 2009. Guía de alimentación técnica de cerdos. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Guia%20tecnica%20para%20productores%20de%20cerdos.pdf>. Consultado el 4 de octubre de 2014.

CNPML (Centro Nacional de Producción Más Limpia). 2003. Producción más limpia en el sector de los productos lácteos de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

Mahan, D.C. 1993. Dried whey: What is its value in pig starter diets. En: Ohio Swine Research and Industry Report 1992-1993. Serie 92-2. p. 26-38

López, O.; Calderón, A.; García, V.; Sánchez, V.M. 2010. Alimentación de cerdos con suero de queso.

Pokniak, J.; Cornejo, S.; Bonacic, M. 1980. Suero fresco de quesería en raciones para cerdos en engorda. Disponible en: <https://books.google.com.sv/books?id=OfiQYfw7xA8C&pg=PA198&lpg=PA198&dq>. Consultado el 16 de julio de 2015.

Romero, R.C.; Salamanca Arias, R.A.; Saravia, J. 1995. Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos (Yorkshire x Landrace) en la etapa de finalización. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador. 40 p.

Sarchizian, D.; Preda, C.; Buliga, J. 1996. Effect of dietary protein and energy level on growth performance of growing pigs. En: S.C. Romsuinstest. A. Peris, Rumanía. p. 184. Topigs. s.f. Requerimientos nutricionales.

Yáñez Ávalos, D.; Montalvo Lozada, M. 2013. Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>. Consultado el 4 de octubre de 2016.

Esta página está dejada intencionalmente en blanco

## Continuar con la producción de alimentos regenerando el planeta

Continuing food production while regenerating the planet

Mariana Luz Guzmán Cruz<sup>1,2,3</sup>

1 Programa de Maestría en Inocuidad de Alimentos, Universidad para la Cooperación Internacional (Costa Rica)

2 Tutora Unidad de Educación a Distancia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

3 ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7495-1046>



### ACceso ABIERTO

#### REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 31-34

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20685>

**Correspondencia:**  
*mariana.guzman@ues.edu.sv*

**Presentado:**  
*01 de abril de 2025*

**Aceptado:**  
*27 de mayo de 2025*

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



### RESUMEN

### ABSTRACT

El planeta enfrenta una crisis climática caracterizada por temperaturas extremas y eventos ambientales severos, lo que evidencia un desequilibrio en los sistemas naturales. La producción de alimentos ha sido un factor clave en este deterioro, con prácticas agrícolas que contaminan los suelos, el agua y el aire, y afectan tanto a los ecosistemas como a la salud humana. La deforestación ha reducido significativamente la cobertura forestal, impactando la biodiversidad y los hábitats de múltiples especies. Además, la dependencia de sistemas de producción intensiva y genética limitada en la ganadería pone en riesgo la resiliencia de estos sistemas frente al cambio climático. Para abordar esta crisis, se proponen enfoques regenerativos que buscan no solo la sostenibilidad, sino también la restauración del equilibrio ambiental. La agricultura regenerativa y el pastoreo holístico son ejemplos de prácticas que restauran los ecosistemas, promueven la biodiversidad y mejoran la salud del suelo, al mismo tiempo que aumentan la productividad agrícola y ganadera. Estas prácticas integran estrategias tradicionales y circulares que aprovechan recursos de manera eficiente. La adopción de estos modelos regenerativos es esencial para mitigar el daño ambiental, adaptarse a las condiciones cambiantes y garantizar la seguridad alimentaria en armonía con el entorno natural.

**Palabras claves:** Biodiversidad, Agricultura regenerativa, Pastoreo holístico.

The planet is facing a climate crisis characterized by extreme temperatures and severe environmental events, which is evidence of an imbalance in natural systems. Food production has been a key factor in this deterioration, with agricultural practices polluting soils, water and air, affecting both ecosystems and human health. Deforestation has significantly reduced forest cover, impacting biodiversity and habitats of multiple species. In addition, reliance on intensive and genetically limited livestock production systems threatens the resilience of these systems to climate change. To address this crisis, regenerative approaches are proposed that seek not only sustainability, but also restoration of environmental balance. Regenerative agriculture and holistic grazing are examples of practices that restore ecosystems, promote biodiversity and improve soil health, while increasing crop and livestock productivity. These practices integrate traditional and circular strategies that efficiently use resources. Adopting these regenerative models is essential to mitigate environmental damage, adapt to changing conditions and ensure food security in harmony with the natural environment.

**Keywords:** Biodiversity, Regenerative Agriculture, Holistic Grazing.

## ESTADO PLANETARIO ACTUAL

Actualmente, el mundo enfrenta una grave crisis debido al cambio climático, manifestada en aumentos nunca antes vistos en las temperaturas y eventos climáticos extremos (Atwoli et al., 2021; Royo 2023). Según la comunidad científica, nos encontramos frente a un escenario crítico en el que el planeta ha superado los límites operativos seguros para la humanidad: se estima que se han traspasado 6 (cambio climático, pérdida de biodiversidad, ciclos del nitrógeno (N) y fósforo (P), uso de agua dulce, cambio en el uso del suelo e introducción de nuevos contaminantes químicos) y solo se mantienen dentro del umbral 3 límites (acidificación de los océanos, carga de aerosoles atmosféricos, degradación de la capa de ozono), lo que genera una gran preocupación ante un escenario de posible extinción humana (Richardson et al., 2023; Forster et al., 2023).

## ¿CÓMO SE PRODUCEN LOS ALIMENTOS?

El factor que más contribuye al deterioro del planeta es la manera en la que los seres humanos producen sus alimentos, por ejemplo, una de las mayores fuentes de contaminación medioambiental son los plaguicidas y fertilizantes utilizados en la producción agrícola, los cuales sin un manejo correcto pueden permanecer como trazas en los alimentos y, además, pueden dispersarse en el agua y el aire (Palacios y Moreno, 2022). Esta contaminación mencionada, sumada al cambio climático y la reducción de la diversidad biológica, repercute también en la salud humana debido a la afectación por diversas enfermedades y alergias (González-Díaz et al., 2022). En el caso de la viticultura, los mayores efectos negativos están relacionados con las emisiones directas de fertilizantes y pesticidas al suelo (Ferrari et al., 2018).

El tema de la reducción de la biodiversidad biológica es uno de los factores determinantes, tanto desde una vía ecológica para el planeta como desde la vía agrícola y pecuaria para la supervivencia humana. Abordando el primer punto de vista desde el primer enfoque, según la FAO (2020), la deforestación ha provocado la desaparición de 420 millones de hectáreas de bosque entre 1990 y 2020, principalmente en América del Sur, África Central y el Sudeste Asiático. Este proceso afecta considerablemente a la biodiversidad ocasionando la perdida de especies que tienen en los bosques su hábitat (García, 2016).

Por otro lado, en cuanto a la segunda vía mencionada, la supervivencia humana en el planeta depende de los cultivos y animales de abasto que proporcionan alimentos, pero también en estos elementos han existido una gran pérdida de biodiversidad, según la FAO (2006), de las 7600 razas de animales registradas, para ese año ya se habían extinguido 190, y 1500 se consideraban en peligro de extinción. Las mejoras tecnológicas y los sistemas intensivos de producción han tenido un gran impacto en este aspecto, generando dependencia de animales inadaptados a las condiciones locales y al cambio climático. Un claro ejemplo es el ganado Holstein de Estados Unidos, donde se descubrió que todos los toros de esta raza descienden exclusivamente de uno de dos toros existentes en la década de 1950, lo que impide conocer qué características se han perdido dentro de la raza (Dechow et al., 2020).

Este tipo de situaciones supone un riesgo latente por la falta de diversidad genética, como ocurrió en la gran hambruna en Irlanda de 1845, un desastre que provocó la muerte y migración de millones de personas, causada por *Phytophthora infestans*. La biodiversidad jugó un papel clave

en este caso, ya que la papa irlandesa Lumper (*Solanum tuberosum*) era susceptible al patógeno (Goss, 2014; Angé, 2024).

## LA MANERA CORRECTA DE PRODUCIR

Los casos expuestos anteriormente, deberían ofrecer una idea de cuál es la manera correcta de producir los alimentos. Hoy ya no se puede hablar solo de sostenibilidad en este escenario; se debe adoptar una postura regenerativa para revertir el daño causado al planeta. Una alternativa correcta de producción puede ser por ejemplo, el pastoreo holístico, concepto acuñado por Savory (1991). Este enfoque demuestra que una mejor gestión del pastoreo puede mejorar las condiciones de tierras degradadas, siendo un ejemplo de ganadería regenerativa (Nordborg, 2016). De la misma manera, la agricultura regenerativa se basa en principios ecológicos y holísticos. Su objetivo es restaurar y mejorar la salud de los ecosistemas agrícolas, aumentar la biodiversidad y promover la captura de carbono en el suelo. Se trata de un tema transversal, que puede ser abordado en diversas materias y actividades curriculares: desde la geografía hasta la biología, y desde la economía hasta la ética. (Suárez y Jiménez, 2024).

Experiencias con la agricultura regenerativa han demostrado que estas prácticas aumentan la biodiversidad en el suelo e incrementan los rendimientos de los cultivos a partir de la regeneración de los suelos degradados (Cañet, 2022). Dentro de este enfoque no se excluye el elemento del traspaso que naturalmente promueve y conserva la biodiversidad de plantas para uso humano como alimento y medicina (Olvera-Hernández et al., 2017), así como la biodiversidad animal para alimento, fuerza de trabajo y transporte (Martínez et al., 2023; Nava et al., 2018; Martínez Aguilar et al., 2023). En viticultura ecológica, que representa una producción vitivinícola sostenible prometedora, estos sistemas aún coexisten en gran medida con sistemas convencionales (Frem et al., 2023). Sería interesante evaluar prácticas regenerativas en la producción de vid.

En cuanto a la producción porcina, existen experiencias que incorporan prácticas regenerativas como: reciclaje de las excreciones en el pasto, uso de residuos de cultivos agrícolas como cama y la aplicación de abono compostado en campos. Estos sistemas representan una sostenibilidad circular al ahorrar suplementos, combustibles, fertilizantes y agua, además de adaptarse y mitigar el cambio climático (Milera-Rodríguez, 2022).

## CONCLUSIÓN

Con base en los elementos planteados, puede concluirse que la producción de alimentos debe trascender el concepto de sostenibilidad y adoptar un enfoque regenerativo capaz de revertir el daño ambiental acumulado. El pastoreo holístico y la agricultura regenerativa emergen como alternativas viables para lograr este objetivo, al promover la restauración de ecosistemas, el incremento de la biodiversidad, la mejora de la salud del suelo y la captura de carbono. Estas prácticas no solo generan beneficios ambientales, sino que también inciden positivamente en la productividad agrícola y ganadera.

## REFERENCIAS

Angé, O. 2024. Tuberous heroes, partial examples, and the making of ethical companions in agricultural collectives. *Environmental Humanities*, 16(3), 725–745. <https://doi.org/10.1215/22011919-11327332>

Atwoli, L., Baqui, A. H., Benfield, T., Bosurgr, R., Godlee, F., Hancocks, S., Hortan, R., Laybourn-Langton, L., Monteiro, C.A., Norman, I., Patrick, L., Praities, N., Olde Rikkert, M., Rubin, E., Sahnis, P., Smith, R., Talley, N., Turale, S., Vázquez, D. 2021. Llamamiento a adoptar medidas urgentes para limitar los aumentos de temperatura en el mundo, restablecer la diversidad biológica y protegerla salud. *Revista Argentina de Salud Pública*, 13, 271-280.

Cañet Prades, F. M. 2022. Aplicación de los principios de la Agricultura Regenerativa para aumentar los niveles de nutrientes en el suelo y enfrentar una emergencia de seguridad alimentaria y nutricional local en Guanacaste, Costa Rica. *Revista REGENERATIO*, 1(2), 17–28. <https://doi.org/10.55924/ucireg.v1i2.12>

Dechow, C.D., Liu, W.S., Specht, L.W., Blackburn, H. 2020. Reconstitution and modernization of lost Holstein male lineages using samples from a gene bank. *Journal of Dairy Science*, 103(5): 4510-4516. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17753>.

FAO. 2006. FAO advierte que 20% de razas de animales domésticos está en peligro de extinción. ONU Noticias. <https://news.un.org/es/story/2006/12/1093821#:~:text=De%20m%C3%A1s%20de%207.600%20razas,al%20borde%20de%20la%20extinci%C3%B3n>

FAO. 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020: Informe principal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>

Ferrari, A. M., Pini, M., Sassi, D., Zerazion, E., Neri, P. 2018. Effects of grape quality on the environmental profile of an Italian vineyard for Lambrusco red wine production. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3760–3769. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.241>

Frem, M., Petrontino, A., Fucilli, V., Sansiviero, C., Bozzo, F. 2023. Sustainable viticulture of Italian grapevines: Environmental evaluation and societal cost estimation using EU farm accountancy data network data. *Horticulturae*, 9(11), 1239. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111239>

Forster, P. M., Smith, C. J., Walsh, T., Lamb, W. F., Lamboll, R., Hauser, M., Ribes, A., Rosen, D., Gillett, N., Palmer, M. D., Rogelj, J., von Schuckmann, K., Seneviratne, S. I., Trewin, B., Zhang, X., Allen, M., Andrew, R., Birt, A., Borger, A., Boyer, T., Broersma, J. A., Cheng, L. J., Dentener, F., Friedlingstein, P., Gutiérrez, J. M., Gütschow, J., Hall, B., Ishii, M., Jenkins, S., Lan, X., Lee, J. Y., Morice, C., Kadow, C., Kennedy, J., Killick, R., Minx, J. C., Naik, V., Peters, G. P., Pirani, A., Pongratz, J., Schleussner, C. F., Szopa, S., Thorne, P., Rohde, R., Corradi, M. R., Schumacher, D., Vose, R., Zickfeld, K., Masson-Delmotte, V., Zhai, P. M. 2023. Indicators of Global Climate Change 2022: Annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data*, 15(6), 2295–2327. <https://doi.org/10.5194/essd-15-2295-2023>

García Marín, M.E. 2016. La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2), 161-168. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>

González-Díaz, S.N., Lira-Quezada, C.E., Villarreal-González, R.V., Canseco-Villarreal, J.I. 2022. Contaminación ambiental y alergia. *Revista alergia México*, 69(Supl. 1), 24-30. Epub 21 de marzo de 2022. <https://doi.org/10.29262/ram.v69isupl1.1010>

Goss, E. M., Tabima, J. F., Cooke, D. E. L., Restrepo, S., Fry, W. E., Forbes, G. A., Fieland, V. J., Cardenas, M., Grünwald, N. J. 2014. The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(24), 8791–8796. <https://doi.org/10.1073/pnas.1401884111>

Martínez Aguilar, E.A.; Jáuregui Jiménez, R.; Vargas Estrada, J.R. 2023. Preliminary survey of Creole Cattle in the Nahuaterique region of El Salvador and Honduras. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 18, 63-67.

Martínez Valdés, M. G., Sánchez Gutiérrez, F., Pozo Santiago, C. O., Ríos Rodas, L., Gerónimo Torres, J. C. 2023. La diversidad biológica de los traspasos: su uso en la alimentación y salud de las familias en Chiapas y Tabasco, México. *Acta Universitaria* 33, e3578. doi: <http://doi.org/10.15174.au.2023.3578>

Milera-Rodríguez, M.C. 2022. Contribución del manejo de cerdas en pastoreo a la resiliencia de los sistemas porcinos Pastos y Forrajes, 45: eE9.

Nava Hernández, G., Aldasoro Maya, E. M., Perezgrovas Garza, R., Vera Cortés, G. 2018. Interacciones del ser humano con animales de traspasio: Un estudio desde la etnoveterinaria en Tabasco, México. *Nova Scientia*, 10(21), 258–309. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1532>

Nordborg, M. 2016. Holistic management – A critical review of Allan Savory's grazing method. SLU/EPOK – Centre for Organic Food & Farming & Chalmers. [https://orgprints.org/id/eprint/34330/1/holisticmanagement\\_review.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/34330/1/holisticmanagement_review.pdf)

Olvera-Hernández, J., Álvarez-Calderón, N.M., Guerrero-Rodríguez, J.D., Aceves-Ruiz, E. 2017. IMPORTANCIA DE ESPECIES VEGETALES EN EL TRASPATIO DE FAMILIAS CAMPESINAS DEL NORESTE DE PUEBLA, MÉXICO. *Agro Productividad*, 10(7). Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1051>

Palacios Anzules, I. del C., Moreno Castro, D. W. 2022. Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2), 93–103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drücke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Wang-Erlandsson, L., Weber, L., Rockström, J.

(2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci Adv.* 13;9(37):eadh2458. doi: 10.1126/sciadv.adh2458

Royo Letelier, M. 2023. El derecho a defender la naturaleza de los pueblos indígenas en el marco del cambio climático. *Estudios constitucionales*, 21(1), 34-62. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002023000100034>

Savory, A. 1991. Holistic resource management: a conceptual framework for ecologically sound economic modelling. *Ecological Economics* 3: 181-191

Suarez Beltrán, Y.A., Jiménez Farfán, S. D. 2024. Agricultura regenerativa: conceptos para abordarla en el aula de clase. *Revista Digital Educación Y Territorios*, 4(1), 1–14. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rdet/article/view/355087>

# Problemática generada por el manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios en El Salvador

Problems generated by the inadequate management of household solid waste in El Salvador

Miguel Tomás Murillo Duran<sup>1</sup>; Gerson Alexander Rauda Guardado<sup>2</sup>

1 Subunidad Ambiental, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

2 Instituto Administrador de los Beneficios de los Veteranos y Excombatientes (INABVE)



## ACCESO ABIERTO

### REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 35-39

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20686>

**Correspondencia:**  
[miguel.murillo@ues.edu.sv](mailto:miguel.murillo@ues.edu.sv)

**Presentado:**  
22 de mayo de 2025

**Aceptado:**  
30 de mayo de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



## RESUMEN

El manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios en El Salvador ha generado graves problemas ambientales y de salud pública. La concentración urbana y el incremento de las modalidades de consumo han contribuido al crecimiento de la generación de residuos, incrementando la producción de residuos alcanzado una generación de 3,676 toneladas diarias en el año 2020 y llegando a registrarse en el 2022 un promedio de 4,226.48 toneladas de residuos al día, el mal manejo y la disposición irresponsable ha ocasionado la contaminación del agua, suelo y aire y el bienestar de la población; también las consecuencias del mal manejo de residuos se extienden en el ámbito económico, generando costos adicionales significativos para las ciudades y gobiernos; además la limpieza de áreas afectadas y la mejora de la infraestructura necesaria para el tratamiento adecuado de residuos representan una carga financiera considerable. Los factores más principales que generan esta problemática es el crecimiento poblacional, el consumismo irresponsable, la falta de educación ambiental y una gestión inadecuada de la recolección de residuos. Para enfrentar estos desafíos, se han implementado diversas leyes y estrategias, como la Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje (Asamblea Legislativa 2020) y la Ley Especial de Recolección, Aprovechamiento y Disposición Final de los Residuos (Asamblea Legislativa 2024), que buscan promover la economía circular y una disposición final segura. Además, se han desarrollado diagnósticos, planes y políticas nacionales para mejorar la gestión integral de residuos y la sensibilización de la población para mitigar el problema y construir un futuro sostenible.

## ABSTRACT

Improper management of household solid waste in El Salvador has generated serious environmental and public health problems. Urban concentration and increased consumption patterns have contributed to the growth of waste generation, increasing waste production to 3,676 tons per day in 2020 and reaching an average of 4,226.48 tons of waste per day in 2022. Poor management and irresponsible disposal have led to water, soil, and air pollution, as well as harming the well-being of the population. The consequences of poor waste management also extend to the economic sphere, generating significant additional costs for cities and governments. Furthermore, the cleanup of affected areas and improving the infrastructure necessary for proper waste treatment represent a considerable financial burden. The main factors driving this problem are population growth, irresponsible consumerism, a lack of environmental education, and inadequate waste collection management. To address these challenges, various laws and strategies have been implemented, such as the Comprehensive Waste Management and Recycling Promotion Law (2020) and the Special Law on Waste Collection, Utilization, and Final Disposal (2024), which seek to promote the circular economy and safe final disposal. Furthermore, national assessments, plans, and policies have been developed to improve comprehensive waste management and raise public awareness to mitigate the problem and build a sustainable future.

**Keywords:** Pollution, public health, irresponsible consumerism, awareness, environmental education.

**Palabras claves:** Contaminación, salud pública, consumismo irresponsable, sensibilización, educación ambiental.

## INTRODUCCION

Desde la antigüedad el hombre genera residuos. Según Ramírez García (2019), desde la aparición de la especie humana, el hombre está transformando la naturaleza como cualquier otro viviente, el hombre toma recursos para asegurarse su supervivencia y devuelve la materia empleada.

La concentración urbana y el incremento de las modalidades de consumo han contribuido al crecimiento de la generación de residuos. La producción urbana de residuos sólidos por persona y día varía de 250 g, en zonas menos desarrolladas, y a más de 1 kg en las regiones más desarrolladas (Piza Teixeira 1996).

En términos de generación de residuos sólidos anuales a nivel nacional en 1993, fueron del orden de 990,931 Toneladas Métricas (TM), habiéndose incrementado a 1,214,551 TM en 1998, lo que representara un incremento del 22.6 %, y para el 2003 fue 2,347,260TM.18 (Cerón Gómez y García Cardona 2018).

En los países con mayor desarrollo económico, el promedio de basura que cada persona tira al día es de dos kilos, más o menos, y este promedio va en aumento. El cuadro 1 presenta como son índices de generación de residuos sólidos en El Salvador.

Según el Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales presentado por el MARN (2006), se estima que la cantidad total de desechos sólidos producidos en el área urbana de los municipios es de 3,186.97 toneladas diarias, en donde, su producción se concentra en la zona paracentral con un valor de 2,369.83 ton/día.

En El Salvador se generan 3,676 toneladas diarias de residuos sólidos, de lo cual únicamente el 5 % es dispuesto a reciclaje, ya sea estos recuperados por las personas trabajadoras del servicio de recolección o por separación de la población en general, según estudio del MARN en coordinación con la UES el 82% (3,014.32 toneladas diarias) es dispuesto hacia rellenos sanitarios, del cual el 22% aproximadamente es plástico, 16 % papel y cartón, 1% vidrio, 1% metálicos y lo demás es materia orgánica (MO) (60%) (González et al. 2023).

### Cuadro 1

Producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios urbanos en El Salvador

Fuente de generación	Población menor de 15000 hab.	Población de 15,000 a 50,000 hab.	Población de 50,000 a 200,000 hab.	Población mayor de 200,000 hab.
Generación promedio (kg/hab/día)	0.25-0.35	0.35-0.55	0.55-0.75	0.75-1.00

Fuente: MSPAS, 1998

### Cuadro 2

Generación de residuos en El Salvador (2020)

Tipo de Residuos	Origen del residuo	Generación de residuos 2020 (ton/día)	Generación de residuos 2020 (ton/año)	% por origen del residuo
Residuo Municipal	Residuo domiciliar urbano	2,335.18	852,340.60	44.42 %
	Residuo de comercio	1,345.24	491,011.68	25.59 %
	Residuo domiciliar rural	546.06	199,311.57	10.39 %

Fuente: MARN 2022

De acuerdo con el Diagnóstico Nacional de Residuos (2022), el país genera 4,226.48 toneladas de residuos al día, los mayores generadores de residuos sólidos son: viviendas urbanas con un 55.25%, comercio con un 31.83 % y las viviendas rurales con un 12.92%.

En ese sentido, los diversos gobiernos han desarrollado algunas legislaciones que buscan mejorar la parte del manejo adecuado de los residuos sólidos, es por ello se han desarrollado legislaciones, diagnósticos y estrategias técnicas, entre las más actualizadas tenemos:

### ***La Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje (Asamblea Legislativa, 2020)***

La presente ley tiene por objeto lograr el aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura de los residuos, a fin de proteger la salud de las personas, el medio ambiente y fomentar una economía circular, a través del establecimiento de una visión sistemática en la gestión integral de los residuos, la determinación de los actores y su forma de interacción y la asignación de responsabilidades para lograr cambios.

### ***Ley Especial de Recolección, Aprovechamiento y Disposición Final de los Residuos (Asamblea Legislativa, 2024)***

La presente ley tiene por objeto regular de manera integral la gestión, recolección, traslado, aprovechamiento y disposición final de los residuos a nivel nacional, garantizando que estas actividades se realicen de forma sanitaria y ambientalmente segura. La finalidad es proteger la salud de las personas, preservar el medio ambiente y fomentar un modelo de economía circular.

En el art. 15. De la mencionada ley, se realiza la creación de la Autoridad Nacional de Residuos sólidos “ANDRES”, como una institución de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con autonomía administrativa, técnica y financiera. La Autoridad estará adscrita al órgano Ejecutivo a través del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte

### ***Diagnóstico Nacional de Residuos (MARN, 2022)***

Este consistió en realizar un diagnóstico de los residuos en El Salvador, fundamentalmente orientado al desarrollo de una investigación de campo de la caracterización de los residuos municipales, sin embargo, se elaboró a nivel de generación. El diagnóstico se enfocó en el manejo de los residuos municipales para conocer la generación por municipio y analizar la operación y funcionamiento de los servicios de aseo municipal. Los datos obtenidos sirvieron para el desarrollo del Plan Nacional para la gestión de Integral de Residuos, la toma de decisiones y formulación de políticas públicas en el tema de residuos en El Salvador.

### ***Plan Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (MARN, 2022)***

El Plan Nacional para la gestión Integral de Residuos, contiene: a) La estrategia general de para la adecuada, elaborada en base al diagnóstico Nacional de Residuos; b) Los objetivos mínimos a cumplir de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y disposición final; c) Las orientaciones y la estructura a la que deberán de adecuarse los manuales de gestión integral de residuos; y d) Indicadores de cumplimiento de la estrategia y objetivos definidos en el plan. Y debe de actualizarse al menos cada siete años.

### **Política Nacional de Educación Ambiental (MARN, 2025)**

Esta Política propone procesos de sensibilización y educación ambiental a desarrollarse de manera planificada y sistemática con diversos sectores que, desde sus espacios de acción pueden realizar iniciativas ambientales. La metodología propuesta para implementar estos procesos está orientada al uso de herramientas y espacios educativos que permitan de manera más efectiva la transferencia de conocimientos y el acceso a la información relacionadas al ambiente para convertirlas en acciones ambientales.

## **DESARROLLO**

### **Efectos por el manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios**

El desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que conllevan al aumento sostenido del consumo, han impactado significativamente el volumen y la composición de los residuos sólidos domiciliarios producidos por las sociedades del mundo. Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Algunos de sus impactos son los siguientes:

#### **Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero**

La descomposición de los residuos orgánicos produce biogases que resultan desagradables no sólo por los olores que generan, sino que pueden ser peligrosos debido a su toxicidad o por su explosividad. Algunos de ellos son también gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global. Entre estos gases destacan el bióxido y monóxido de carbono (CO<sub>2</sub> y CO, respectivamente), metano (CH<sub>4</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno) (SNIARN 2018).

#### **Adelgazamiento de la capa de ozono**

Las sustancias agotadoras del ozono (SAO) que se emplean en la fabricación de envases de unicel, como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes, plaguicidas, así como en refrigeradores y climas artificiales contribuyen, al ser liberadas a la atmósfera, al adelgazamiento de la capa de ozono. Cuando los envases de estos productos son desechados de manera inadecuada se convierten en fuentes de emisión de SAO (SNIARN 2018).

#### **Contaminación del agua**

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de residuos sólidos a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de estos residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto (Erazo Mancía 2017).

#### **Contaminación del suelo**

Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de los residuos sólidos (Erazo Mancía 2017).

### **Contaminación del aire**

Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los períodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes (Erazo Mancía 2017).

### **Impacto sociales y económicos**

Para describir los riesgos a la salud, se puede considerar la población dividida en tres grupos:

#### **Personal vinculado a la prestación de los servicios de aseo**

Estas personas se encuentran expuestas a riesgos generados por los propios residuos y a algunos de los otros ya mencionados. Mas aún, si se tienen en cuenta que la mayor parte de los procesos de recolección, almacenamiento y disposición se hacen en forma manual (Núñez et al. 2000).

#### **Personas dedicadas al reciclaje**

Las personas que seleccionan materiales contenidos en los residuos están expuestas a los mismos riesgos mencionados arriba (Núñez et al. 2000).

#### **Resto de la población**

Los sitios de disposición final se ubican lejos de las viviendas, sin embargo, con el tiempo se encuentran grupos de población habitando en dichos sitios y en sus alrededores. Por no operarse en forma técnica en la mayoría de los casos, se presentan olores, generación de polvo, dispersión de plásticos y papeles en los alrededores, contaminación de agua, y deterioro general del entorno (Núñez et al. 2000).

Las consecuencias del mal manejo de residuos se extienden en el ámbito económico, generando costos adicionales significativos para las ciudades y gobiernos. La limpieza de áreas afectadas y la mejora de la infraestructura necesaria para el tratamiento adecuado de residuos representan una carga financiera considerable. Además, los problemas de salud derivados de la exposición a residuos contaminantes incrementan los gastos en atención médica y pueden conducir a la pérdida de productividad laboral (Plaza Chimalhuacán 2023).

### **Factores que generan la problemática de los residuos sólidos domiciliarios**

#### **Crecimiento poblacional**

La República de El Salvador tiene una extensión territorial de 21,040.79 km<sup>2</sup>, es el país más pequeño de América Central. De acuerdo con la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples de 2021, su población total para el año 2021 fue de 6,325,827 habitantes, en donde se estima, que el 61.7% aproximadamente 3,903,035.26 personas se encuentran en las zonas urbanas y 2,422,791.74 de personas que representan el 38.3% se encuentran en la zona rural, con una densidad de 301 hab/km<sup>2</sup>, distribuidos en los 14 departamentos (MARN 2022).

### Consumismo irresponsable

La producción de la basura creció paralelamente al desarrollo de la capacidad y modalidad de producción y consumo. Pero que desafortunadamente no hizo crecer así la conciencia ciudadana, el ejercicio de la responsabilidad individual, ni las capacidades financieras y administrativas para darle solución adecuada al manejo del volumen, cada vez más grande de los desechos sólidos producidos; por lo que los desechos sólidos se convirtieron en uno de los grandes problemas tanto ambientales como sociales, difíciles de resolver en esa época (Ramírez García 2019).

### Desconocimiento ambiental

Hasta épocas recientes, en realidad, no ha habido una concientización clara sobre el problema que los residuos generan. Autoridades de muchos países fueron elaborando programas, normativas, planes estratégicos, etc; cada vez más restrictivos y protecciónistas (Márquez 2011).

Es de notar que muchos de estos residuos, más del 50 % para ser precisos, se generan en entornos urbanos; sin embargo, su impacto es a nivel nacional, afectando ecosistemas marinos, cuerpos de agua, Áreas Naturales Protegidas, entre otros, los cuales se encuentran ubicados a kilómetros de distancia. Esta situación puede atribuirse, en parte, a la falta de conocimiento, empatía y responsabilidad ambiental de la ciudadanía, ya que no identifica ni conecta con los diferentes problemas ambientales que enfrenta el país (MARN 2025).

Muchos países, como es el caso de El Salvador no tienen la concienciación ciudadana suficiente, ni los recursos necesarios para cumplir y hacer cumplir este tipo de normativas, puesto que si los tuviera ya se hubiera tratado la manera de atacar esta problemática hace muchos años (Pérez Girón y Pleitez Cortez 2022).

### Inadecuada gestión de recolección de los residuos

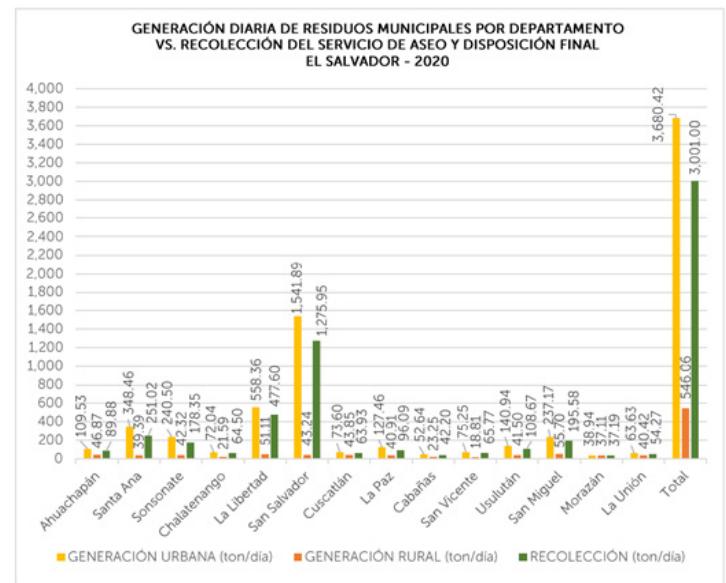
El Segundo Censo de Desechos Sólidos de El Salvador (MARN 2006), registró la existencia de 141 botaderos, de los cuales 118 eran de carácter municipal, utilizados por 168 municipalidades y 23 botaderos clandestinos, utilizados por particulares.

La experiencia ha demostrado que muy pocos planes municipales cuentan con seguimiento y se limitan a funcionar mientras se encuentra el ente financiero presente; sin embargo, hay que reconocer que se han introducido principios como la optimización de rutas, mejoramiento de catastros, mejoramiento de sistemas de cobro, actualización de ordenanzas ajuste de tarifas y el mejoramiento de la disposición final a través de rellenos sanitarios.

Según el diagnóstico Nacional de Residuos (MARN 2022), con respecto al servicios de aseo se brinda el servicio de recolección del 100% de los municipios del país, cobertura de recolección del servicio de aseo y disposición sanitaria de residuos en el 81.54% de las zonas urbanas del país, cobertura del 100% de disposición sanitaria de los residuos sólidos recolectados a través de 17 rellenos sanitarios y 40 sistemas individuales de compostera en funcionamiento, 226 municipios utilizan relleno sanitario mecanizado, actualmente la infraestructura de instalada de rellenos sanitarios es suficiente, recuperación de materiales reciclables por grupos vulnerables, el 85% de los municipios subsidian más del 60%

Figura 1

Generación de residuos vs. Cobertura de recolección por departamento



Fuente: MARN, 2022

de los costes de aseo, existe una estación intermedia que cumple con los estándares de estación de transferencias, que tiene una planta de separación de reciclables y una planta de compost de pila fija.

Por medio del gráfico se puede observar que a nivel urbano quedan 679.42 ton/día sin recolectar y sin disponer sanitariamente de todo el país, encontrándose 346.71 ton/día en la zona central del país, que equivale a 126,549.15 toneladas al año y que, dado el grado de urbanización de las ciudades del Área Metropolitana de San Salvador, son arrastradas por las aguas lluvias y conducidas a los ríos, donde finalmente llegan al mar a través del río más importante del país que es, el río Lempa.

### CONCLUSIONES

El manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios urbanos en El Salvador representa un desafío multifacético con graves consecuencias para el medio ambiente, la salud pública y la economía del país. La contaminación de suelos, agua y aire, la proliferación de enfermedades, el deterioro de la calidad de vida y los impactos socioeconómicos negativos son solo algunas de las problemáticas derivadas de esta situación.

La educación ambiental (formal, no formal e informal) planificada es importante para que la población desde los hogares y centros educativos de los distintos niveles, realicen un manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios separando y clasificando desde la generación.

La creación y aplicación de las políticas públicas que regulen la producción e importación de residuos por parte del sector empresarial y también la implementación de centros de reciclaje y compostaje, en cada uno de los municipios y sus respectivos distritos podría disminuir considerablemente las cantidades de residuos generadas por la población salvadoreña.

Es crucial implementar soluciones integrales que abarquen desde la

mejora de la infraestructura y la promoción de la educación ambiental hasta la aplicación de políticas y regulaciones más estrictas, así como el fomento de la economía circular. Solo a través de un esfuerzo conjunto y coordinado se podrá mitigar este problema y construir un futuro más sostenible para El Salvador.

## REFERENCIAS

Asamblea Legislativa. 2024. Ley de Recolección, Aprovechamiento y Disposición Final de los Residuos. Diario Oficial. 20 de diciembre de 2024. No. 244. Tomo 445.

Asamblea Legislativa. 2020. Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje. Diario Oficial. Diario Oficial. 27 de febrero de 2020. No. 40. Tomo 426.

Cerón Gómez, JL; García Cardona, KB. 2018. Elaboración de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente basado en ISO 14001-2015. [Tesis de Maestría, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/ba7d12f5-b3c7-403f-9b3a-2a05811723a9>

Erazo Mancía, MA. 2017. Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos comunes en las instalaciones de la Sede Central de la Universidad de El Salvador, en el Municipio y Departamento de San Salvador, en el periodo de enero de 2014 a marzo de 2016. Salvador [Tesis de Lic. En Salud Ambiental, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/02f19b98-b37d-470e-9836-58435a0f0b56>

González Núñez, KA; Mathies Sánchez, KM; Mónico Hernández, CA. 2023. Diseño de un sistema de gestión para el manejo, tratamiento y disposición de desechos y residuos sólidos en la sede central de la Universidad de El Salvador. [Tesis de Ing. Industrial, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/123b2051-d39d-4af8-92ae-7d80d38d3074>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales. El Salvador. Disponible en: <https://goo.su/sF9Uag6>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2022. Diagnóstico Nacional de Residuos. El Salvador. Biblioteca Ambiental. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/diagnostico-nacional-vf/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2023. Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos. MARN- El Salvador. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/plan-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2025. Política Nacional de Educación Ambiental. MARN- El Salvador. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/politica-nacional-de-educacion-ambiental-3/>

Márquez Benavides, L. 2011. Residuos Sólidos: un enfoque multidisciplinario. Libros En Red. Disponible en: <https://goo.su/cghb>

MSPAS. 1998. Análisis Sectorial de Residuos en el Salvador. 2017, de MARN Recuperado de <http://www.marn.gob.sv/estadisticas/>

Núñez Rivas, KM; Ramírez Menjívar, EE y Yanes Gutiérrez, AC. 2000. Propuesta para la gestión de residuos sólidos en la Universidad de El Salvador. [Tesis de Ing. Química, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/bc07c430-cff9-48de-b11a-01afe8d8935a>

Pérez Girón, KV y Pleitez Cortez, MN. 2022. Diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la facultad multidisciplinaria de occidente de la Universidad de El Salvador. [Tesis de Ing. Industrial, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/8ca5aad1-2f24-431c-9a9a-07c081cd05f0>

Piza Teixeira, PF. 1996. Manual sobre Vigilancia Ambiental: Manuales Operativos PALTEX, Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C., EE.UU.

Plaza Chimalhuacán. 2023. Cuáles son las consecuencias del mal manejo de residuos. Plaza Chimalhuacán. Disponible en: <https://plazachimalhuacan.mx/cuales-son-las-consecuencias-del-mal-manejo-de-residuos/>

Ramírez García, DI. 2019. Los desechos sólidos que se generan por la actividad de la comunidad universitaria sede central de la Universidad de El Salvador [Tesis de Lic. En Ciencias Jurídicas, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/4a1ae95f-98f2-4d3f-a35b-132924c29ef4>

SNIARN (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales.) . 2018. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Recuperado de [Informe2018GMX.pdf](https://informe2018GMX.pdf)

Esta página está dejada intencionalmente en blanco

**Obituario: Ing. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez****25 de abril de 1956 – 28 de junio de 2025**

Obituary: Ing. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez

25 de abril de 1956 - 28 de junio de 2025

Por Ever Alexis Martínez Aguilar

Mario Antonio Orellana Núñez nació un 25 de abril de 1956 en Coatepeque, Departamento de Santa Ana. Hijo de Rafael Cesar Orellana Polanco y Cristina del Carmen Núñez, fue el único varón entre 4 hijos del matrimonio.

Se graduó de Bachiller Académico del Colegio Bautista en Santa Ana (1974-1976). Se graduó como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en 1986.

Estudió el Curso de Postgrado en Nutrición Mineral y Biología Vegetal en la Universidad de Granada en España (1987). Estudió la Maestría en Ciencias Agricultura Tropical Sostenible con énfasis en Biotecnología, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica (1996-1997).

Fue docente del departamento de Fitotecnia desde 1986, como docente impartió las asignaturas de Fisiología Vegetal, Fitomejoramiento, Genética y Mejoramiento de Plantas; también colaboró en las asignaturas Botánica Agrícola, Fisiología de Cultivos, Cultivos Anuales y Seminario de Investigación tanto en grado y posgrado. Además, fue asesor y parte de tribunales evaluadores de numerosas tesis de grado y posgrado realizadas en la Facultad.

A lo largo de su vida como docente de la UES también fungió como Coordinador de la Escuela de Posgrado y Educación Continua (2015-2022), Vicedecano de la Facultad de Ciencias Agronómicas en el periodo (2007-2011), Coordinador de la Unidad de posgrado (2002-2005). Miembro Propietario de la Asamblea General Universitaria (1995). Miembro Propietario de Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Agronómicas (1993-1995). Coordinador del Laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales (1986-2000).

Gremialista, asociado activo de la Asociación de Ingenieros Agrónomos de El Salvador desde 1986 hasta 2017, fue galardonado por esta como Ingeniero Agrónomo del año 2013 por su destacada labor docente y científica.



Nota. Foto tomada de la página de Facebook 60 años  
Facultad de Ciencias Agronómicas, 2025

El Maestro Mario Orellana fue un académico admirable en la UES, las generaciones de estudiantes que pasaron por sus asignaturas lo confirman. Precursor de estudios en cultivos no convencionales como la soja y el chipilín que marcaron un hito en las investigaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Estamos seguros que su valioso legado no será olvidado, y continuará siendo honrado en todos y cada uno de los profesionales de las Ciencias Agronómicas que formó. Deja su legado científico también en esta revista como prueba de sus tesis asesoradas, con 6 publicaciones siendo el 8º máximo publicador a la fecha.

**“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”****ACCESO ABIERTO****REVISTA AGROCIENCIA**

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509  
Enero-junio 2025  
Año IX, Número 27  
pp. 40

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).





# AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

## REVISTA AGROCIENCIA

E - ISSN 2522-6509

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
Final Avenida Mártires del 30 de Julio de 1975,  
Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”,  
San Salvador, El Salvador.

TEL (503) 2225-1506, E-mail: [revista.agrociencia@ues.edu.sv](mailto:revista.agrociencia@ues.edu.sv)  
URL: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>

ISSN 2522-6509

