

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



RECOPIACIÓN DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS A PRODUCTOS
AGRÍCOLAS, GENERADAS EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERÍODO
2014-2024

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DIPLOMADO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR
MELVIN ALEXANDER CAISHPAL LAGUÁN
KARLA VERÓNICA GARCÍA CLAROS

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

JUNIO, 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORAS

LICENCIADA PATRICIA DEL ROSARIO ESCOBAR DE MURCIA

MAESTRA DELMY IDALIA HERNÁNDEZ HUEZO

TUTORA

MAESTRA ROCÍO RUANO DE SANDOVAL

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por habernos dado fortaleza y sabiduría a lo largo de toda nuestra carrera y por haber guiado nuestros pasos en la realización de este trabajo. Su presencia ha sido un faro de luz en los momentos de dificultad.

A nuestras familias por todo el cariño apoyo y comprensión que nos brindaron durante nuestra formación profesional, gracias por todos sus sacrificios. A nuestros amigos y compañeros, por su colaboración, comprensión y por compartir este proceso tan significativo.

A todos los docentes, personal de laboratorio y de biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, porque en el transcurso de la carrera fueron parte importante.

A lo largo de este proceso, hemos recibido un gran apoyo de muchas personas y entidades que han sido clave en la culminación de esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A la institución educativa, por brindarnos las herramientas necesarias para alcanzar esta meta y por ofrecer un ambiente de aprendizaje que me permitió crecer tanto profesional como personalmente.

Finalmente, a todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido con su apoyo, paciencia y aliento en este proceso, muchas gracias.

Melvin Alexander Caishpal Laguán.

Karla Verónica García Claros.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por haberme dado la fortaleza, sabiduría y guiado mis pasos para culminar mis metas.

A mis padres: Miguel Francisco Caishpal Morán y Lucía Laguán López, por ser parte importante de mi vida, haberme dado su ejemplo, sacrificios, apoyo incondicional, fuerzas y amor para poder terminar mi carrera.

A mis primos porque no sé qué hubiese hecho sin ellas, son parte importante de este trabajo, mi carrera y mi vida, Diana, Kevin, Gerson, Noemi y Guadalupe por ser la alegría de mi familia.

A toda mi inmensa familia, tíos, tías, abuelos, primos que de una forma u otra fueron un apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis amigos y amigas que son fundamentales en la vida y amigos de verdad.

A ti mi querida esposa Tatiana Jamileth Morales por ser parte importante en mi vida y por su apoyo incondicional.

A todos los Docentes por darme los conocimientos necesarios para culminar mi carrera.

Melvin Alexander Caishpal Laguán

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios que ha sido mi guía y fortaleza. Gracias por darme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para llegar hasta aquí. Sin Tu ayuda constante y Tus bendiciones, este sueño no habría sido posible.

A ti, mi futuro esposo, Jorge Luis Lau, gracias por estar a mi lado en cada paso de este proceso. Tu amor incondicional, tu motivación constante y tus palabras de aliento han sido fundamentales para llegar hasta aquí. Te dedico este logro con todo mi corazón y amor, porque sin ti, este éxito no habría sido el mismo. Gracias por ser mi compañero, mi amigo y mi mayor fuente de inspiración, Mi hija, mi tesoro más grande, gracias por ser mi fuente de inspiración y por darme el empuje necesario para superar cada desafío.

A mi querida madre, Sonia Isabel Claros, te agradezco profundamente por tu apoyo incondicional, por mantenerme siempre en el camino correcto y por ayudarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba.

A mi querido padre, José Rolando García, que en paz descansa. Esta tesis está dedicada a ti, quien siempre fuiste mi mayor ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor incondicional. Aunque ya no estás físicamente a mi lado, tu presencia sigue guiando mis pasos y tu legado vive en cada logro que consigo. Gracias por todo lo que me enseñaste, por tu apoyo y por ser la base sobre la que construí mi vida.

A ti, Leticia, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento por todo el cariño, cuidado y dedicación que le has brindado a mi hija. Has sido mucho más que una niñera; eres una persona muy especial que contribuye a su bienestar y desarrollo. Este logro también es gracias a ti, porque me has permitido enfocarme en mis metas mientras tú cuidabas de lo más importante para mí. Así mismo, a mis compañeros de trabajo y a la empresa en la que laboraba, por su comprensión y paciencia, permitiéndome equilibrar mis responsabilidades profesionales y académicas para lograr esta meta.

Karla Verónica García Claros.

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS

GLOSARIO

RESUMEN

CAPÍTULO I

1.0 **Error! Bookmark not defined.**

CAPÍTULO II

2.0 22

CAPÍTULO III

3.0 24

3.1 24

3.1.1 Agricultura 25

3.1.2 Situación actual de la agricultura en El Salvador 27

3.2 27

3.3 27

3.4 28

3.5 28

3.6 29

3.7 30

3.8 32

3.9 32

3.10 La innovación en el sector agrícola, nuestro pilar fundamental 34

3.11 35

3.12 El Sistema Bibliotecario Central de la Universidad de El Salvador 36

3.13 35

3.14 36

3.15 36

CAPÍTULO IV

4.0 39

4.1 39

4.2 Investigación Bibliográfica. 40

4.3. Sistematización de trabajos de investigación. 41

4.4 Breve resumen analítico de los trabajos de investigación productos agrícolas 47

4.5 RESUMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA 49

4.6 RESUMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS 105

4.7 RESUMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS 161

4.8 RESUMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS 171

4.9 RESUMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 179

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES 189

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES 192

REFERENCIAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág N°
1.	Plantilla de sistematización de clasificación por facultad de investigación	41
2.	Recopilación de todos los trabajos de productos agrícolas ordenados por Facultad y por año de forma descendente de la Universidad de El Salvador en el periodo 2014-2024	41
3.	Recopilación de los trabajos seleccionados de Productos agrícolas ordenados por Facultad y por año de forma descendente de la Universidad de El Salvador en el periodo 2014-2024.	46
4.	Clasificación de investigaciones según tipo de producto agrícola.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Guía detallada para la búsqueda de investigaciones en el repositorio institucional de la Universidad de El Salvador

ABREVIATURAS.

μL: microlitro

μM: micromoles

ANOVA: Análisis de la Varianza

ATCC: American Type Culture Collection, Colección de Cultivos de Tipo americano.

°C: Grados Celsius.

CBM, CMB: Concentración Bactericida Mínima

CIM: Concentración Inhibitoria Mínima

CSC: Consejo Salvadoreño de Café

CT: Carbonos totales

DCA: Diseño Completamente al Azar

DPPH: difenil-1-picril hidrazilo

EAA: Espectrometría de Absorción Atómica

EDTA: Ácido etilendiaminotetraacético

EMB: Eosina-Azul de Metileno

FAO: Food and Agriculture Organization, "Organización para la Agricultura y la Alimentación".

FDA: "Food and Drug Administration" Administración de Alimentos y Medicamentos

g: gramos

HPLC-DAD: Cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos

Hz: hertz

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

INCI: Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos

JECFA: Normativa del Comité Mixto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS) de Expertos en Aditivos Alimentarios.

Kg: kilogramo

L: Litro

LIPN: Laboratorio de Investigación en Productos Naturales

LSD: Least Significant Difference, mínima diferencia significativa.

m: Metros

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Mcg: Microgramos

mg: miligramo

mL: mililitro

MH: Mueller Hinton

NaOH: Hidróxido de sodio

nm: nanómetro

NSO: Notificación Sanitaria Obligatoria

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

NT: Nitrógenos totales

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OTA: Ocratoxina A

Ph: potencial de hidrogeno

ppb: Partes por billón

ppm: Partes por millón

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano

TSI: Tarjeta Sanitaria Individual

UE: Unión Europea

UFC: Unidad Formadora de Colonias

UV-VIS: Ultravioleta-visible

W/O: emulsión agua en aceite

GLOSARIO

Acidez titulable: es la cantidad de protones libres y ácidos no disociados que hay en una solución. Se mide en términos de la cantidad de hidróxido de sodio que se necesita para neutralizar la acidez de una muestra. ⁽⁴³⁾

Actividad antioxidante: capacidad de una sustancia para neutralizar los radicales libres, moléculas inestables que pueden dañar las células. ⁽³⁷⁾

Agricultura: es el conjunto de actividades que implican cultivar la tierra para producir alimentos. Incluye el tratamiento del suelo, el desarrollo de las cosechas, y la cría de ganado. ⁽²²⁾

Antioxidante: son sustancias naturales o fabricadas por el hombre que pueden prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células. ⁽³⁵⁾

Cafeína: es una sustancia estimulante que se encuentra en el café, el té, las bebidas energéticas, y muchos otros alimentos y medicamentos. ⁽²⁴⁾

Características físico-químicas: son las propiedades físicas y químicas de una sustancia, las cuales definen su comportamiento. ⁽⁴¹⁾

Crema cosmética: es una emulsión de agua y ciertas grasas, que generalmente incluyen cera de abejas y varios agentes aromáticos, diseñada para suavizar la piel y eliminar el maquillaje. ⁽⁴⁷⁾

Cromatografía: es esencialmente un método físico de separación en el que los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una inmóvil (lecho estacionario), y otra móvil (fase móvil) la cual percola a través de la primera. ⁽²⁶⁾

Conductividad eléctrica (CE): Medida de la capacidad de una solución para conducir electricidad, expresada en milisiemens por centímetro (mS/cm). Se utiliza para evaluar la concentración de sales disueltas en soluciones nutritivas. ⁽⁶¹⁾

Cuantificación: es el acto de contar y medir que mapea las observaciones de los sentidos humanos y las experiencias en cantidades. ⁽⁶²⁾

Curva de calibración: es una gráfica que muestra la relación entre la concentración de una sustancia y la respuesta de un instrumento de medición. Se utiliza para determinar la concentración de una sustancia desconocida en una muestra. ⁽³⁹⁾

Densidad de siembra: Número de plantas sembradas en una unidad de superficie, expresada en plantas por metro cuadrado (m²). ⁽⁶³⁾

Destilación: es un proceso que separa los componentes de una mezcla líquida calentando la mezcla hasta que sus componentes más volátiles se evaporan, y luego enfriando el vapor para recuperarlos en forma líquida. ⁽³³⁾

Desviación estándar: es una medida estadística que indica la dispersión de un conjunto de datos.
Estudio bibliográfico: es una investigación que se basa en la consulta de fuentes de información para estudiar un tema. ⁽³⁴⁾

Escoria volcánica: Material de origen volcánico utilizado como sustrato en cultivos hidropónicos debido a su capacidad de drenaje y aireación. ⁽⁶⁴⁾

Extracto: es una sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua. ⁽⁴⁸⁾

Fertirrigación: Técnica de aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego para nutrir las plantas de manera eficiente. ⁽⁶⁵⁾

Fibra de coco: Material orgánico utilizado como sustrato en cultivos hidropónicos debido a su capacidad de retención de humedad y aireación. ⁽⁶⁶⁾

Hidroponía: Método de cultivo sin suelo, en el que las plantas reciben los nutrientes a través de soluciones acuosas. (67)

Información: es un conjunto organizado de datos relevantes para uno o más sujetos que extraen de él un conocimiento. (68)

Instrumentos de investigación: son las herramientas que se usan para recopilar información y analizarla. Son una parte fundamental del proceso de investigación científica. (29)

Investigación bibliográfica: es una técnica de investigación que consiste en buscar, recopilar, organizar y analizar información ya publicada sobre un tema. Es una etapa fundamental de la investigación científica. (20)

Invernadero: Estructura cerrada cubierta con materiales transparentes que permite modificar el microclima para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas. (69)

Linealidad: es una propiedad de las ecuaciones diferenciales que rigen muchos sistemas. (31)

Medio ambiente: es el espacio donde se desarrolla la vida, y está formado por seres vivos, elementos sin vida y elementos artificiales. (32)

Metabolitos secundarios: son sustancias químicas que las plantas producen para defenderse y adaptarse a su entorno. Son compuestos naturales que no son esenciales para la vida de las plantas. (23)

Métodos analíticos: son procedimientos que descomponen un todo en sus partes para estudiar sus causas, naturaleza y efectos. (21)

Mezcla hidroalcohólica: es una solución líquida que contiene alcohol y agua en diferentes proporciones. (36)

Microorganismos: son seres vivos microscópicos que incluyen bacterias, protozoos, algas y hongos. (44)

Morfología: Ciencia de la forma y la estructura de los organismos (plantas, animales y otras formas de vida).(45)

Minitubérculo: Pequeño tubérculo producido en condiciones controladas y utilizado como semilla para la producción de papa. (70)

Parámetros de calidad: son características medibles que permiten evaluar la calidad de un producto, servicio o proceso. (42)

Parámetros microbiológicos: son mediciones que permiten controlar y evaluar la presencia de microorganismos y sus toxinas. (50)

Parámetros organolépticos: son las características de un producto que se perciben con los sentidos, como su olor, color, sabor y textura. (49)

Proceso de maduración: Es un proceso de cambios lentos que ocurre en frutas, verduras, carnes y quesos. (40)

Productividad: es la capacidad de generar bienes o servicios en un periodo de tiempo determinado. (71)

Productos agrícolas: son los bienes que se obtienen de la agricultura, que puede ser de cultivo o acuicultura. Entre ellos se encuentran los granos, los frutos, las hortalizas, los cultivos industriales, los pastos, y más. (17)

Productos fitoterapéuticos: son preparaciones que consisten en una mezcla compleja de uno o más materiales vegetales. (27)

pH (Potencial de Hidrógeno): Medida de acidez o alcalinidad de una solución. En cultivos hidropónicos, se mantiene dentro de un rango óptimo para garantizar la disponibilidad de nutrientes. (72)

Recolección de muestra: es un procedimiento que consiste en obtener fluidos o tejidos para analizarlos en un laboratorio. (28)

Recopilación: Compendio, resumen o reducción breve de una obra o un discurso. (16)

Sistematización: es el proceso de organizar, ordenar, y estructurar algo de acuerdo a un sistema. Sólidos solubles totales: son la cantidad de sustancias disueltas en un líquido, como el agua o la pulpa de una fruta. (18)

Solvente acuoso: es agua que actúa como disolvente en una solución. Se le llama acuoso a todo sistema que involucra agua, ya sea una solución o una mezcla. (38)

Solventes de extracción: son sustancias que se usan para separar, purificar o concentrar compuestos de interés. (25)

Sustrato: Material sólido que reemplaza al suelo en cultivos hidropónicos y permite el anclaje de las raíces. Puede ser de origen orgánico (fibra de coco, cascarilla de arroz) o inorgánico (piedra pómez, escoria volcánica). (73)

Temperatura ambiente: es la temperatura del aire en un lugar, ya sea interior o exterior. Se mide en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F). (46)

Tuberización: Proceso de formación de tubérculos en la papa, influenciado por factores ambientales como temperatura, fotoperiodo y disponibilidad de nutrientes. (74)

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la recopilación y sistematización de trabajos de investigación de pregrado, de carácter teórico-científico, relacionados con la temática de productos agrícolas, realizadas y almacenadas en el Sistema Bibliotecario Central de la Universidad de El Salvador, durante el período de 2014 a 2024. La finalidad principal de esta recopilación es facilitar el acceso a estos trabajos, organizando la bibliografía de manera eficiente para que aquellos que necesiten consultar esta información puedan hacerlo de forma más ágil.

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica para recolectar los trabajos de investigación de pregrado relacionados con productos agrícolas, obteniéndose un total de 54 ejemplares. Posteriormente, se realizó una selección de tesis de investigación, en la que presentan una fuente de información muy importante para generar un valor agregado a los estudios que se pueden realizar en los diferentes tipos de productos agrícolas. El número final de trabajos seleccionados fue 15, los cuales fueron clasificados en una plantilla de sistematización, ordenada según el título, facultad, autores, año y link de la tesis.

En la Facultad de Química y Farmacia se identificaron 13 investigaciones relacionadas con la temática, mientras que en la Facultad de Ciencias Agronómicas se recopilaron 22 trabajos, en la Facultad de Ciencias económicas se recopilaron 10 trabajos. Además, se incluyó la información de otras facultades, elaborando una matriz de resúmenes de los trabajos de investigación de pregrado.

Se concluye y se destaca que la Universidad de El Salvador realiza una investigación diversa en el ámbito de los productos agrícolas.

Se recomienda incentivar a la comunidad estudiantil a realizar investigaciones sobre productos agrícolas que contribuyan con la implementación de nuevos métodos para mejorar e incrementar la calidad de las cosechas de los productos.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El sector agrícola desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico, social y ambiental de los países, y su estudio y mejora continúan siendo de gran importancia para la sostenibilidad de las comunidades. En este contexto, la Universidad de El Salvador (UES) ha contribuido significativamente a la generación de conocimiento sobre productos agrícolas, promoviendo la investigación en diversas áreas que abarcan desde la mejora de cultivos hasta la optimización de procesos relacionados con estos productos.

El presente trabajo tiene como propósito realizar una recopilación de los trabajos teórico-científicos relacionados con productos agrícolas, generados dentro del ámbito académico de la Universidad de El Salvador, específicamente en el período comprendido entre los años 2014 y 2024. Este lapso de tiempo ha sido seleccionado con el fin de abarcar una década de investigaciones que reflejan el crecimiento y la evolución de este campo de estudio en la institución.

El objetivo principal de esta recopilación es sistematizar y clasificar la bibliografía relacionada con productos agrícolas, organizándose en diversas temáticas para facilitar el acceso y la búsqueda de la información a los investigadores, estudiantes y profesionales interesados. Además, se incluyen resúmenes de las investigaciones realizadas en la Facultad de Química y Farmacia, así como una muestra representativa de los resúmenes provenientes de diferentes facultades de la UES.

Este trabajo no solo busca ser una referencia útil para quienes necesiten consultar investigaciones previas, sino también sentar las bases para futuras recopilaciones de carácter investigativo. Se espera que esta recopilación contribuya a dar visibilidad a la labor investigativa de la Universidad de El Salvador en el campo de los productos agrícolas, promoviendo el uso de este conocimiento para mejorar tanto el sector agrícola como el bienestar de la población en general.

El periodo de tiempo en el cual se realizó este trabajo de recopilación de investigaciones fue de aproximadamente 3 meses.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERAL

2.1.1. Recopilar las investigaciones relacionadas a productos agrícolas, generadas en las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador en el periodo 2014-2024.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

2.2.1 Seleccionar información bibliográfica de todos aquellos trabajos de Investigación teórico-científico referente a la temática de Productos agrícolas, tomando como base trabajos realizados en el periodo de 2014-2024.

2.2.2. Recolectar las investigaciones realizadas en modalidad de procesos de grado, relacionadas al tema productos agrícolas realizadas en las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador durante el periodo 2014-2024.

2.2.3. Elaborar una plantilla ordenada de acuerdo a la Facultad y año en que fue presentada, que facilite la búsqueda de la bibliografía recopilada, tanto para estudiantes, docentes, instituciones y organismos que deseen consultarla.

2.2.4. Publicarlo y darlo a conocer a nivel institucional.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Marco histórico

3.1.1 Agricultura

Los alimentos son la contribución fundamental que el sector le puede proveer al territorio salvadoreño; el hombre depende de la agricultura para casi todo suministro por las materias primas que ésta aporta, aunque algunas de estas para la industria se sintetizan de forma artificial y compiten con productos agrícolas.

El carácter biológico de la producción agrícola se opone a las retenciones a corto plazo, al igual que la mayoría de las economías garantiza el suministro energético en la alimentación humana gracias a la obtención de una variedad de cultivos, de esta manera cuando el alimento para el hombre tienda a escasear es posible derivar comestibles animales.

La agricultura es el mayor contribuyente al Producto Interno Bruto (PIB), con un 27% y le siguen en importancia el comercio y la industria manufacturera, con el 22% y el 19% respectivamente. Esta proporción, que entre los tres sectores mencionados alcanza casi a un 70% no ha variado mayormente en los últimos 10 años. ⁽⁵¹⁾

La importancia del sector no se debe exclusivamente al hecho de que contribuye al PIB, sino que absorbe y emplea la mayor proporción de mano de obra. Otro aspecto sobresaliente es que aporta alrededor del 65% en la exportación de productos, y en consecuencia es la forma de proporcionar divisas para el país.

A través de la historia, la actividad agrícola ha desempeñado un papel fundamental en la economía de El Salvador, debido a su aporte al Producto Interno Bruto (PIB), en donde las exportaciones de productos agrícolas hace algunas décadas (café, algodón, maíz, caña de azúcar), representaban una fuente importante de ingresos para el país, y de generación de empleos principalmente en el área rural. Con la invención de los colorantes artificiales a fines del siglo XIX se derribaron los precios del añil, principal producto de exportación de El Salvador en esa época. El café se

transformó como el producto sustituto a exportar. La gran necesidad de tierras que provocó esta producción hizo que la revolución liberal de 1880, expulsara a miles de campesinos de sus tierras comunales generando así la clase obrera rural y, por consiguiente, un alto grado de conflictividad en el campo. Más tarde la oligarquía cafetalera se consolidó como clase dominante; a partir de 1980 el país entra en un conflicto que duró 12 años, y culminó en 1992 con la firma de los Acuerdos de Paz. La agricultura desde entonces perdió importancia en nuestro país, al cambiar el modelo agro-exportador por un modelo basado en la industria y el consumo masivo de la población que se concentró en las zonas urbanas del país; a lo largo de la historia de El Salvador, el sector agrícola ha ejercido un aporte primordial en el desarrollo económico del país, fundamentado por el cultivo de productos primarios de exportación. (51)

En los años 70 El Salvador era de los mayores productores de café y tenía la cosecha de granos básicos más grande de la región; también cultivaban frutas y eran el mayor exportador regional de melón. Pero todo eso fue disminuyendo hasta llegar a una producción agrícola mucho menor en la actualidad, según datos del MAG. Esta decadencia de la agricultura salvadoreña ha tenido dramáticas consecuencias económicas, sociales y ambientales para el país centroamericano (por ejemplo, casi tres millones de salvadoreños migraron y están viviendo en USA por la falta de condiciones adecuadas en el sector rural salvadoreño, los cuales se estima que envían entre 5.000 y 6.000 millones de dólares anuales en forma de remesas). Antes de la pandemia de COVID-19 ya se importaban el 80% de los alimentos que se consumen en el país, por lo que existe una situación de extrema vulnerabilidad en relación a garantizar la seguridad alimentaria. Por esos motivos en 2020-2021 ya se está implementando el Plan Maestro de Rescate Agropecuario, que mejorará el sector en los próximos años. (52)

En términos de productos, el sector está relativamente diversificado e incluye la producción de granos básicos (en particular maíz, sorgo, frijoles y arroz), exportaciones tradicionales (café y azúcar), así como productos ganaderos como leche y aves de corral. (52)

El café es el principal generador de empleos en la zona rural de El Salvador y representa una actividad económica estratégica para el país. El Ministro de Agricultura

y Ganadería anunció en mayo de 2021 que se financiará la renovación del 33 % del parque cafetalero salvadoreño con un crédito del Banco Interamericano de Desarrollo, para reactivar el sector, por lo que el gobierno espera beneficiar a 8.000 productores de café. Durante las últimas décadas, el sector cafetalero salvadoreño ha sufrido crisis recurrentes derivadas de los bajos precios en el mercado internacional, elevados endeudamientos y la falta de renovación (precisamente causada por los primeros dos factores mencionados). ⁽⁵²⁾

3.1.2 Situación actual de la agricultura en El Salvador

La actividad agrícola de nuestro país se caracteriza por un cúmulo de pequeñas empresas familiares. Existe una gran cantidad de explotaciones de dimensiones medias, las que en su gran mayoría son empresas familiares cerradas. “Dentro de los principales cultivos alimenticios están el maíz, frijol y arroz; y como cultivos comerciales el café, caña de azúcar y en el área pecuaria, la comercialización de ganado.” “En la actualidad se están impulsando planes para su reactivación a través de la diversificación de la actividad agrícola promoviendo la producción de cultivos alternativos como la cebolla blanca, el cacao”, “el loroco y diversas clases de frutas” y el algodón que ya existía como importante cultivo hace algunas décadas. ⁽⁵²⁾

Los últimos 15 años han sido muy turbulentos para la agricultura en El Salvador: reformas agrarias (varias veces), nacionalización del crédito, nacionalización de la industria agropecuaria de exportación y los 12 años de guerra civil que destruyó mucho de la infraestructura y desplazó a cerca del 20% de la población. Durante los años ochenta, la producción agropecuaria declinó seriamente. Los cultivos comerciales fueron los más afectados (tanto porque fueron un blanco muy vulnerable para sabotajes, así como por haber sido el objeto de reformas agrarias). La producción del café bajó a la mitad y la del algodón, que alguna vez fuera el segundo cultivo de exportación, virtualmente desapareció.

Con el retorno de la paz, en general la producción de todos los rubros se ha recuperado y aún ha excedido los niveles de producción previos a la guerra; con

excepción del algodón, que se mantiene en cerca del 5% de los niveles anteriores. Desde 1992, El Salvador ha sido autosuficiente en granos básicos. (52)

3.2 La política agrícola

Dada la diversidad de las políticas agrícolas, resulta útil analizarlas desde el punto de vista de los requerimientos del productor, éstos necesitan tres elementos básicos: incentivos adecuados para producir, una base de recursos segura (tierra agrícola, agua) y acceso a los mercados de insumos y productos, incluyendo la tecnología. En el caso de los países en desarrollo, la aplicación de estas políticas ha conducido a la utilización de políticas macroeconómicas y sectoriales que buscan aparentemente beneficiar la agricultura. (53)

El sector agrícola es la fuente principal de ingreso y empleo en el medio rural; de hecho, en los países más pobres es a menudo la mayor fuente de empleo de toda su economía. Y para poder cumplir los objetivos es importante desarrollar el crecimiento de este sector, que es uno de los caminos para reducir la pobreza, tanto en las zonas rurales como en las urbanas

3.3 Objetivos y principios de la política agrícola.

Los objetivos de una política agrícola son múltiples, diversos, los cuales pueden variar año con año dependiendo de contingencias climáticas, variaciones en los precios internacionales, condiciones de demanda en el mercado interno, entre otros. Sin embargo, el objetivo general de una política agrícola debería ser el de contribuir al desarrollo agrícola, el cual no solo repercutiría en el crecimiento de toda la economía, sino también en la población rural ocupada en este sector. Se plantea que la forma en que la agricultura apoya al desarrollo humano es asegurando la nutrición de la población en las zonas rurales, por medio del aumento en la producción, y más específicamente de alimentos básicos y otras necesidades materiales básicas sean satisfechas en las zonas rurales, y contribuyendo indirectamente a la satisfacción de esas necesidades en el medio urbano. (53)

3.4 Uso del suelo en El Salvador.

El suelo es el recurso natural más básico y elemental, por ser la base principal para las actividades agrícolas. A nivel nacional, el territorio salvadoreño dispone aproximadamente de 2,000,000 has, de las cuales 865,180 has. tienen uso agrícola, 823,491 has. uso pecuario y 256,011 has. uso forestal (Guzmán, 2005, pág. 59). En el mapa del uso de suelo en El Salvador (ver anexo 7.) se aprecia el uso del suelo dedicado al sector agrícola es lo que se presenta de color amarillo, para los cultivos de granos básicos de color gris. Además, del cultivo de caña de azúcar que está representado por el color menta.

Uno de los problemas en los cultivos agrícolas es la degradación del suelo, dado que este inicia desde la elección del suelo para llevar a cabo la siembra. Los daños más severos ocurren en aquellos terrenos con cultivos anuales, que dejan la superficie del suelo sin vegetación, durante un largo período del año, y aquellos suelos con pendientes prolongadas. Según el MARN, algunas causas que originan la degradación de los suelos son: la elevada densidad demográfica, que provoca una fuerte presión sobre el recurso suelo, buscando su aprovechamiento (asentamientos, agricultura, ganadería, infraestructura); la ausencia de una acción legal e institucional suficientemente eficaz; la insuficiente investigación; el bajo nivel formativo de los agricultores, y las familias que viven en el campo, etc.

En cuanto a la calidad del recurso tierra, debido a la poca cobertura boscosa y la falta de prácticas conservacionistas de cultivación de tierras, la degradación de los suelos presenta un desafío enorme para la productividad futura del sector agrícola. Aproximadamente el 45% de todos los suelos y el 75% de los suelos de clase III a VII presentan condiciones de erosión severa. (53)

3.5 Definición de Productos Agrícolas

Los productos agrícolas son aquellos bienes obtenidos de la agricultura, que incluyen cultivos de todo tipo (frutas, verduras, cereales, tubérculos, etc.), así como productos derivados de la agricultura como el azúcar, aceite, productos lácteos, entre otros. Estos productos son fundamentales para la seguridad alimentaria, la economía y

el desarrollo rural. La producción agrícola tiene un impacto directo en la calidad de vida de las personas, especialmente en las zonas rurales, ya que sustenta tanto la alimentación como el ingreso de muchas familias. ⁽⁵⁴⁾

3.6 Clasificación de los tipos cultivo de productos agrícolas.

La clasificación de los diferentes tipos de cultivos por especie es uno de los sistemas de clasificación más populares utilizados por muchas agencias estatales relacionadas con la agricultura, posiblemente como una forma de facilitar la consolidación, intercambio y comparación de estadísticas agrícolas. Este tipo de clasificación es utilizada por muchos países para monitorizar la producción agrícola.

Esta clasificación se basa en agrupar los cultivos según la especie cultivada:

- Cereales. Son cultivos pertenecientes a la familia Poaceae o Gramíneas que normalmente se explotan en grandes extensiones y cuyos granos se caracterizan por su alto contenido en carbohidratos. Generalmente ese tipo de cultivo tiene un uso agroindustrial. Ejemplos: maíz, arroz o sorgo. ⁽⁵⁴⁾

- Leguminosas. Este tipo de cultivos pertenecen a la familia Fabaceae o Leguminosae que normalmente se explotan en grandes extensiones y cuyos granos se caracterizan por su alto contenido en proteínas. Generalmente se usan para consumo directo (no sufren un procesamiento agroindustrial). Ejemplos: caraota, frijol, quinchoncho.

- Oleaginosas. Son cultivos mayoritariamente de ciclo corto, pertenecientes a varias familias taxonómicas que normalmente se explotan en grandes extensiones y de cuyos granos se extrae aceites. Este tipo tiene un uso exclusivamente agroindustrial. Ejemplos de ciclo corto: soja, girasol, ajonjolí; de ciclo largo: palma aceitera.

- Hortalizas. Este tipo de cultivo es mayoritariamente de ciclo corto, perteneciente a muchas familias taxonómicas, generalmente explotados en pequeñas superficies y que se comercializan para el consumo fresco de alguno de sus órganos (raíz, tallo, hoja, inflorescencia, fruto) que presentan un alto contenido de vitaminas,

minerales y fibra. El cultivo de brócoli, tomate, pimiento, lechuga o zanahoria destaca en esta familia de cultivos. ⁽⁵⁴⁾

- Frutales. Son cultivos mayoritariamente de ciclo largo, pertenecientes a muchas familias taxonómicas, generalmente explotados en grandes superficies y que se comercializan para el consumo fresco de sus frutos con alto contenido de vitaminas, minerales y fibra. Algunas especies de este tipo se utilizan para producción agroindustrial. Ejemplos: naranja, mango, aguacate, parchita, cambur, piña.

- Ornamentales. Este tipo de cultivos se utilizan para la decoración y no son comercializados para la alimentación. Algunas son de ciclo corto y otras de ciclo largo. Mientras algunas se comercializan por sus flores, otras lo hacen por su follaje.

- Raíces y tubérculos Son cultivos mayoritariamente de ciclo corto, algunos de agricultura intensiva y extensiva, que se comercializan para el consumo de sus raíces y tallos de alto contenido de carbohidratos. Ejemplos: papa, yuca, ocumo, ñame.

- Cultivos para bebidas medicinales y aromáticas. Son especies cultivadas para obtener de ellas órganos vegetales que posteriormente se utilizan en infusiones, siendo la infusión un tipo de bebida obtenida a partir de la introducción de órganos vegetales en agua hirviendo. Es un grupo altamente variable en cuanto al ciclo de cultivo y al nivel de producción. Ejemplo: té, café, manzanilla, malojillo, menta, etc.

- También se denominan cultivos comerciales. El cultivo de tabaco, algodón, yute, caña de azúcar, remolacha azucarera, café, té, coco o soja genera grandes ingresos a los agricultores de todo el mundo. El café podría clasificarse en Frutales o cultivos para bebidas medicinales y aromáticas, mientras el cacao podría encontrarse en Frutales. ⁽⁵⁴⁾

3.7 La importancia de la investigación en Productos Agrícolas

La investigación científica en productos agrícolas es esencial para el avance del sector agrícola. A través de investigaciones académicas, se pueden encontrar soluciones a problemas clave como plagas, enfermedades, uso eficiente del agua, y la mejora genética de los cultivos. Las investigaciones realizadas en universidades y centros de

investigación son fundamentales para el desarrollo de políticas públicas que favorezcan la sostenibilidad agrícola y el desarrollo de nuevas tecnologías para aumentar la productividad y resiliencia de los cultivos. (55)

La investigación agrícola es esencial para lograr el desarrollo agrícola sostenible e inclusivo, ya que permite la aparición de nuevas tecnologías y la elaboración de políticas más favorables, que son fundamentales para los agricultores en pequeña escala que se enfrentan a los problemas interconectados del cambio climático, la degradación de la tierra, los prejuicios sexistas, el hambre y la explotación.

A pesar de ello, la relación entre la investigación agrícola y el desarrollo agrícola es débil en muchos países en los que trabaja el FIDA debido a la falta de capacidad institucional, de un entorno favorable y de inversiones suficientes.

La iniciativa del FIDA sobre investigación agrícola para el desarrollo apoya lo siguiente:

- La creación de tecnologías que favorezcan a la población pobre;
- La promoción del intercambio de conocimientos y la documentación de los resultados de la investigación;
- El establecimiento de asociaciones entre las instituciones que se dedican específicamente a la investigación y las que trabajan en otros ámbitos del desarrollo;
- La mejora de las relaciones entre las instituciones de investigación y los programas de seguridad alimentaria;
- La generación de datos que pongan de manifiesto la eficacia de los nuevos enfoques dirigidos a aumentar la productividad, la seguridad alimentaria y la resiliencia, con el objetivo de orientar las decisiones en materia de políticas.

El objetivo de la investigación agrícola para el desarrollo es mejorar la resiliencia, los medios de vida y la seguridad alimentaria de los agricultores en pequeña escala de las comunidades rurales, en particular jóvenes y mujeres. (55)

3.8 Demanda de productos de la investigación agrícola

Muchos de los productos de la investigación agrícola que podrían causar mayor impacto en los países en desarrollo no son vendibles a precios que compensen los costos de la investigación. Las razones principales son las siguientes:

- Pueden ser fácilmente reproducidos por los usuarios a bajo costo, si bien con calidad inferior. Por ejemplo, las semillas y plantas libres de patógenos.
- El conocimiento puede ser transmitido por los agricultores mediante intercambios informales de conocimientos y experiencias (diseminación de prácticas agrícolas innovadoras).
- Pueden ser fácilmente replicados por imitación; v.g. las herramientas agrícolas sencillas.
- Su utilización está íntimamente vinculada al entrenamiento y a la extensión; por ejemplo, el control biológico de plagas.
- El mercado potencial es demasiado pequeño. Esto es particularmente cierto para las innovaciones que sólo son adecuadas a zonas agroecológicas específicas y/o en cultivos o especies animales sin importancia comercial.
- Los agricultores no tienen suficiente acceso al financiamiento que les permita adquirir las innovaciones. ⁽⁵⁶⁾

3.9 I+D+i y La importancia en el sector agrícola.

Investigación, desarrollo e innovación, ese es el significado de I+D+i, un concepto relativamente nuevo que implica un avance investigativo y científico centrado en el desarrollo de la sociedad. Término que en agricultura cobra una especial relevancia porque permite un aumento en la producción a través de la investigación y optimización tecnológica.

La investigación científica es esencial para poder aumentar la productividad, pero al mismo tiempo, permite una mejora en la calidad de los productos agroalimentarios y favorece la obtención de alimentos más saludables.

Las nuevas tecnologías aplicadas en el sector agrícola desarrolladas sobre la base de la investigación científica son esenciales para elevar la productividad sin dejar de mantener e incluso mejorar la sostenibilidad de los recursos naturales y el medio ambiente. Asimismo, la mejora de la calidad de productos agroalimentarios centra muchas de las investigaciones realizadas en la actualidad, encaminadas a la obtención de alimentos más saludables para una población cada vez más preocupada por su salud. Estos beneficios para la sociedad derivados de la investigación agrícola parecen estar haciendo mella en las instituciones, cada vez más propensas a realizar inversiones y promover incentivos relacionados con la I+D+i.

Se prevé que en este año 2025 lleguemos a ser 8,300 millones de personas en nuestro planeta. Alimentarlos a todos supondrá un enorme esfuerzo en la producción de alimentos y, en este sentido, la innovación en el sector agrícola se hace totalmente necesaria para aumentar la productividad.

Se calcula, que el empleo del I+D+i en la agricultura ha contribuido a incrementar un 80 % la producción mundial, por lo que las nuevas tecnologías en este sector son esenciales para su desarrollo, sin dejar de lado la sostenibilidad del medio ambiente y de sus recursos naturales. ⁽⁵⁷⁾

3.10 La innovación en el sector agrícola, nuestro pilar fundamental

Son cuatro las áreas donde desarrollamos la innovación en el sector agrícola, gracias a nuestro departamento de I+D+i:

- Área de mejora genética.
- Gestión y uso sostenible de recursos.
- Agrotecnología.
- Biodiversidad y economía circular.

Área de mejora genética

La mejora genética consiste en aplicar a los cultivos mecanismos propios para que sean capaces de defenderse de las amenazas sin necesidad de emplear agentes

externos. Se los dota de resistencia a enfermedades y plagas, así como a otros aspectos como pueden ser la protección por temperaturas extremas, sequía o adaptación a la salinidad.

Se basa en la modificación del genoma de una especie para poder adaptarla a unas ciertas necesidades. (58)

Gestión y uso sostenible de recursos

La agricultura sostenible la entendemos como un sistema de prácticas ecológico, amparado en investigaciones científicas, mediante el cual es posible la producción de alimentos saludables con prácticas respetuosas para el agua, el aire y el suelo.

Este concepto ha cobrado una gran importancia en la agricultura, ya que permite satisfacer las necesidades de los consumidores permitiendo una alimentación saludable gracias a aplicar varios principios básicos. Entre ellos están la mejora de la calidad del medioambiente, un uso eficiente del campo y la preservación de los recursos naturales. Todo ello sin olvidar una mejora en la calidad de vida del agricultor ni el desarrollo económico rural.

La agrotecnología

La agrotecnología podemos definirla como la tecnología aplicada a la agricultura. Esto permite tener terrenos más productivos y, por lo tanto, cosechas más rentables. Dentro de la innovación en el sector agrícola destaca el uso de herramientas basadas en software capaces de obtener datos que optimizan los cultivos o de obtener siembras más eficientes.

Biodiversidad y economía circular

Todo lo anterior no tendría sentido si para desarrollar los diferentes tipos de cultivo, no utilizáramos las herramientas necesarias para obtener una reutilización o reciclaje de recursos, para conseguir minimizar el impacto ambiental en nuestro ecosistema. Esto es lo que se entiende como agricultura circular, y está basada en el aprovechamiento tanto en el agua para el riego de cultivos como en el empleo de

residuos orgánicos o inorgánicos, como plásticos o envases, así como en el uso de las energías renovables. (58)

3.11 Aplicaciones de la Química en Agricultura

Las aportaciones de la Química al mundo de la Agricultura son fundamentales para lograr un incremento de la cantidad y la calidad de los alimentos. La Química es una herramienta beneficiosa para multiplicar el rendimiento de las cosechas, o desarrollar productos que las protejan de agentes nocivos, por citar algunas de sus ventajas. El conocimiento de la Química del suelo, y de los fertilizantes y su acción, es esencial para lograr la sostenibilidad de la población actual. Con más de 7.000 millones de habitantes en nuestro planeta, y unas previsiones que indican que superaremos los 9.000 a mediados de siglo, será preciso aumentar considerablemente las producciones agrícolas. La investigación en Química Agrícola trabaja, junto a la legislación existente, para impedir el uso indebido de agroquímicos y evitar la contaminación medioambiental. (59)

3.12 El Sistema Bibliotecario Central de la Universidad de El Salvador

El Sistema Bibliotecario Central (SBC) de la Universidad de El Salvador juega un papel esencial en la recopilación, conservación y difusión del conocimiento generado dentro de la universidad. A través de su estructura, se facilita el acceso a trabajos de investigación y otros documentos académicos. Además, este sistema contribuye a la consolidación de una base de datos que puede ser utilizada tanto por estudiantes como por investigadores para continuar con el desarrollo de nuevas investigaciones. (60)

3.13 Revisión de Investigaciones Previas sobre Productos Agrícolas

En el periodo comprendido entre 2014 y 2024, la Universidad de El Salvador ha desarrollado un número significativo de investigaciones relacionadas con los productos agrícolas. Estas investigaciones abordan una amplia gama de temáticas, como el uso de fertilizantes orgánicos, las prácticas agrícolas sostenibles, el mejoramiento genético de cultivos, la agroindustria, entre otras. La recopilación de estos trabajos no solo permite

conocer el avance de la investigación en el país, sino también establecer patrones y tendencias en la producción agrícola y la tecnología aplicada al sector. (75)

3.14 Rol de la Universidad de El Salvador en la Investigación Agrícola

La Universidad de El Salvador, a través de sus diferentes Facultades y programas académicos, ha sido un motor de investigación en el ámbito agrícola, contribuyendo con soluciones prácticas y científicas a los desafíos del sector. Facultades como la de Ciencias Agronómicas, Química y Farmacia, y otras áreas relacionadas, han generado investigaciones que buscan no solo mejorar la productividad agrícola, sino también garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible del país.

3.15 Metodología para la recopilación de Investigaciones en el Campus Central de La Universidad de El Salvador.

La recopilación de investigaciones es una parte fundamental para tener acceso a la información relevante que se ha generado a lo largo de los años. En este trabajo, se utilizará un enfoque sistemático para la recolección de investigaciones en productos agrícolas realizadas entre 2014 y 2024, con la finalidad de agruparlas de manera que puedan ser fácilmente consultadas por cualquier interesado. La clasificación se llevará a cabo tomando en cuenta criterios como la facultad de origen, el tema de investigación, el año de presentación, entre otros.

Esta investigación solamente se llevará a cabo en el Campus Central de la Universidad de El Salvador, por lo que se dará referencia a este.

Desde hace mucho tiempo atrás, la Universidad de El Salvador se ha caracterizado por llevar a cabo investigaciones teórico-científicas en sus facultades y diferentes carreras con el fin de estudiar fenómenos de carácter naturales, sociales, multidisciplinario etc. Para dar respuestas, propuestas soluciones, alternativas, proveer información de dichos estudios en un documento llamado trabajo de graduación el cual se realiza con el objetivo de culminar un proceso de formación académico superior.

De esta manera abordamos el tema que nos compete, en esta investigación ya que de todos los trabajos de graduación se retomará aquellos relacionados a la temática productos agrícolas, clasificándolos por facultades y años. (75)

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

4.1 Tipo de estudio.

El tipo de estudio a utilizar es bibliográfico, porque la investigación comprende la recopilación de los trabajos de graduación durante la década de 2014-2024 en el Campus Central de la Universidad de El Salvador.

La recopilación se llevará a cabo a través de las siguientes estrategias y acciones:

- Investigación bibliográfica
- Investigaciones ordenadas por facultades, comenzando por la Facultad de Química y Farmacia.
- Investigaciones ordenadas por año de forma descendente.
- Sistematización de la información obtenida.
- Resumen analítico de los trabajos de graduación seleccionados

4.2 Investigación Bibliográfica.

Se recopilaron todas las investigaciones de trabajos de graduación con la temática productos agrícolas, que se han realizado en la Universidad de El Salvador en el periodo de 2014-2024.

La investigación bibliográfica se llevó a cabo en la biblioteca central de la Universidad de El Salvador, llevándose a cabo en las siguientes facultades:

- Facultad de Química y Farmacia.
- Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Facultad de Ciencias Económicas.
- Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
- Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Posteriormente, se enlistaron las tesis de mayor aceptación encontrados en las investigaciones consultadas. Se obtuvo un total de 53 tesis recolectadas en la temática Productos agrícolas, donde solo 15 fueron seleccionadas, las de mayor importancia para nuestra profesión.

4.3. Sistematización de trabajos de investigación.

Con el fin de facilitar el análisis de la información de cada investigación recolectada y permitir organizar la información previamente recogida, es indispensable sistematizar la información y permitir generar el consenso entre todas las partes interesadas.

Para la sistematización de estos trabajos teóricos científicos de la temática Productos agrícolas, se recurrió a la siguiente plantilla (Tabla 1).

Tabla N°1: Plantilla de sistematización de clasificación por Facultad de investigación

N°	TITULO	FACULTAD	AUTORES	AÑO	LINK

N°: Número correlativo.

Título: Corresponde al tema del Trabajo de Graduación.

Facultad: Se refiere a la facultad o escuela de donde pertenece la carrera.

Autores: Son el o los nombres de las personas que realizaron la investigación.

Año: Es el año en el que se aprueba el trabajo de graduación.

Link: Corresponde a la ubicación o dirección en la que se encuentran los ejemplares.

Tabla N°2: Recopilación de todos los trabajos de productos agrícolas, ordenadas por Facultad y por año de forma descendente, de la Universidad de El Salvador en el periodo 2014-2024.

N°	TITULO	FACULTAD	AUTORES	AÑO	LINK
1	CUANTIFICACIÓN POR HPLC-DAD DE CAFEINA Y TRIGONELINA EN <i>Coffea arabica</i> L Y ESCOPOLETINA EN <i>Persea schiedeana</i> Ness	QUÍMICA Y FARMACIA	MÓNICA YEREMY FUENTES LEIVA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/087b94b7-ec7a-4bb5-b693-af247167de78
2	EVALUACIÓN DE SACCHAROMYCES BOULARDII EN LA REDUCCIÓN DE COLONIAS DE PENICILLIUM Y ASPERGILLUS EN GRANOS DE CAFE ORO Y PERGAMINO	QUÍMICA Y FARMACIA	ERIKA YESSANIA MALDONADO LOPEZ KARLA ILEANA ROMERO DE GRANDE	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/dcb96495-cca0-4463-8e0f-bb563b750d22
3	DETERMINACIÓN DE CARBONO Y NITROGENO TOTAL EN SUELOS CULTIVADOS CON CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L) EN EL CANTON CANGREJERA IZALCO SONSONATE EL SALVADOR	QUÍMICA Y FARMACIA	LUIS ENRIQUE ALVAREZ MIRON YUNIOR ERNESTO FLORIAN JACOBO	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/49468909-0a46-4dd1-a79c-fe8d351f85d7
4	EVALUACIÓN DE ABSORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN SOLUCION ACUOSA DE FLUJO CONTINUO UTILIZANDO BROZA DE <i>Coffea arabica</i>	QUÍMICA Y FARMACIA	TERESA DEL CARMEN CONTRERAS MARTINEZ	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c6a90ff2-2d4d-4b55-8e04-feadf2919d85
5	DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLIFENOLES EN LA TRILLA DE <i>Coffea arabica</i> (CAFE) DEL BENEFICIADO HONEY	QUÍMICA Y FARMACIA	ADRIANA LISSETTE ESTRADA POLANCO ANGELA MARGARITA GARCIA RIVAS	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/cb2556d5-8650-4440-b5a6-7b868b1447f0

6	CARACTERIZACIÓN DE <i>Bacillus subtilis</i> AISLADO A PARTIR DEL CAFÉ VARIEDAD PACAMARA COMO AGENTE CONTROLADOR DE LA ROYA DEL CAFETO PRODUCIDA POR <i>Hemileia vastatrix</i>	QUÍMICA Y FARMACIA	FLOR DE MARIA LUNA AVELAR MILTON ADEMIR ORELLANA HERNANDEZ	2019	https://repositorio.ues.edu.sv/items/e0b4958b-5fe2-44cb-ad26-76911ac73307
7	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN <i>Lycopersicon esculentum</i> (TOMATE) POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO	QUÍMICA Y FARMACIA	DIANA MARISOL MARTINEZ PEREZ	2019	https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/01c6f262-0703-4e76-8a0b-ba16ffae03db/download
8	DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A (OTA) EN CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO POR EL MÉTODO DE ENSAYO INMUNOABSORBENTE LIGADO A ENZIMAS (ELISA) EN BENEFICIOS EXPORTADORES DE CAFE DE EL SALVADOR	QUÍMICA Y FARMACIA	BORIS JOSUE VILLALTA TRIGUEROS CARLOS FABRICIO MENDOZA ASCENCIO	2019	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c4945a86-d0b3-497b-8c86-7c4f7737ca46
9	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE (-)-EPICATEQUINA, PROCIANIDINA B1 Y B2 EN ACCESIONES DE <i>Theobroma cacao</i> L. (CACAO), ANTES Y DESPUES DEL BENEFICIADO, DEL CULTIVAR SAN JOSE DEL REAL DE LA CARRERA, EN USULUTÁN, EL SALVADOR.	QUÍMICA Y FARMACIA	CLAUDIA MARGARITA ALVARENGA ORELLANA ROSSANA BEATRIZ ARGUETA CONTRERAS	2017	https://repositorio.ues.edu.sv/items/dd521ebb-4baa-4aa4-b2dc-1ec6dc7554fd
10	AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS CAUSANTES DE ANTRACNOSIS EN <i>Musa paradisiaca</i> L. (PLATANO) Y HONGOS ANTAGONISTAS	QUÍMICA Y FARMACIA	GRACE ELIZABETH HERNÁNDEZ HENRÍQUEZ ROSA MARIA MORALES RIVAS	2017	https://repositorio.ues.edu.sv/items/59587641-4a2b-41e6-b4dd-b9fd56b01d22
11	DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE DOS ESPECIES VEGETALES SOBRE <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>	QUÍMICA Y FARMACIA	DIEGO FERNANDO PALMA CATALAN LUIS ERNESTO HERNÁNDEZ MENÉNDEZ	2016	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/8b61d96e-f4d1-4dad-801b-77e188b62867/content
12	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ACRILAMIDA EN PAPAS TIPO CHIPS	QUÍMICA Y FARMACIA	DENYS MAURICIO GARCÍA QUEVEDO LORENA DEL CARMEN VENTURA VILLATORO	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/650c93a3-f941-4a63-9c15-2356778593d6/content
13	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE LA MEZCLA DE SEMILLAS DE TRES ACCESIONES DE <i>Theobroma cacao</i> L. (CACAO) DEL CULTIVAR SAN JOSE DEL REAL DE LA CARRERA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE USULUTÁN.	QUÍMICA Y FARMACIA	CESAR AMILCAR ALAS RIVERA. ARGENTINA DEL SOCORRO MORALES SOLORZANO.	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/8f0d3cd6-1183-43a7-b2f3-90458e0796cc
14	EFECTO DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PLÁTANO (<i>Musa paradisiaca</i> L.) cv CUERNO ENANO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	RODRIGO SAMUEL GALDÁMEZ GALDÁMEZ	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/3af906ce-8cf2-445b-a9b6-a7ac0bea73f7
15	EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i> L.)	CIENCIAS AGRONÓMICAS	FATIMA GABRIELA GUARDADO GUARDADO	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/183505a2-3dd6-4234-a5aa-03e9261177dd
16	EVALUACIÓN DE TRICHODERMA Y DEL HONGO MICORRIZÓGENO (GLOMUS CUBENSE) EN EL DESARROLLO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) CONSIDERANDO DIFERENTES SUSTRATOS, VARIEDADES Y MODALIDADES DE RIEGO EN EL MUNICIPIO DE METAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	JUAN BOSCO PALACIOS TARIO	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/50b078b7-e00a-4b94-8c3c-959056edf5a8
17	EVALUACIÓN DE EMPACADO AL VACÍO PARCIAL COMO MÉTODO DE ATMOSFERA MODIFICADA EN LECHUGA ICEBERG (LACTUCA SATIVA VAR. CAPITATA) DE IV GAMA Y SU EFECTO EN LA CONSERVACIÓN DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y ALARGAMIENTO DE VIDA DE ANAQUEL	CIENCIAS AGRONÓMICAS	CARLOS GUILLERMO ESCOBAR LÓPEZ	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/dd59e464-773c-40bd-85c7-35d96c849b7b

18	EVALUACIÓN DE CUATRO PERIODOS DE CURADO EN CEBOLLA BLANCA (<i>Allium cepa</i> L.) REALIZADO BAJO CONDICIONES DE CAMPO A TRAVÉS DE EXPOSICIÓN SOLAR	CIENCIAS AGRONÓMICAS	OSCAR ARMANDO LÓPEZ GARCÍA	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/adde54e7-5ac3-4b83-9654-02ada7be102c
19	EFFECTO DE DOS TIPOS DE PODAS DE FORMACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS FRUTOS EN CINCO VARIEDADES DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) EN HIDROPONÍA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	BR. DOUGLAS IGNACIO SOLÓRZANO ALFARO	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/3001af0f-3c78-4342-86db-f76d011a8aa9/content
20	PROCESO DE EXTRACCIÓN EN FRIO PARA INCREMENTAR LA CANTIDAD DE COMPUESTO FUNCIONALES EN LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE A PARTIR DE SEMILLAS DE ACCESIONES DE <i>Theobroma cacao</i> L.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	CLAUDIA JANETTE MENJIVAR PINEDA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/189e6a82-1c9b-4ba4-b1bb-f2be39bd0e5
21	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MORFO AGRONÓMICAS EN EL CULTIVO DE CACAO CRIOLLO (<i>Theobroma cacao</i> L.) ESTABLECIDO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	CIENCIAS AGRONÓMICAS	ALBA YANIRA MALDONADO CERRITOS	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/2cbfd673-657d-4f8f-9510-5b29f4997be7
22	CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE CUATRO CLONES DE CAFÉ ROBUSTA (<i>Coffea canephora</i> Pierre.) CULTIVADOS EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN SAN LUIS TALPA, LA PAZ, EL SALVADOR.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	PEDRO ENRIQUE MORALES RAMÍREZ RODRIGO JOSÉ CAMPOS CACERES	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/67630e28-d0e5-4b36-979d-0d520b46c321
23	“EVALUACIÓN EN APLICACIONES AÉREAS DE AGROQUÍMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA”	CIENCIAS AGRONÓMICAS	ROBERTO IBARRA QUIJADA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/10619f98-0260-42b0-808e-2aa643b1875a
24	EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE ANTIOXIDANTE EN LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.) VARIEDAD SEMENDEL Y SU EFECTO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA EN CONDICIONES DE REFRIGERACIÓN.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	IRIS RAQUEL RAMÍREZ MOLINA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/37d4b4ba-8f17-4d58-998e-0061f09c0513
25	“EVALUACIÓN DE DIFERENTES EDADES DE CORTE Y SU EFECTO COMO SEMILLA ASEXUAL EN CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) VARIEDAD CP73-1547, EN LA HACIENDA EL PORFIADO, CASERÍO SAN FRANCISCO EL PORFIADO, SANTIAGO NONUALCO, LA PAZ”.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	CRISTIAN ALEXANDER MENDOZA SERVELLÓN	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/8ed34c28-661b-4102-b06e-f4fbfc197db
26	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ NATURAL EN FINCAS CON VISIÓN AGROECOLÓGICA CON FINES TURÍSTICOS.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	FÁTIMA DEL CARMEN VÁSQUEZ RAMÍRE	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/b84ead46-499d-403f-a7cc-a5f90ec9c088
27	CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM L.) EN DOS LUGARES CON ALTITUDES DEFERENTES EN EL SALVADOR	CIENCIAS AGRONÓMICAS	WALTER ALEXANDER ARTEAGA CARPIO DANIEL ERNESTO CANDRAY GÓMEZ LIDIA MARIBEL SÁNCHEZ GARCÍA	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/34a80211-0661-464d-8279-b3e451ceec12/content
28	“ELABORACIÓN DE SUBPRODUCTOS DEL LIMÓN PÉRSICO (<i>Citrus latifolia</i>) Y SU IMPORTANCIA EN LA SOBERANÍA ALIMENTARIA EN EL CASERÍO EL VALLE, MUNICIPIO DE ZACATECOLUCA, LA PAZ”	CIENCIAS AGRONÓMICAS	VICTORIA ARACELY RAFAELANO AGUILAR	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/6c1e24d0-3e52-41d2-8c3d-87892997fd3d

29	EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO ENRIQUECIDO CON SALES MINERALES Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> CENTA CUSCATLAN), UTILIZANDO LA TÉCNICA DE FERTIRRIEGO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	KATEREENE TATIANA GONZÁLEZ DEL CID PATRICIA JUDITH VÁSQUEZ DE PONCE KARLA BEATRIZ SÁNCHEZ GÓMEZ	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/b8c57474-7cde-4417-9a7a-883634bb2b41
30	CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES MUTANTES DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> MILL) CULTIVADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE HIDROPONÍA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	CARMEN ESMERALDA HERNÁNDEZ LEON PEDRO OMAR RODRIGUEZ SALGUERO FATIMA MICHELLE RODRIGUEZ SIBRIAN	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/2aac9a98-7257-4520-92c6-f16b8906eedc/content
31	DESARROLLO DE ECUACIÓN ALOMÉTRICA PARA ESTIMAR CARBONO EN CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.) DE MEDIA ALTURA EN EL MUNICIPIO DE COMASAGUA, CORDILLERA DEL BÁLSAMO, EL SALVADOR.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	MARROQUÍN CASTRO, RAFAEL ARTURO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, JOSÉ ARNOLDO URÍAS FERNÁNDEZ, RIGOBERTO ANTONIO	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/items/d90f91d9-bea8-4fe9-a950-68421abb35b9
32	EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.), TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA	CIENCIAS AGRONÓMICAS	WILFREDO RAMIREZ VASQUEZ	2018	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/fc028b8c-4f3b-44be-aac8-77a8a8523720/content
33	CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DEL CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) Y SU INCIDENCIA EN LA SELECCIÓN DE GERMOPLASMA PROMISORIO EN ÁREAS DE PRESENCIA NATURAL EN EL SALVADOR.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	JOSÉ ALEXANDER LÓPEZ HERNÁNDEZ FREDY NOÉ ORTIZ MEJÍA	2018	https://repositorio.ues.edu.sv/items/95b8fd89-abd4-4c01-b7e4-cf8b85cd9c99
34	EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i> L.) MULTIPLICADAS IN VITRO EN DOS VOLÚMENES DE SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS BAJO INVERNADERO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	MARCELINO ARTURO ZEPEDA CAMPOS WILLIAM ALEXANDER MENJIVAR LARA	2016	https://repositorio.ues.edu.sv/items/3453629f-8ea1-42bb-9432-85645511012b
35	EVALUACIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INJERTO EN CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) Y SU INCIDENCIA EN EL PRENDIMIENTO EN FASE DE VIVERO.	CIENCIAS AGRONÓMICAS	RAMOS, YENI MARCELA RIVAS GARCÍA, ANA TERESA VILLALTA CARTAGENA, LETICIA BEATRIZ	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c412d16d-43ce-43e7-ad78-0126bfaee20d
36	ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN PARA LA INSERCIÓN DEL CACAO SALVADOREÑO EN EL MERCADO INTERNACIONAL, PERÍODO 2007 – 2017	CIENCIAS ECONÓMICAS	DENNIS JOSÉ ESCOBAR TRUJILLO DOLORES DE JESÚS RAMOS LÓPEZ SONIA DEL CARMEN RIVAS JUARÉZ	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c42a54c8-3e94-4a63-98f3-55fac8080238
37	DISEÑO DE PLAN DE MARKETING SOCIAL PARA IMPULSAR LA CULTURA DE CONSUMO DE CHOCOLATE ARTESANAL A BASE DE CACAO, EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR; APLICADO A INCUBADORA DE EMPRESAS DEL CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “ENRIQUE ÁLVAREZ CORDOVA” (CENTA)	CIENCIAS ECONÓMICAS	FRAILE SAGET, JACQUELINE LIZZETTE ORELLANA DE SURIA, JOOVANA NATALY RODAS ESCOBAR, NELSON JOSÉ	2018	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c7314019-e230-431a-b60a-14e6718769e1
38	“PLAN DE EXPORTACIÓN DE CACAO ORGÁNICO HACIA EL MERCADO DE LA UNIÓN EUROPEA. CASO ILUSTRATIVO CÁRITAS EL SALVADOR”	CIENCIAS ECONÓMICAS	ÁNGEL AVALOS, JACQUELINE ROCIO RIVERA SANTOS, BRENDA NATHALY SOLIS MONGE, GLENDA MARICELA	2016	https://repositorio.ues.edu.sv/items/11d17d49-8722-4273-9c3d-56f285b262cf
39	“PLAN DE EXPORTACIÓN DE CAFÉ PROCESADO HACIA COSTA RICA”. CASO ILUSTRATIVO	CIENCIAS ECONÓMICAS	MOLINA DOÑEZ, LIGIA LISSETH PINEDA GONZÁLEZ, JENNIFER LISSETTE	2016	https://repositorio.ues.edu.sv/items/d7417a34-e39c-4064-bbee-de443f67d6a3

			RUBIO GONZÁLEZ, FLORENCE GISSELA		
40	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE DE COCINA CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS BAJO SISTEMAS DE MACROTÚNELES EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, CIUDAD ARCE DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.	CIENCIAS ECONÓMICAS	MANUEL DE JESÚS ALDANA GUTIÉRREZ WILFREDO EVENOR VELÁSQUEZ MEJÍA	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/5b7270bd-a79b-42c4-801a-b7f7af0b6700
41	“PLAN ESTRATÉGICO PARA LA OBTENCIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO ORIENTADAS A LA RENOVACIÓN DE LA PLANTACIÓN DE CAFÉ DE LAS EMPRESAS AGRÍCOLAS UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.”	CIENCIAS ECONÓMICAS	DIMAS RENDEROS BRÍGIDA NATALY ELÍAS MÁRQUEZ MARTHA EDITH JIMÉNEZ BONILLA ROSA EVELYN	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/ccce81a6e-a415-436e-bf22-c9c323a352e3
42	“PLAN DE COMERCIALIZACION DEL CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO, A NIVEL DE SUPERMERCADOS PARA LA ASOCIACION COOPERATIVA DE CAFÉ DE LA SIERRA LENCA DE MORAZAN DE RESPONSABILIDAD LIMITADA (ACALEM DE R.L.)”	CIENCIAS ECONÓMICAS	AMAYA RIVAS, IRIS ENEYDA AYALA GÁLVEZ, DANIEL ALEJANDRO ESTRADA HERNÁNDEZ, LOURDES DEL CARMEN	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/63c31032-4a74-46e4-82f8-ee7621efb594
43	“PROPUESTA DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA EL MUNICIPIO DE COMASAGUA MEDIANTE EL CULTIVO DE CAFÉ ORGÁNICO”	CIENCIAS ECONÓMICAS	LANDAVERDE, SANTOS ARMINDA QUINTANA MAZARIEGOS, OSCAR ISMAEL	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/f41efaad-75fc-40d5-bc61-165c95d50a58
44	“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO A BASE DE ALGODÓN POR LA PEQUEÑA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR.” CASO ILUSTRATIVO	CIENCIAS ECONÓMICAS	DÉBORA RUT MORENO ROQUE, PATRICIA DE LOS ANGELES SEGURA NAVIDAD	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/a0080152-0498-4ef7-b66f-a84b23e7b385
45	METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS CON IMPACTO FINANCIERO, ENFOCADA EN “INFORME COSO ERM”, HACIA LAS ASOCIACIONES COOPERATIVAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DEL SECTOR REFORMADO, DEDICADAS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.	CIENCIAS ECONÓMICAS	MOLINA BONILLA, ELSY GLORIBEL MUÑOZ, SONIA MARGARITA	2014	https://repositorio.ues.edu.sv/items/6a5bab41-a6e4-4e2c-99e3-e45e1481e872
46	DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, LA LIBERTAD, EL SALVADOR.	CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA	IDALIA GUADALUPE CORNEJO DE GALICIA MÉLIDA ELIZABETH RIVERA HERNÁNDEZ	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/efceeeae-f9f2-474e-9089-d23b9bbedce6
47	“NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) EN LOS DEPARTAMENTOS DE AHUACHAPÁN, LA LIBERTAD Y SAN VICENTE, EL SALVADOR”.	CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA	DIANA SICILIA NOLASCO CHICAS	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/2cc473b2-edc2-42e9-9adc-f1b092fbb8b4
48	“VERTEBRADOS PLAGA: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUS DAÑOS EN TRES FINCAS DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) DE EL SALVADOR”	CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA	CARLOS ALBERTO AMAYA ARRIOLA	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/items/87a797e4-bc22-48de-a740-6380fb08e17a
49	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DE LA FIBRA DE LA ESTOPA DE COCO	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	KAREN CECILIA CARAVANTES ORELLANA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/a2c2609c-3913-4390-82a0-2cea70431c32
50	DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA CREMA COSMÉTICA ANTIARRUGAS, ELABORADA A BASE DE EXTRACTO DE SEMILLAS Y PULPA DE <i>Tamarindus</i>	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	EDUARDO JOSÉ ZEPEDA HERNÁNDEZ FÁTIMA YAMILETH PALMA AVALOS HAZEL MICHELLE CAÑAS MARTÍNEZ	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/e4a8f0fe-090d-415b-9b4b-e4d60a74c6fb
51	ELABORACIÓN DEL DISEÑO TECNOLÓGICO DEL PROCESO DE UN SUSTITUTO DE MAYONESA A BASE DE PAPA, ORIENTADO PARA PERSONAS VEGANAS	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	PAOLA MARÍA ALVARADO CERÓN	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/b108e147-e86b-4778-b911-12ba81dfcd3d

52	VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO (BORRA DE CAFÉ), GENERADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	LUIS MIGUEL MORALES ROSALES DAVID ORLANDO PÉREZ HERNÁNDEZ	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/items/8eef0d51-597d-46a6-b4af-217640dad051
53	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL FRUTO DE COCO PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, EXPERIMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROECOLÓGICA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO MASAHUAT, LA PAZ.	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	MARLON EFRAÍN FUENTES MERINO GUILLERMO EDUARDO HERNÁNDEZ ÁNGEL JOSUÉ SÁNCHEZ FLORES	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/items/61b5ef02-dcbf-498b-8650-c804009a8783

Elaboración propia.

Tabla N°3: Recopilación de los trabajos seleccionados de productos agrícolas, ordenados por Facultad y por año de forma descendente, de la Universidad de El Salvador en el periodo 2014-2024.

N°	TÍTULO	FACULTAD	AUTORES	AÑO	LINK
1	CUANTIFICACIÓN POR HPLC-DAD DE CAFEINA Y TRIGONELINA EN <i>Coffea arabica</i> L Y ESCOPOLETINA EN <i>Persea schiedeana</i> Ness	QUIMICA Y FARMACIA	MONICA YEREMY FUENTES LEIVA	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/087b94b7-ec7a-4bb5-b693-af247167de78
2	DETERMINACIÓN DE CARBONO Y NITROGENO TOTAL EN SUELOS CULTIVADOS CON CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L) EN EL CANTON CANGREJERA IZALCO SONSONATE EL SALVADOR	QUIMICA Y FARMACIA	LUIS ENRIQUE ALVAREZ MIRON YUNIOR ERNESTO FLORIAN JACOBO	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/items/49468909-0a46-4dd1-a79c-fe8d351f85d7
3	DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLIFENOLES EN LA TRILLA DE <i>Coffea arabica</i> (CAFE) DEL BENEFICIADO HONEY	QUIMICA Y FARMACIA	ADRIANA LISSETTE ESTRADA POLANCO ANGELA MARGARITA GARCIA RIVAS	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/cb2556d5-8650-4440-b5a6-7b868b1447f0
4	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN <i>Lycopersicon esculentum</i> (TOMATE) POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO	QUIMICA Y FARMACIA	DIANA MARISOL MARTINEZ PEREZ	2019	https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/01c6f262-0703-4e76-8a0b-ba16ffae03db/download
5	DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A (OTA) EN CAFE TOSTADO Y MOLIDO POR EL METODO DE ENSAYO INMUNOABSORBENTE LIGADO A ENZIMAS (ELISA) EN BENEFICIOS EXPORTADORES DE CAFE DE EL SALVADOR	QUIMICA Y FARMACIA	BORIS JOSUE VILLALTA TRIGUEROS CARLOS FABRICIO MENDOZA ASCENCIO	2019	https://repositorio.ues.edu.sv/items/c4945a86-d0b3-497b-8c86-7c4f7737ca46
6	DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE DOS ESPECIES VEGETALES SOBRE <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>	QUIMICA Y FARMACIA	DIEGO FERNANDO PALMA CATALAN LUIS ERNESTO HERNANDEZ MENENDEZ	2016	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/8b61d96e-f4d1-4dad-801b-77e188b62867/content
7	EFEECTO DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PLÁTANO (<i>Musa paradisiaca</i> L.) cv CUERNO ENANO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	RODRIGO SAMUEL GALDÁMEZ GALDÁMEZ	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/3af906ce-8cf2-445b-a9b6-a7ac0bea73f7
8	EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i> L.)	CIENCIAS AGRONÓMICAS	FATIMA GABRIELA GUARDADO GUARDADO	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/183505a2-3dd6-4234-a5aa-03e9261177dd
9	EVALUACIÓN DE CUATRO PERIODOS DE CURADO EN CEBOLLA BLANCA (<i>Allium cepa</i> L.) REALIZADO BAJO CONDICIONES DE CAMPO A TRAVÉS DE EXPOSICIÓN SOLAR	CIENCIAS AGRONÓMICAS	OSCAR ARMANDO LÓPEZ GARCÍA	2024	https://repositorio.ues.edu.sv/items/adde54e7-5ac3-4b83-9654-02ada7be102c
10	CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN DOS LUGARES CON ALTITUDES DEFERENTES EN EL SALVADOR	CIENCIAS AGRONÓMICAS	WALTER ALEXANDER ARTEAGA CARPIO DANIEL ERNESTO CANDRAY GÓMEZ	2022	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/34a80211-0661-464d-8279-b3e451ceec12/content

			LIDIA MARIBEL SÁNCHEZ GARCÍA		
11	CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES MUTANTES DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> MILL) CULTIVADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE HIDROPONÍA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO	CIENCIAS AGRONÓMICAS	CARMEN ESMERALDA HERNÁNDEZ LEON PEDRO OMAR RODRIGUEZ SALGUERO FATIMA MICHELLE RODRIGUEZ SIBRIAN	2020	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/2aac9a98-7257-4520-92c6-f16b8906eedc/content
12	EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.), TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA	CIENCIAS AGRONÓMICAS	WILFREDO RAMIREZ VASQUEZ	2018	https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/fc028b8c-4f3b-44be-aac8-77a8a8523720/content
13	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE DE COCINA CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS BAJO SISTEMAS DE MACROTÚNELES EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, CIUDAD ARCE DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.	CIENCIAS ECONÓMICAS	MANUEL DE JESÚS ALDANA GUTIÉRREZ WILFREDO EVENOR VELÁSQUEZ MEJÍA	2015	https://repositorio.ues.edu.sv/items/5b7270bd-a79b-42c4-801a-b7f7af0b6700
14	DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, LA LIBERTAD, EL SALVADOR.	CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA	IDALIA GUADALUPE CORNEJO DE GALICIA MÉLIDA ELIZABETH RIVERA HERNÁNDEZ	2021	https://repositorio.ues.edu.sv/items/efceeeae-f9f2-474e-9089-d23b9bbedce6
15	DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA CREMA COSMÉTICA ANTIARRUGAS, ELABORADA A BASE DE EXTRACTO DE SEMILLAS Y PULPA DE <i>Tamarindus</i>	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	EDUARDO JOSÉ ZEPEDA HERNÁNDEZ FÁTIMA YAMILETH PALMA AVALOS HAZEL MICHELLE CAÑAS MARTÍNEZ	2023	https://repositorio.ues.edu.sv/items/e4a8f0fe-090d-415b-9b4b-e4d60a74c6fb

Elaboración propia

4.4 Breve resumen analítico de los Trabajos de Investigación Productos agrícolas.

La matriz general de sistematización contemplara los siguientes aspectos:

- Título
- Autores
- Facultad
- Año
- Resumen
- Introducción
- Equipos e instrumentación
- Procedimiento experimental
- Resultados

- Análisis de resultados
- Conclusiones y recomendaciones
- Referencia bibliográfica

Tabla N°4: Clasificación de investigaciones según tipo de producto agrícola

TIPO DE PRODUCTO AGRÍCOLA	NUMERO DE INVESTIGACIONES	FACULTAD	EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN
Café	3	Química Y Farmacia	"Cuantificación Por HPLC-DAD De Cafeína Y Trigonelina En <i>Coffea Arabica L.</i> "
Cacao	2	Química Y Farmacia Ciencias Naturales Y Matemática	"Diversidad De Microorganismos Edáficos Asociados Al Cultivo De <i>Theobroma Cacao</i> "
Tomate	1	Ciencias económicas	"Estudio De Factibilidad Para La Producción Y Comercialización De Tomate De Cocina Con Buenas Prácticas Agrícolas"
Papa	1	Ingeniería Y Arquitectura	"Elaboración Del Diseño Tecnológico Del Proceso De Un Sustituto De Mayonesa A Base De Papa"
Otros Productos Agrícolas	8	Varias Facultades	"Diseño Y Desarrollo De Una Crema Cosmética Antiarrugas A Base De Extracto De <i>Tamarindus Indica</i> "

Elaboración propia.

4.5 RESÚMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA.

CUANTIFICACIÓN POR HPLC-DAD DE CAFEÍNA Y TRIGONELINA EN *Coffea arabica* L Y ESCOPOLETINA EN *Persea schiedeana* Ness.

Fuentes Leiva, Mónica Yeremy

Facultad de Química y Farmacia, 2023

Resumen.

La siguiente investigación trata sobre un estudio de cuantificación de metabolitos secundarios, escopoletina en *Persea schiedeana* Ness, y cafeína y trigonelina en *Coffea arabica* L. Para obtener la extracción, se realizó mediante el método de maceración y decocción, con hojas y corteza de *P. schiedeana* Ness, utilizando diferentes solventes de extracción, luego, se eliminó el solvente para obtener los extractos secos.

Con *Coffea arabica* L, se llevó a cabo la metodología analítica mediante cromatografía líquida de alta eficiencia, acoplada a un arreglo de diodos, y se determinaron los parámetros de validación, utilizando la guía de la Conferencia Internacional sobre Armonización (ICH), los resultados de la verificación del método mostraron valores que cumplieron los criterios de aceptación de los parámetros evaluados. Posteriormente, se procedió a la cuantificación, y según los resultados obtenidos ($4.8792\text{-}5.079 \pm 0.0075$ mg/100 g de hoja seca), fue el extracto etanólico de hojas, quien presentó mayor cantidad del metabolito secundario de escopoletina.

Palabras Clave: Cuantificación, metabolitos, extracción, maceración, decocción y cromatografía.

Abstract.

The following research deals with a study of the quantification of secondary metabolites, scopoletin in *Persea schiedeana* Ness, and caffeine and trigonelline in *Coffea arabica* L. To obtain the extraction, it was carried out using the maceration and decoction method, with leaves and bark

of *P. schiedeana* Ness, using different extraction solvents, then, the solvent was removed to obtain the dry extracts.

With *Coffea arabica* L, the analytical methodology was carried out using high-performance liquid chromatography, coupled to a diode array, and the validation parameters were determined, using the International Conference on Harmonization (ICH) guide, the results of the method verification showed values that met the acceptance criteria of the evaluated parameters. Subsequently, quantification was carried out, and according to the results obtained ($4.8792\text{-}5.079 \pm 0.0075$ mg/100 g of dry leaf), it was the ethanolic extract of leaves that presented the highest amount of the secondary metabolite of scopoletin.

Keywords: Quantification, metabolites, extraction, maceration, decoction and chromatography.

Introducción.

Los metabolitos secundarios que son multiblanco macromoleculares específicos, es decir, que pueden interaccionar con las proteínas, las membranas celulares y ácidos nucleicos debido a la presencia de grupos funcionales con pares de electrones libres como los carbonilos, hidroxilos y amino. Además, existe un creciente interés en la industria farmacéutica de productos fitoterapéuticos, que empieza su camino a la innovación y desarrollo tecnológico. En esta investigación se utilizaron diferentes métodos analíticos para la cuantificación de metabolitos secundarios, puesto que son indispensables para la formulación, control y aseguramiento de calidad de fitofármacos a base de especies vegetales.

En esta investigación se trabajó un método de cuantificación de cafeína y trigonelina, de acuerdo al método descrito (López Bóbeda, 2008), por cromatografía líquida de alta eficiencia acoplado a un detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) en una muestra de “Café” (*Coffea arabica* L, Rubiaceae) de la variedad Bourbon, además, desarrollar el método de cuantificación de escopoletina por HPLC-DAD en 3 extractos (acuoso, etanólico y hexánico) de dos órganos de la especie vegetal “Shucte” (*Persea schiedeana* Ness, Lauraceae).

La especie vegetal *Coffea arabica* L, tiene la presencia de compuestos como la cafeína y trigonelina que son muy importantes y por estos motivos se cuantificó los metabolitos cafeína y trigonelina presentes en *C. arabica*. Donde los datos obtenidos, para la cuantificación de cafeína,

los rangos encontrados oscilan entre 0.612-0.660%, y son comparables con el límite mínimo permitido por el Reglamento Técnico Salvadoreño, el cual es 0.4%, sobre base seca. Para la cuantificación de trigonelina, los valores se encuentran entre los rangos de 0.601-0.712%, lo que indica que se encuentran dentro de los valores conocidos tradicionalmente para la especie Arabica, que van de 0.6-1.3%.

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (LIPN) de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, entre los meses de marzo a noviembre del año 2022.

Equipos e instrumentación.

- Molino de café marca Mahlk, modelo K32510
- Evaporador rotativo digital (marca Yamato, serie RE301).
- Cromatógrafo líquido de alta presión, modelo Dionex ultimate 3000 (Thermo Scientific, Alemania).
- Horno marca Thermo Scientific N° de serie 41677777
- Sonicador marca VWR, modelo 97043-940
- Balanza analítica marca Shimadzu, modelo TW423L.
- Balanza de precisión Ohaus Explorer, modelo OBX-223

Procedimiento Experimental.

Tipo de estudio:

- **Estudio bibliográfico:**

Se realizó mediante una investigación del material bibliográfico, tomando como base estudios anteriores, donde se cuantificó el contenido de metabolitos de especies vegetales de interés en publicaciones científicas, utilizando fuentes diversas de información, bases de datos, como: ResearchGate, The Pharmaceutical Journal, Royal society of chemistry, Google académico, ScienceDirect, Academia.edu, PubMed, European Pharmacopea, previas investigaciones y

artículos científicos en internet, al mismo tiempo, se llevó a cabo una búsqueda de la información pertinente en el sistema bibliotecario de la Universidad de El Salvador.

- **Estudio experimental de laboratorio:**

Este estudio tuvo como principal objetivo el desarrollo y validación de metodologías por HPLC-DAD de cuantificación de metabolitos secundarios de interés en especies vegetales seleccionadas de *Persea schiedeana* Ness (escopoletina) y la adaptación de una metodología para *Coffea arabica* L. (cafeína y trigonelina), se llevó a cabo en el laboratorio de investigación en productos naturales (LIPN) de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

- **Estudio prospectivo:**

Este tipo de estudio resalta las metodologías y resultados obtenidos en esta investigación donde serán utilizados en estudios adicionales, tanto por el LIPN y/o en otras investigaciones independientes al LIPN, que desee cuantificar los metabolitos secundarios de cafeína, trigonelina y escopoletina.

- **Estudio retrospectivo:**

Lo principal en este tipo de estudio es tomar como base muestras que con anterioridad habían sido recolectadas, se llevó a cabo la recolección de hojas y corteza de *P. schiedeana*.

- **Investigación de campo: Universo**

Tomando como estudio las especies vegetales *Coffea arabica* L y *Persea schiedeana* Ness, en las que están presentes los metabolitos secundarios de interés investigativo, farmacéutico o cosmético.

- **Muestra:**

Se tomaron dos especies vegetales de flora salvadoreña, seleccionadas y recolectadas: *Coffea arabica* L. y *Persea schiedeana* Ness.

En esta investigación se ocuparon métodos e instrumentos, como:

Selección y recolección de especies vegetales.

Acá, como principal objetivo, se recolectaron las especies vegetales a estudiar, como también sus hojas y corteza de la especie vegetal, *Persea schiedeana* y los frutos maduros de color rojo para *Coffea arabica*.

Uno de los cuidados que se tuvieron al momento de seleccionar las muestras fueron: que no estuvieran afectadas por enfermedades, parásitos o materiales extraños, y así lograr una mejor obtención de metabolitos secundarios de cafeína, trigonelina y escopoletina.

Estas muestras se registraron con los siguientes datos: nombre común, nombre científico, fecha de recolecta, lugar de recolecta y persona que recolectó, coordenadas, características, altitud, etc.

Ejemplo de los datos de recolección de *Persea schiedeana* Ness:

Tabla N°1: Recolección, identificación y preparación del material vegetal *Persea schiedeana* Ness.

Familia	Lauraceae
Fecha	21-Julio-2021
Lugar	Finca Quinta Marisol, Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Departamento de Santa Ana.
Coordenadas	Latitud 13.917726, 13°55'3.81"N Longitud -89.519575, 89°31'10.47"W
No. de Voucher	J Menjivar et al Marvin J Núñez 4205

Recolección, identificación y preparación del material vegetal *Coffea arabica* L:

Se constató, que la muestra proporcionada corresponde a *C. arabica* L y se asignó un número de voucher, la cual nos sirve para mantener una correcta trazabilidad del estudio. Veamos el ejemplo de datos de recolección:

Tabla N°2: Cuantificación de escopoletina en extractos secos de *P. schiedeana* Ness

Familia	Rubiaceae
Fecha	20-febrero-2022
Lugar	Finca "El Zapote", La Palma, Chalatenango.
Coordenadas	Latitud: 14° 18' 33" N: Longitud 89° 15' 8" 45" O: 11340 msnm.
No. de Voucher	J. Menjivar y K. Contreras 5206.

Cuantificación de escopoletina en extractos secos de *P. schiedeana* Ness, en el cual se resumen los pasos para la ejecución de este proceso:

- Preparación de extractos hexánico y etanólico de hojas y corteza de *Persea schiedeana* Ness: Se realizó el mismo procedimiento, tanto para hojas y corteza, por separado y para preparar el extracto etanólico, solamente se cambió de solvente.

- Preparación de extracto acuoso de hojas y corteza de *Persea schiedeana* Ness.

- Preparación de muestra para HPLC-DAD: Este procedimiento se realizó por triplicado en cada extracto dando como resultado 24 muestras.

Cuantificación de cafeína y trigonelina en café tostado de *C. arabica* L. en el cual se resumen los pasos para la ejecución de este proceso:

- Preparación de infusiones de especie vegetal

Preparación de muestras y soluciones estándar de *C. arabica* L. en el cual se resumen los pasos para la ejecución de este proceso:

- Preparación de muestra para HPLC-DAD

- Preparación de la solución stock de cafeína.

- Preparación de la solución stock de trigonelina

- Preparación de soluciones combinadas de cafeína y trigonelina

- Preparación de fases móviles para cuantificación de cafeína y trigonelina por método HPLC-DAD

- Método analítico propuesto para cuantificación de cafeína y trigonelina

Verificación de parámetros de validación en métodos analíticos para cuantificación de metabolitos secundarios, a continuación, se resumen los procesos para la ejecución de este proceso:

- Selectividad

- Linealidad

- Repetibilidad, precisión intermedia y exactitud.

- Límite de detección y cuantificación

Resultados.

Cuantificación del metabolito secundario de escopoletina en *Persea schiedeana* Ness:

Tabla N°3: Datos obtenidos de las muestras de *P. schiedeana* Ness

Extracto acuoso				
Parte Vegetal	Área	$\mu\text{g/mL} \pm \text{SD}$	mg de escopoletina / g extracto	mg de escopoletina/100 g de hoja seca
Hojas	0.039	0.3300 ± 0.0036	0.3301 ± 0.0036	1.6366 ± 0.0036
	0.041	0.3318 ± 0.0036	0.3318 ± 0.0036	1.6452 ± 0.0036
	0.033	0.3248 ± 0.0036	0.3249 ± 0.0036	1.6108 ± 0.0036
Corteza	0.007	0.3023 ± 0.0018	0.3023 ± 0.0018	0.4025 ± 0.0018
	0.011	0.3057 ± 0.0018	0.3058 ± 0.0018	0.4071 ± 0.0018
	0.008	0.3031 ± 0.0018	0.3032 ± 0.0018	0.4037 ± 0.0018
Extracto etanólico				
Parte Vegetal	Área	$\mu\text{g/mL} \pm \text{SD}$	mg de escopoletina / g extracto	mg de escopoletina/100 g de hoja seca
Hojas	0.024	0.3170 ± 0.0075	0.3171 ± 0.0075	4.8792 ± 0.0075
	0.039	0.3300 ± 0.0075	0.3301 ± 0.0075	5.0796 ± 0.0075
	0.024	0.3170 ± 0.0075	0.3171 ± 0.0075	4.8792 ± 0.0075
Corteza	0.003	0.2988 ± 0.0009	0.2988 ± 0.0075	1.1617 ± 0.0075
	0.004	0.2997 ± 0.0009	0.2997 ± 0.0075	1.1651 ± 0.0075
	0.002	0.2979 ± 0.0009	0.2980 ± 0.0075	1.1583 ± 0.0075
Extracto hexánico				
Parte Vegetal	Área	$\mu\text{g/mL} \pm \text{SD}$	mg de escopoletina / g extracto	mg de escopoletina/100 g de hoja seca
Hojas	0.052	0.3500 ± 0.0048	0.35006 ± 0.0048	0.83880 ± 0.0048
	0.047	0.3457 ± 0.0048	0.34572 ± 0.0048	0.82840 ± 0.0048
	0.041	0.3405 ± 0.0048	0.34051 ± 0.0048	0.81592 ± 0.0048
Corteza	0.155	0.4394 ± 0.0036	0.43949 ± 0.0048	0.50791 ± 0.0048
	0.149	0.4342 ± 0.0036	0.43428 ± 0.0048	0.50188 ± 0.0048
	0.147	0.4325 ± 0.0036	0.43254 ± 0.0048	0.49988 ± 0.0048

Cuantificación de los metabolitos secundarios de cafeína y trigonelina en *C. arabica* L

Tabla N°4: Cantidad de cafeína y trigonelina determinada por HPLC-DAD

Muestra "Café"	Peso de muestra	Área Cafeína	$[\mu\text{g/mL}]$	Promedio ($\mu\text{g/mL}$)	Cafeína en "Café" tostado	% cafeína en "Café"
(1)	8.253	254.723	336.96	354.83	6.124 mg/g	0.612
(2)	8.251	275.093	363.90		6.615 mg/g	0.661
(3)	8.253	274.884	363.62		6.608 mg/g	0.660
Muestra "café"	Peso de muestra	Área Trigonelina	$[\mu\text{g/mL}]$	Promedio ($\mu\text{g/mL}$)	Trigonelina en "café" tostado	% trigonelina en "café"
(1)	8.253 g	168.007	392.25	352.67	7.129 mg/g	0.712
(2)	8.258 g	140.783	331.11		6.014 mg/g	0.601
(3)	8.252 g	144.038	336.66		6.119 mg/g	0.611

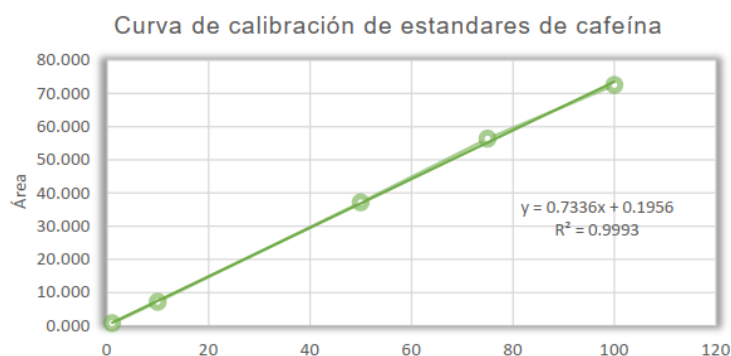


Figura N°1: Curva de calibración de estándares de cafeína.

Análisis de los Resultados.

Tabla N° 3: En esta tabla se reflejan los resultados para *P. schiedeana*, en donde se encuentra la cantidad de miligramos de escopoletina que hay en relación con cada uno de los diferentes extractos realizados. Se observa que existe mayor cantidad de escopoletina, cuando el solvente empleado es etanol, con un rango de 4.8792-5.0796 mg / 100 g de hojas seca y de 1.1583-1.1651 mg / 100 g de corteza seca, pero es de interés observar que fue posible detectar por igual, cantidades importantes de escopoletina, tanto para los extractos acuosos y hexánicos de hojas y corteza de *P. schiedeana* Ness.

Tabla N° 4: En esta tabla se reflejan los resultados obtenidos de cafeína y trigonelina en Café. A pesar de que existen variaciones importantes en la concentración de los componentes del Café, esto debido a su variedad y el tostado del grano del café. De acuerdo con el Reglamento Técnico Salvadoreño, se exige un mínimo de cafeína de 0.4% en cafés sin descafeinar, (39,41) por lo que se puede decir que los datos obtenidos concuerdan con los valores aceptados que se presentan en la especie de *Coffea arabica* L.

En la Figura N°1, tenemos la curva de calibración de estándares de cafeína, y se puede observar el comportamiento de los datos de área vs concentración de los 5 niveles de la curva de calibración de linealidad de cafeína realizada y simultáneamente, se estimó el intercepto y la pendiente, de acuerdo con estos datos la ecuación ajustada es $Y = 0.7336x + 0.1956$.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- El extracto etanólico de hojas que presento un rendimiento del 15.40%, indica afinidad con el solvente de extracción utilizado. A partir de los resultados obtenidos, se cuantificó la cantidad de escopoletina encontrada en los extractos, y se encontró que fue el extracto etanólico de hojas de *P. schiedeana* Ness el que presento una mayor cantidad del metabolito secundario.

- Seleccionar las condiciones experimentales más favorables para llevar a cabo esta determinación, las cuales son: fase móvil A: agua: ácido acético (1:10) y B: Metanol, método gradiente, longitud de onda a 348 nm y un flujo de 1 mL/min, es muy eficaz para el desarrollo del método para cuantificar escopoletina en *P. schiedeana* Ness.

- Seleccionar las condiciones experimentales más favorables para llevar a cabo esta determinación cuantitativa de cafeína y trigonelina en *Coffea arabica* L, tomando en cuenta las mejores condiciones experimentales, tales como el uso de fase móvil A: agua: ácido acético (1:10), método isocrático A:95% y B:5%, longitud de onda de 266 nm y flujo de 1 mL/ min, se adaptaron a la metodología analítica por HPLC-DAD.

Recomendaciones:

- Se sugiere a los estudiantes que realizaron esta investigación, utilizar como solvente de extracción Etanol, para poder tener una mayor obtención de metabolito secundario de escopoletina en *P. schiedeana* Ness

- Se recomienda que al momento de recolección y almacenamiento de las especies vegetales de *P. schiedeana* Ness y *C. arabica* L, tener muy presente las condiciones como la ausencia de calor y luz.

- Para unas futuras investigaciones se recomienda a los estudiantes realizar cuantificación de cafeína y trigonelina por HPLC-DAD en diferentes especies de café.

Bibliografía:

- Fuentes Leiva, M. Y. (2023). Cuantificación por HPLC-DAD de cafeína y trigonelina en *Coffea arabica* L y escopoletina en *Persea schiedeana* Ness. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/087b94b7-ec7a-4bb5-b693-af247167de78>

**DETERMINACION DE CARBONO Y NITROGENO TOTAL EN SUELOS
CULTIVADOS CON CACAO (*Theobroma cacao* L) EN EL CANTON CANGREJERA
IZALCO SONSONATE EL SALVADOR**

Álvarez Mirón Luis Enrique, Florián Jacobo Yúnior Ernesto
Facultad de Química y Farmacia, 2022

Resumen.

Se realizó la determinación de Carbono y Nitrógeno total con el objetivo de comparar las concentraciones en el suelo en ton/ha para carbono total y porcentaje de nitrógeno total entre parcelas cultivadas con cacao (*Theobroma cacao* L.) de diferentes edades bajo diferentes sistemas agroforestales. Se ejecutó el muestreo por el método de conglomerados en septiembre de 2019, la parte experimental se realizó en el laboratorio de Química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, utilizando las metodologías de combustión oxidativa en la determinación de CT y Kjeldahl para determinar el NT.

En los 3 suelos estudiados de las 3 parcelas de la finca cacaotera ubicada en el municipio de Izalco, departamento de Sonsonate en El Salvador, presentaron una alta concentración de nitrógeno total en comparación con un estudio realizado en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Palabras claves: Carbono, Nitrógeno, Cacao, Combustión oxidativa, Concentración.

Abstract

The determination of Carbon and Total Nitrogen was carried out with the aim of comparing the concentrations in the soil in tons/ha for total carbon and percentage of total nitrogen between plots cultivated with cocoa (*Theobroma cacao* L.) of different ages under different agroforestry systems. Sampling was carried out by the cluster method in September 2019, the experimental part was carried out in the Agricultural Chemistry laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, using the oxidative combustion methodologies in the determination of CT and Kjeldahl to determine the NT.

In the 3 soils studied in the 3 plots of the cocoa farm located in the municipality of Izalco, department of Sonsonate in El Salvador, they presented a high concentration of total nitrogen compared to a study carried out at the Colombian Agricultural Institute (ICA).

Keywords: Carbon, Nitrogen, Cocoa, Oxidative combustion, Concentration.

Introducción.

El Carbono y el Nitrógeno son dos elementos abundantes en el medio ambiente encontrándose generalmente combinado con otros elementos. El carbono es un elemento que es emitido a la atmósfera por procesos biológicos e industriales en forma de dióxido de carbono (CO₂) y las variaciones atmosféricas pueden ocasionar alteraciones en el clima en un tiempo determinado, dicha molécula se ve involucrada en el proceso de la fotosíntesis de las plantas, almacenándose el carbono en la planta el cual mediante procesos de respiración radicular y la descomposición de partes de las plantas es incorporado al suelo, en el que puede ser almacenado por largos periodo de tiempo.

Tanto el Nitrógeno como el Carbono son elementos esenciales para la fertilidad de los suelos, volviendo los suelos menos compactos y más productivos al aumentar su concentración, propiedad que se le atribuye a suelos con abundante vegetación como bosques y cultivos de plantas perennes en los que se encuentra el cultivo de cacao (*Teobroma cacao*), utilizando prácticas agrícolas tradicionales y con una mejor aportación al utilizar prácticas agrícolas orgánicas debido que la cantidad almacenada de estos elementos es la aportada por la planta sin la adición de componentes químicos que alteren la composición del suelo.

Cabe resaltar que esta investigación se realizó en una finca cultivada de cacao ubicada en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, en El Salvador, con el objetivo de cuantificar el carbono y el nitrógeno total presente en el suelo. Se muestrearon tres parcelas con un área de 1,500 m² aproximadamente, divididas por la edad de las plantas de cacao y los diferentes sistemas agroforestales (esta división fue realizada por el propietario), en las que se recolectaron 15 muestras en la calle (espacio que existe entre los surcos de las plantas del cacao) y 15 muestras en la banda de fertilización de las plantas (punto más próximo al cultivo), para análisis del carbono total y nitrógeno total, y 4 muestras para análisis de la densidad aparente por

cada parcela, para obtener un total de 90 muestras para análisis de carbono total y nitrógeno total y 12 muestras para análisis de la densidad aparente.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Equipos e instrumentación.

- Barreno
- Barreno de densidad
- Cilindro de densidad
- GPS de campo
- Hielera porta muestra
- Cinta métrica
- Bandeja de aluminio
- Estufa de aire circulante.

Procedimiento Experimental.

Reconocimiento de la finca:

En la visita se midió el terreno y se seleccionaron tres parcelas cultivadas con cacao, cada una posee plantas de cacao de diferente edad y diferente sistema agroforestal:

Parcela N° 1: posee árboles de cacao de ocho años y un sistema agroforestal compuesto por árboles de mango (*Mangifera indica*), mamey (*Mammea americana*), aguacate (*Persea americana*).

Parcela N° 2: posee árboles de cuatro años y el sistema agroforestal está compuesto únicamente con guineo de seda (*Musa paradisiaca* L.).

Parcela N° 3: posee árboles de ocho años y un sistema agroforestal compuesto de mamey, arrayan (*Psidium friedrichsthalium*), níspero (*Manilkara sapota*), aguacate y zapote (*Pouteria sapota*).

Recolección de las muestras de suelo:

Los pasos para realizar el muestreo fueron los siguientes:

- Definir la población objetivo.
- Determinar el tamaño de la muestra deseada.
- Identificar un marco de muestreo existente.
- Evaluar el marco de muestreo para la agrupación y hacer los ajustes cuando sea necesario.
- Determinar el número de grupos a seleccionar; se realiza dividiendo la finca en tres parcelas.
- Seleccionar el número de muestras por parcela.

Transporte de las muestras: Las muestras de suelo se transportaron en hieleras (a temperatura ambiente) al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, el mismo día que se realizó el muestreo y así continuar con la parte experimental del proyecto.

Pre-Tratamiento de las muestras

- **Secado:** Las muestras que se utilizaron para determinar carbono y nitrógeno total, fueron secadas a 40°C durante 48 horas, se utilizó esta temperatura para evitar la volatilización del nitrógeno del suelo
- **Cuarteo:** Las muestras de suelo secas se colocaron en una superficie plana en donde se extendieron hasta obtener un espesor uniforme, cada muestra se dividió en cuatro partes iguales, se seleccionaron dos esquinas opuestas y se descartaron las otras dos esquinas, luego el material seleccionado se vuelve a mezclar y se repite el proceso de cuarteo hasta que la muestra quede reducida al tamaño deseado.
- **Micronizado:** La muestra resultante del cuarteo se pulverizó con el mortero y pistilo de Ágata
para evitar posible contaminación.

- **Tamizado:** Las muestras de suelo se llevaron a un tamaño de partícula uniforme haciéndolas pasar por dos tamices: uno de 2 mm y otro de 0.5 mm, hasta obtener partículas de 74 μm aproximadamente.

Determinación de carbono total por el método de combustión oxidativa.

Para este proceso, se introduce una navicilla de porcelana con muestra de suelo al horno horizontal, el cual le inyecta oxígeno puro para la formación de dióxido de carbono (CO_2), la muestra es calcinada a $1,100^\circ\text{C}$, el CO_2 formado es captado por el Sensor de Infrarrojo Cercano No Dispersivo (sensor NDIR), el cual mide la cantidad de CO_2 determinando la cantidad de luz infrarroja absorbida en una distancia conocida

Densidad Aparente: Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso.

Determinación de nitrógeno total por el método de micro Kjeldahl: La determinación de nitrógeno se divide en tres etapas: Digestión, Destilación y Titulación.

Análisis estadístico: El estudio se dividió estadísticamente en 2 etapas:

1. Kolmogorov – Smirnov: con este estudio se logra determinar la distribución paramétrica o no paramétrica de los datos analizados y de esta manera elegir el análisis estadístico que mejor se adecue a la interpretación de los resultados obtenidos.

2. Análisis de varianza de un factor: Es un procedimiento que va dirigido a los datos obtenidos de las muestras de carbono y nitrógeno total, y luego ejecutar un análisis estadístico.

Resultados.

Muestreo por conglomerado: El muestreo realizado en los suelos de la finca se tomó como base el artículo científico “Muestreo por conglomerado para manejo forestal, Quintana Roo, México.

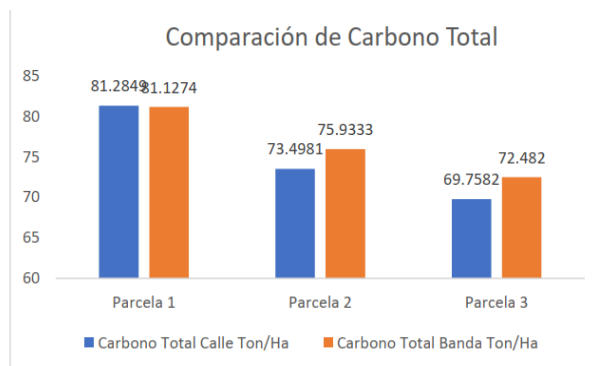


Figura N° 1: Determinación de Carbono en las 3 parcelas

Determinación de nitrógeno total; llevada a cabo por el método Kjeldahl, obteniendo resultado en porcentajes, comparado con los análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes.

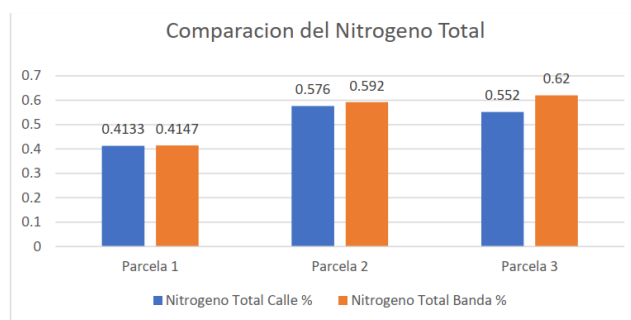


Figura N° 2: Resultados promedio de nitrógeno total

Comparación de resultados de nitrógeno total con un estudio del ICA;

Tabla N°1: Resultados promedio de nitrógeno

Cuadro N°1. Resultados promedio de nitrógeno en la finca de cacao comparados con el análisis de suelo del ICA

Clima*	Bajo*	Medio*	Alto*	Resultados promedio de nitrógeno en la finca de cacao (Clima cálido)	
Frío (menos de 8° C)	Menor a 0.25%	0.25% - 0.50%	Mayor de 0.50%	Parcela 1	0.414%
Medio (entre 8 y 18° C)	Menor a 0.15%	0.15% - 0.25%	Mayor de 0.25%	Parcela 2	0.584%
Cálido (entre 18 y 27° C)	Menor a 0.10%	0.10% - 0.20%	Mayor de 0.20%	Parcela 3	0.586%

Análisis Estadístico.

Tabla N°2: Resultados de la prueba de Kolmogorov- Smirnov;

Análisis estadístico por Parcela	Datos	
	Carbono Total	Nitrógeno Total
Media	75.6807	0.5280
Desviación estándar	8.35160466	0.14457376
Mínimo	56.5162	0.25
Máximo	97.3026	0.96
Rango	40.7864	0.71
Número de datos	90	90
Sturges	7.49199362	7.49199362
Raíz de n	9.48683298	9.48683298
Tamaño de intervalo <100	5.44399756	0.09476783

Tabla N°3: Análisis de Kolmogorov- Smimov

Tabla de Kolmogorov Smirnov					
Carbono total			Nitrógeno total en parcela 1		
Estadístico Kolmogorov	0.05613481		Estadístico Kolmogorov	0.10483362	
Nivel de significancia 0.05	0.24830089		Nivel de significancia 0.05	0.24830089	
Grados de libertad	90		Grados de libertad	90	
Hipótesis nula	Se acepta		Hipótesis nula	Se acepta	

Tabla N°4: Resultados de la prueba de ANOVA de un factor;

Análisis de Varianza de Carbono Total						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1567.8365	2	783.91823	14.698938	3.16576E-06	3.1012958
Dentro de los grupos	4639.8513	87	53.331624			
Total	6207.6877	89				
Se rechaza la hipótesis nula						
Análisis de Varianza de Nitrógeno Total						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.58488	2	0.29244	19.9490967	7.3922E-08	3.10129576
Dentro de los grupos	1.27536	87	0.01465931			
Total	1.86024	89				
Se rechaza hipótesis nula						

Análisis de resultados.

Determinación de carbono en las 3 parcelas estudiadas; En la Figura 1: se muestran los resultados promedio de carbono total en suelos cultivados con cacao. Cabe resaltar que en la parcela 1 existe una mayor acumulación de carbono total con resultados promedio de 81.2849 ton/ha. Y en la parcela 3, se muestran los resultados de menor concentración de carbono.

Determinación de nitrógeno total; En la figura 2: se muestran los resultados promedio de nitrógeno total en suelos cultivados con cacao. Se puede observar que la parcela 3 es donde mayor acumulación de nitrógeno total hay, teniendo un 0.62%. Mientras que la parcela 1 fue la de menos acumulación de nitrógeno total, con un promedio de 0.41%.

Comparación de resultados de nitrógeno total con un estudio del ICA; En la tabla 1: se tienen los resultados promedio de nitrógeno en la finca de cacao comparados con el análisis de suelo ICA. Por lo tanto, se considera que existe un alto porcentaje de nitrógeno en la finca ya que la zona climática a la que pertenece El Salvador es cálida y húmeda.

Análisis Estadístico.

Resultados de la prueba de Kolmogorov- Smirnov; En la Tabla 2: se tiene los resultados de análisis descriptivo de carbono y nitrógeno total en la finca de cacao, lo cual nos indica una media de 75.6807 y una desviación estándar de 8.3516.

Por lo tanto, indica una baja variabilidad en los datos y un sesgo menor entre los puntos máximos y mínimos, ya que el valor obtenido en la desviación estándar es menor que la media.

En la tabla 3: se presenta el Análisis de Kolmogorov – Smirnov de los resultados de carbono y nitrógeno total en la finca de cacao.

Resultados de la prueba de ANOVA de un factor; En la tabla 4: se presentan los resultados de ANOVA con un intervalo de confianza de 95% de carbono y nitrógeno total, el valor estadístico de prueba para carbono total $F = 14.698938$ es significativamente mayor al valor crítico para $F (3.1012958)$; y en el valor estadístico para nitrógeno total $F = 19.9490967$ es mayor al valor crítico para F que es de 3.10129576, el cual establece que, existe diferencia significativa con un intervalo de confianza del 95% entre las medias porcentuales de nitrógeno y Ton/ha entre parcelas, por ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, encontrando que existe diferencia significativa en al menos un punto de muestreo entre las parcelas, demostrando que el

carbono y nitrógeno total en cada punto de muestreo depende de los sistemas agroforestales de cada parcela.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones:

- Se concluye que donde hubo mayor acumulación de carbono total en las 3 parcelas estudiadas, fue en la parcela 1, obteniendo un promedio de 81.2062 ton/ha.
- Se concluye que donde hubo mayor concentración de nitrógeno total en las 3 parcelas estudiadas, fue en la parcela 3, obteniendo un 0.586%, valor comparado con el estudio del ICA.
- Con la prueba de ANOVA de un factor se demostró que existen diferencias significativas de carbono y nitrógeno total entre cada una de las parcelas, demostrando que el carbono y nitrógeno total en cada punto de muestreo depende de los sistemas agroforestales de cada parcela.

Recomendaciones:

- Se recomienda a futuras investigaciones, realizar diferentes estudios sobre la capacidad de los suelos para capturar carbono total comparando la época seca y lluviosa en el país.
- Se recomienda a estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia, realizar diferentes investigaciones sobre la capacidad de los suelos, para capturar carbono total en cultivos que en la época seca son manejados con sistemas de riego.
- Se recomienda a los estudiantes que llevaron a cabo esta investigación, estimar el almacenamiento de carbono total en la finca de cacao evaluada en esta investigación de manera destructiva del cultivo para obtener un estudio completo sobre el carbono total.

Bibliografía:

- Álvarez Mirón L. E, Florián Jacobo Y. E (2022). Determinación de carbono y nitrógeno total en suelos cultivados con cacao (*Theobroma cacao* L) en el cantón Cangrejera Izalco Sonsonate El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/49468909-0a46-4dd1-a79c-fe8d351f85d7>

DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLIFENOLES EN LA TRILLA DE *Coffea arabica* (CAFÉ) DEL BENEFICIADO HONEY

Estrada Polanco Adriana Lissette; García Rivas Angela Margarita

Facultad de Química y Farmacia, 2021

Resumen.

La siguiente investigación tiene como objetivo determinar la Actividad Antioxidante de polifenoles presentes en la trilla de *Coffea arabica* (café) del beneficiado honey, procedente de la finca industrial Ibiza ubicada en el cantón El Zarzal, municipio de la Palma, departamento de Chalatenango.

Los metabolitos polifenólicos presentes en el analito fueron extraídos, donde se utilizaron tres tipos de solventes: mezcla hidroalcohólica 70:30, 50:50 y solvente acuoso, empleando el método ultrasónico para obtener el extracto en estado líquido, posteriormente se concentraron las muestras en el equipo Genevac EZ-Plus para obtener extracto en estado sólido. La herramienta utilizada en esta investigación para obtener los resultados fue ANOVA, que indicó una diferencia significativa de actividad antioxidante en cada una de las mezclas de analito. Se utilizó el método Tukey, que indicó que la extracción con mezcla hidroalcohólica 50:50 posee mayor actividad antioxidante con una media de 29.29 μM .

Palabras clave: Polifenoles, metabolitos, solventes, actividad antioxidante y analito.

Abstract.

The following research aims to determine the Antioxidant Activity of polyphenols present in the threshing of *Coffea arabica* (coffee) from the honey mill, from the Ibiza industrial farm located in the canton of El Zarzal, municipality of La Palma, department of Chalatenango.

The polyphenolic metabolites present in the analyte were extracted, where three types of solvents were used: hydroalcoholic mixture 70:30, 50:50 and aqueous solvent, using the ultrasonic method to obtain the extract in a liquid state, subsequently the samples were concentrated in the Genevac EZ-Plus equipment to obtain an extract in a solid state. The tool used in this research to obtain the results was ANOVA, which indicated a significant difference in antioxidant activity in

each of the analyte mixtures. The Tukey method was used, which indicated that the extraction with a 50:50 hydroalcoholic mixture has greater antioxidant activity with an average of 29.29 μM .

Keywords: Polyphenols, metabolites, solvents, antioxidant activity and analyte.

Introducción.

En el café se han logrado avances muy importantes y significativos de estudio para la obtención de diferentes sustancias químicas que posee. Uno de esos propósitos es encontrar la manera de obtener productos antioxidantes de origen natural que contribuyan a disminuir la acción de radicales libres en el cuerpo humano ya que estos radicales libres pueden inducir a daños oxidativos a las biomoléculas.

Debido a la importancia que tiene la actividad antioxidante de los polifenoles, es necesario dar a conocer al sector cafetalero una manera viable de reutilizar la trilla y que este pueda convertirse en suministrador principal por medio de automatización de procesos de beneficiado de la trilla de café Honey, a algunos subsectores de la industria nacional. La investigación se llevó a cabo en un período de febrero a agosto de 2019, los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Bromatológico, Laboratorio de Investigación en Productos Naturales de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, donde se tomaron muestras de trilla de café, en la planta industrial IBIZA del municipio de la palma, departamento de Chalatenango, aplicando un plan de muestreo dirigido, a la que se realizó la determinación de la actividad antioxidante por medio del reactivo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), mediante el análisis espectrofotométrico UV visible para ello se obtuvo la extracción de metabolitos por medio del método ultrasónico en la que se utilizaron como solventes dos mezclas hidroalcohólicas y una solución acuosa; y para la recuperación del extracto se evaporó el solvente empleando el equipo Genevac EZ-plus.

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando la herramienta de varianza ANOVA para conocer la diferencia significativa de actividad antioxidante entre las mezclas; Así también se utilizó el método estadístico Tukey del cual se obtuvo un resultado significativo, sobre la mezcla que tienen mayor actividad antioxidante que poseen los metabolitos presentes en la trilla del café, del beneficiado Honey.

Equipos e Instrumentación.

- Balanza granataria
- Refrigeradora
- Licuadora con aspas de acero inoxidable.
- Desecador
- Ultrasonido
- Genevac EZ 2 Plus
- Balanza semianalítica
- Balanza analítica.
- Espectrofotómetro UV.

Procedimiento Experimental.**Preparación de la muestra de trilla de café Honey antes de la extracción:**

Acá se realizó la preparación de la muestra, donde se hizo una mezcla de todo el contenido recolectado en las tres bolsas y se tamizó para obtener partículas más finas y luego ser fue almacenado en un desecador.

Preparación de las mezclas de solventes para la extracción de metabolitos:

Se realizó mediante dos mezclas hidroalcohólica: 50:50 y una a 70:30.

Extracción de metabolitos polifenólicos:

En este proceso se tomaron las dos mezclas hidroalcohólicas: 50:50 y una a 70:30, donde se ocupó 50ml de cada una de estas dos mezclas y se les agregó 1.25g de muestra de trilla de café.

Se colocaron las muestras en el ultrasonido durante 30 minutos con las siguientes condiciones: Potencia: 100 W, T: 25°C, Frecuencia: 37 Hz)

Recuperación del extracto:

Se tuvieron unas muestras, y estas se concentraron en equipo Genevac EZ-2 Plus a 45 ° C durante 10 horas a 911 milibar de presión utilizando el método acuoso programado en el equipo. Luego se colocaron las muestras en desecador, y se pesaron hasta obtener un peso constante no mayor de 0.05 g.

Cuantificación de actividad antioxidante por medio del método DPPH.**- Preparación de la solución del método DPPH 500 μ M:**

Se realizó a través del método de DPPH, donde se requirió la realización de los cálculos pertinentes para determinar así la cantidad de DPPH suficiente para que este lograra hacer la reacción con el analito

- Preparación de soluciones para obtener la curva de calibración con estándar Trolox:

Esto se hizo a partir de una solución madre de 500 μ M, donde se prepararon 6 concentraciones

diferentes de Trolox (250 μ M, 100 μ M, 50 μ M, 25 μ M, 12.5 μ M, 6.25 μ M, 0 μ M).

- Preparación de la muestra de extracto recuperado de trilla de café:

Se tiene una pequeña cantidad de muestra de extracto recuperado de trilla de café y se le agregó agua ultrapura.

- Lectura de curva de calibración con estándar Trolox:

Se realizó con la ayuda de un espectrofotómetro a 515nm. Donde a cada muestra a analizar se le agregó 950 μ L de DPPH. Este proceso de lectura se realizó con luces apagadas para evitar oxidación del reactivo, debido a que es fotosensible.

- Lectura de las muestras de extracto recuperado de café Honey:

Se realizó con la ayuda de un espectrofotómetro a 515nm. Donde a cada muestra a analizar se le agregó 950 μ L de DPPH. Las lecturas se leen por triplicado protegido de la luz con papel aluminio.

Diseño estadístico.

Una vez se obtuvieron los resultados de la determinación de la actividad antioxidante por medio del reactivo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), se realizó un análisis de varianza multifactorial (ANOVA); donde se determinó si existe diferencia significativa entre cada uno de los solventes utilizados para la extracción de polifenoles evaluando así, la importancia de utilizar dichas mezclas para la obtención de actividad antioxidante.

Resultados.

Información obtenida de cómo se realiza el beneficiado Honey:

Para el café Honey, se obtuvo a través del procedimiento llamado beneficiado Honey, donde conserva el mucílago en la superficie de su pergamino y en la corteza del grano después de haber sido procesado por una máquina.

Extracción de metabolitos polifenólicos de trilla de café Honey, por medio de una mezcla de solventes utilizando el método ultrasonido.

- Preparación de las mezclas de solventes para la extracción de metabolitos:

Se prepararon 3 tipos de mezclas de solventes que se utilizaron para realizar el procedimiento, obteniendo así, mezcla hidroalcohólica 50:50, mezcla hidroalcohólica 70:30 y el solvente acuoso.

- Extracción de metabolitos polifenólicos:

Se realizó este proceso por extracción ultrasonido. Los resultados al alcohol isopropílico para la extracción de compuestos fenólicos siendo este de 0.94252g mediante un proceso de extracción asistido por ultrasonido durante 30 min.

Cuantificación de la actividad antioxidante del extracto obtenido utilizando el reactivo 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH)

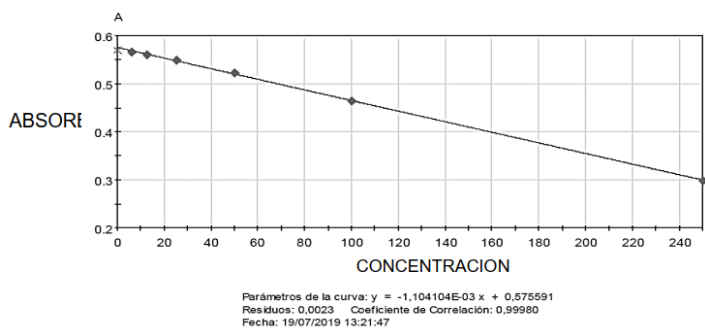


Figura N° 1: Curva de calibración del estándar Trolox

Método de análisis ANOVA.

Tabla N°1: Resultado de las medias obtenidas en análisis ANOVA

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
HA50:50	6	29.29	5.52	(25.58; 33.00)
HA70:30	6	16.97	3.91	(13.26; 20.69)
H ₂ O	6	18.88	2.96	(15.17; 22.59)

Desv.Est. agrupada = 4.26525

Método de análisis Tukey.

Tabla N°2: Resultados de Comparaciones en parejas de Tukey con información agrupada utilizando índice confianza del 95%

Factor	N	Media	Agrupación	
HA50:50	6	29.29	A	
H ₂ O	6	18.88		B
HA70:30	6	16.97		B

Análisis de los Resultados.

Información obtenida de cómo se realiza el beneficiado Honey:

Este proceso se realiza después de recolectar la uva madura, en el cual se seleccionan los granos con daños físicos y se separaron para pasar al despulpado, seguidamente se quita la corteza roja del grano y así se lleva el café ya procesado a las camas secadoras de café a 11° C

aproximadamente, obteniendo el grano de café Honey con características fundamentales como la superficie cubierta por completo de mucilago (miel o cristales de miel).

Extracción de metabolitos polifenólicos de trilla de café Honey, por medio de una mezcla de solventes utilizando el método ultrasonido.

Preparación de las mezclas de solventes para la extracción de metabolitos:

Se demuestra que, con estos 3 tipos de solventes, la eficacia de una extracción significativamente mayor de polifenoles de una mezcla hidroalcohólica (50% de agua y 50% de etanol), frente a una de disolvente (100% agua), la mezcla hidroalcohólica (25% de agua y 75% de etanol) o la mezcla hidroalcohólica (75% de etanol y 25% agua). Por esa razón el etanol un solvente seguro y se empleó para la extracción de metabolitos.

Extracción de metabolitos polifenólicos: Los resultados que se obtuvieron por investigaciones, se determinó el efecto de las variables independientes sobre el contenido de compuestos fenólicos de subproductos del café de la variedad *arábica*, siendo la relación líquido-sólido y el tiempo de extracción las variables más influyentes.

Se puede indicar mediante resultados que los granos de café son una fuente potencial de compuestos fenólicos que pueden recuperarse fácilmente.

Cuantificación de la actividad antioxidante del extracto obtenido utilizando el reactivo 2,2-difenil1-picril hidrazilo (DPPH).

Según los datos de la **Figura 1**; se muestra una curva de calibración que indica la relación directamente proporcional entre la concentración y las absorbancias obtenidas. Y señala que entre menor sea la absorbancia obtenida mayor será la concentración.

Método de análisis ANOVA.

Se observa en la **Tabla N°1** los resultados del método estadístico ANOVA, se observa que el resultado mayor de actividad antioxidante obtenida en la extracción se encuentra en la mezcla hidroalcohólica 50:50, ya que alcanza un índice de confianza (IC) de 95% de (25.58; 33.00). También se determina que la mezcla hidroalcohólica 50:50 (HA50:50) con el dato de 5.52, presenta una mayor variabilidad de actividad antioxidante a diferencia de los factores de la mezcla

hidroalcohólica 70:30 (HA70:30) y solvente acuoso (H₂O), los cuales reflejan una desviación estándar de 3.91 y 2.96 respectivamente.

Método de análisis Tukey.

En la tabla 2, se observan los resultados obtenidos en el método estadístico Tukey. En los resultados obtenidos de actividad antioxidante por el método ANOVA, el método Tukey muestra que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Podemos asegurar que la mezcla hidroalcohólica 70:30 y el solvente acuoso comparten en la columna de agrupación la letra B que indica que, son significativamente iguales, a diferencia de la mezcla hidroalcohólica 50:50, que refleja que posee una mayor actividad antioxidante de esta manera, se confirma que las medias son diferentes estadísticamente, obteniendo como resultado que la mezcla hidroalcohólica 50:50 es significativamente diferente a la mezcla hidroalcohólica 70:30 y el solvente acuoso, por lo tanto la mezcla hidroalcohólica 50:50 con una media de 29.29 μ M posee una mayor actividad antioxidante.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Según los resultados obtenidos estadísticamente en la mezcla hidroalcohólica etanol: agua 50:50, esta posee una concentración de 29.29 μ M de actividad antioxidante.
- La investigación reflejó que, los subproductos de café honey como la trilla, son fuentes potenciales de antioxidantes que disminuyen la acción de radicales libres, donde se confirma la presencia de polifenoles.
- El mejor solvente de extracción de polifenoles fue la mezcla hidroalcohólica etanol: agua 50:50, debido a que el etanol es un solvente seguro.

Recomendaciones:

- Se recomienda a los estudiantes realizar más investigaciones y estudios como este, a más fincas del país, utilizando extractos de la trilla de café honey.

- Se recomienda a futuras investigaciones y estudios, realizar extracciones de polifenoles en subproductos de café, utilizando solventes orgánicos como el alcohol isopropílico, metanol, etanol y acetona y comparar la concentración de actividad antioxidante.
- Se recomienda proponer la validación del método de determinación de actividad antioxidante mediante espectrofotometría UV-VIS utilizando el reactivo DPPH.

Bibliografía:

- Estrada Polanco A. L, García Rivas A.M(2021). Determinación de actividad antioxidante de polifenoles en la trilla de *Coffea arabica* (café) del beneficiado Honey. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/cb2556d5-8650-4440-b5a6-7b868b1447f0>

DETERMINACIÓN DE PLOMO EN *Lycopersicon esculentum* (TOMATE) POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO

Diana Marisol Martínez Pérez

Facultad de Química y Farmacia, 2019

Resumen.

La investigación cuantificó las concentraciones de Plomo en 96 muestras de *Lycopersicon esculentum* (Tomate) de tres variedades o zonas de cultivo (3064, Toliman, Tocayo) en el valle de Zapotitán, Sitio del Niño. Se empleó Espectrometría de Absorción Atómica con horno de grafito, comparando los resultados con el límite de 0.1 ppm establecido por FAO/OMS y Codex Alimentarius. También se analizó el agua de pozo usada para riego mediante Test de Plomo Spectroquant. Se detectó Plomo en todas las muestras, pero solo dos (Toliman B29 y B30) superaron el límite permitido. Sin embargo, los promedios de las tres variedades no lo sobrepasaron. El agua del pozo presentó 1.27 mg/L de Plomo, excediendo los valores normativos, lo que la identifica como la principal fuente de contaminación. Se recomienda tratar el agua o dejar de usarla para riego.

El Análisis de Varianza de un Factor confirmó que las concentraciones de Plomo no varían según la zona de recolección. Además, aplicando la técnica de muestreo Militar Estándar, se rechazó el lote de tomates, pues se detectaron dos unidades contaminadas cuando solo se permite una. El estudio se desarrolló durante un año en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia y la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Palabra claves: Plomo, *Lycopersicon esculentum*, espectrometría de absorción atómica, horno de grafito, contaminación, agua de riego, análisis de varianza (ANOVA), Codex Alimentarius, FAO/OMS, metales pesados.

Abstract.

The study quantified Lead concentrations in 96 samples of *Lycopersicon esculentum* (Tomato) from three varieties or cultivation zones (3064, Toliman, Tocayo) in the Zapotitán Valley, Sitio del Niño. Graphite furnace atomic absorption spectrometry was used, comparing results with the 0.1 ppm limit set by FAO/WHO and Codex Alimentarius. Well water used for irrigation was also analyzed using the Spectroquant Lead Test.

Lead was detected in all samples, but only two (Toliman B29 and B30) exceeded the allowed limit. However, the average concentrations of the three varieties did not surpass the limit. The well water contained 1.27 mg/L of Lead, exceeding regulatory values, making it the main contamination source. It is recommended to treat the water or discontinue its use for irrigation.

A One-Way ANOVA confirmed that Lead concentrations did not vary by collection site. Additionally, using the Military Standard Sampling Technique, the tomato batch was rejected since two contaminated units were found when only one is allowed.

The study was conducted over one year in the laboratories of the Faculty of Chemistry and Pharmacy and the Faculty of Agronomic Sciences at the University of El Salvador.

Equipo e instrumentación.

Para la determinación de plomo en las muestras de tomate, se utilizó un **Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito Shimadzu AA-7000 GFA-7000**. Este equipo permite la cuantificación precisa de elementos en concentraciones muy bajas y es adecuado para el análisis de metales pesados en muestras ambientales y alimenticias

Espectrómetro de Absorción Atómica (EAA) con horno de grafito: Este equipo es el más eficaz para determinar y cuantificar la concentración de plomo en las muestras de tomate. Permite medir con precisión metales pesados en soluciones líquidas tras el tratamiento de las muestras.

Test de Plomo Método fotométrico: Se utilizó para el análisis del agua de riego, con un rango de detección de 0.010 - 5.00 mg/L de plomo. El equipo utilizado fue un *Spectroquant*®, que permite medir concentraciones de plomo en líquidos de forma precisa.

Materiales de laboratorio:

- Reactivos específicos para el tratamiento de las muestras: Se utilizaron reactivos para deshidratar, triturar y calcinarlas, así como para obtener la solución con clorhidrato de plomo.
- Controles de calidad: Se incluyeron controles de calidad para verificar la exactitud y fiabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones de plomo.
- Instrumentos para recolección y procesamiento de muestras:

- Balanza y material para triturar y deshidratar las muestras de tomate: Se utilizaron para preparar las muestras vegetales antes de su análisis.
- Crisoles o equipos para la calcinación de las muestras: Para tratar las muestras a altas temperaturas para liberar el plomo contenido en ellas.

Procedimiento Experimental.

- *Recolección y preparación de muestras*

Se recolectaron **96 muestras** de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el Valle de Zapotitán, siguiendo un muestreo en zigzag. Las muestras fueron transportadas en bolsas de polietileno limpias y etiquetadas.

- *Pretratamiento de las muestras*

Se lavaron con agua potable y detergente, luego enjuagadas con agua destilada.

Se cortaron en cuatro partes y se deshidrataron en una estufa a **65 °C por 48 horas**.

Posteriormente, se molieron con un mortero hasta obtener un polvo fino

- *Preparación de muestras para análisis*

Se pesaron **2 g de muestra** en crisoles de porcelana previamente tarados.

Se calcinó en un **horno de mufla a 550 °C por 2 horas**.

Las cenizas obtenidas fueron disueltas en ácido clorhídrico y filtradas

- *Cuantificación de plomo*

Se utilizó **Espectrometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito (Shimadzu AA-7000 GFA-7000)**.

Se estableció una curva de calibración con estándares de plomo de **2, 5, 10 y 20 ppb**.

Se midió la concentración de plomo en las muestras a una **longitud de onda de 283.3 nm**

- *Análisis del agua de riego*

Se tomó una muestra de **1 litro de agua del pozo de riego**.

Se ajustó el pH y se analizó en un **fotómetro a 525 nm**

- ***Control de calidad***

Se incluyeron **5 controles de calidad** en las 96 muestras, sumando un total de **101 análisis**.

Se analizaron blancos y estándares para asegurar la precisión de los resultados

Resultados

- **Cuantificación de Plomo en las Muestras de Tomate**

Se analizaron 96 muestras de tomate (*Lycopersicon esculentum*) provenientes de tres variedades: 3064, Toliman y Tocayo. La cuantificación de plomo se realizó mediante Espectrometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N°1. Concentraciones de Plomo en ppm por variedad de cultivo

Variedad	Concentración promedio (ppm)	Límite permitido (FAO/OMS) (ppm)
3064	0.0279	0.1
Toliman	0.0648	0.1
Tocayo	0.0527	0.1

Se observa que ninguna de las variedades supera el límite permitido por la FAO/OMS, sin embargo, dos muestras específicas de la variedad Toliman (B29 y B30) excedieron este umbral.

- **Análisis del Agua de Riego**

Para evaluar la posible fuente de contaminación, se analizó una muestra de agua proveniente del pozo de riego de los cultivos.

Tabla N°2. Comparación de concentración de Plomo en agua de riego con normativas internacionales

Fuente de agua	Concentración medida (mg/L)	Límite permitido (mg/L)
Pozo de riego	1.27	0.01 Norma Salvadoreña)

Los resultados indican que el agua utilizada para el riego contiene una concentración de plomo significativamente superior al límite establecido, sugiriendo que podría ser la principal fuente de contaminación en los tomates.

- **Análisis de Varianza (ANOVA)**

Para determinar si existen diferencias significativas en la concentración de plomo entre las variedades de tomate analizadas, se realizó un análisis de varianza de un factor (ANOVA).

Tabla N°3. Resumen del ANOVA para concentración de plomo en tomate

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P-valor
Entre grupos	0.00317	2	0.00159	2.17	0.119
Dentro de grupos	0.06791	93	0.00073	-	-
Total	0.07108	95	-	-	-

Dado que el valor de P (0.119) es mayor a 0.05, no se encontraron diferencias significativas en la concentración de plomo entre las tres variedades de tomate analizadas.

- Gráficos de Concentraciones de Plomo

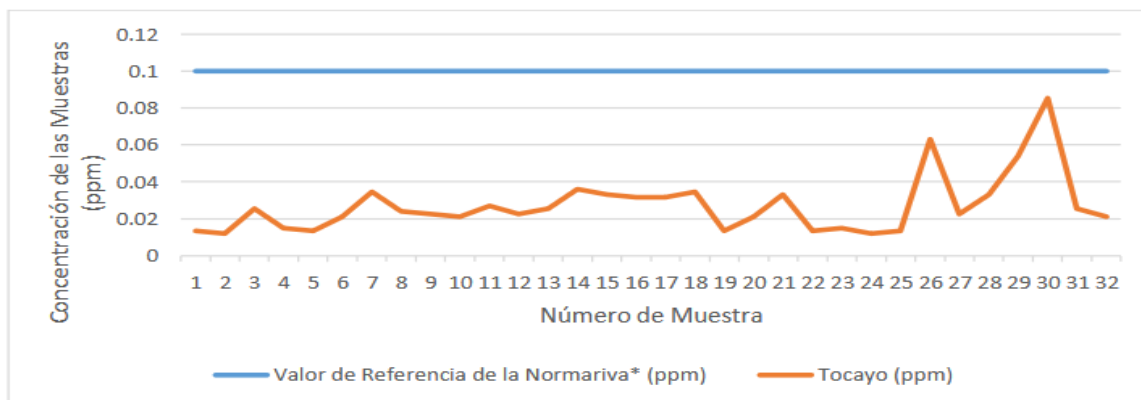


Figura N°1. Comparación de concentraciones de plomo en tomate con el límite permitido

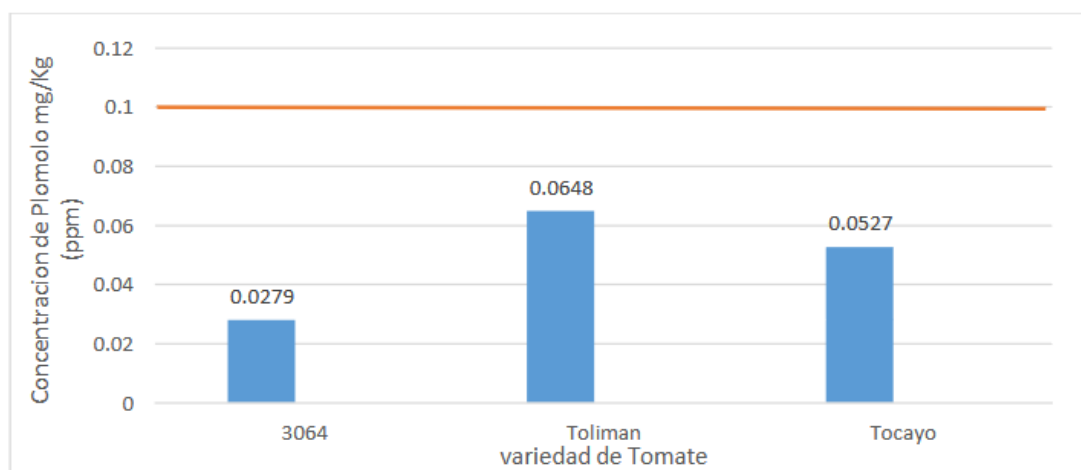


Figura N°2. Concentración de plomo en agua de riego comparada con normativas internacionales

Análisis de los Resultados

- Controles de calidad: Se realizaron 5 controles de calidad aleatorios para validar los resultados del análisis de plomo en las muestras de tomate. Los controles incluyeron soluciones de agua ultrapura y soluciones con una concentración de 5 ppb de plomo. Los resultados obtenidos fueron consistentes con las concentraciones esperadas, mostrando una diferencia mínima entre los valores esperados y los obtenidos (por ejemplo, 5.02 ppb frente a 5.00 ppb). Estos resultados confirmaron que el equipo de Absorción Atómica con Horno de Grafito está funcionando correctamente, lo que asegura la veracidad de los datos obtenidos de las muestras de tomate.

Tabla N°4: Resultados obtenidos de los 5 controles de calidad

N° de Control y nombre	Concentración esperado en ppb	Concentración obtenido en ppb
1 Agua ultra pura	0.0	0.00
2 Solución 5 ppb	5.0	5.02
3 Agua ultra pura	0.0	0.00
4 Solución 5 ppb	5.0	5.03
5 Solución 5 ppb	5.0	5.01

- Análisis del agua de riego: Se realizó un análisis del agua de un pozo utilizado para el riego de los cultivos en la zona de Toliman, con el objetivo de evaluar si el agua podría ser una fuente de contaminación para los tomates. Se utilizó un test fotométrico para medir el plomo, obteniendo una concentración de 1.27 mg/L. Este valor excede significativamente los límites establecidos por varias normativas internacionales. Por ejemplo, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense establece un límite de 0.05 mg/L para el agua de riego, mientras que la Ley Federal de Derechos Mexicana establece un límite de 0.5 mg/L. La Norma Salvadoreña de Agua establece un límite de 0.01 mg/L. Estos resultados sugieren que el agua del pozo podría ser una de las principales fuentes de plomo que contribuye a la contaminación de los tomates cultivados en la zona.

- Análisis de Varianza (ANOVA): Se utilizó el análisis de varianza de un factor (ANOVA) para comparar las concentraciones de plomo entre las tres variedades de tomate (3064, Toliman y Tocayo). El objetivo fue determinar si existían diferencias significativas en los niveles de plomo entre las variedades. Los resultados del ANOVA mostraron que el valor F obtenido fue 2.17, que es menor que el valor crítico para F, que era 3.09. Esto significa que no hay diferencias significativas en las concentraciones de plomo entre las tres variedades, lo que sugiere que las concentraciones de plomo son similares sin importar la variedad de tomate. En resumen, el análisis estadístico confirma que la variedad de tomate no influye en los niveles de plomo encontrados en las muestras.

En conjunto, estos resultados refuerzan la idea de que el equipo utilizado para los análisis es confiable y que el agua de riego podría ser una fuente importante de contaminación de plomo para los tomates en la zona. Además, las concentraciones de plomo son similares entre las

variedades analizadas, lo que indica que otros factores, como el suelo o el agua de riego, pueden estar influyendo en los resultados.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En la variedad 3064, las 32 muestras de tomate tienen plomo, pero ninguna supera el límite permitido de 0.1 ppm según la normativa FAO/OMS.
- En la variedad Toliman, todas las muestras tienen plomo, y dos superan el límite permitido (B29 con 0.1050 ppm y B30 con 0.1035 ppm).
- En la variedad Tocayo, las 32 muestras tienen plomo, pero ninguna excede el límite de 0.1 ppm.
- En general, todas las muestras de las tres zonas de cultivo contienen plomo, pero ninguna supera el límite establecido por la normativa FAO/OMS de 0.1 ppm.

Recomendaciones

- Se recomienda que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales cree una normativa nacional que regule los límites máximos de plomo y otros metales pesados en hortalizas comestibles.
- Se sugiere que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales realice supervisiones para asegurar el cumplimiento de las normas por parte de los agricultores.
- Se propone analizar otras especies vegetales cultivadas en la zona, especialmente debido a los antecedentes de contaminación por el accidente de las baterías y el riesgo de plomo en los cultivos que llegan al mercado.
- Se recomienda analizar no solo los cultivos en cuestión, sino también los suelos de otras zonas agrícolas, para investigar otras fuentes posibles de plomo en las especies vegetales, ya que el plomo no es un componente nutricional natural del tomate.

- Se sugiere realizar investigaciones sobre otras variedades de tomate cultivadas en la zona del Valle de Zapotitán, una de las áreas agrícolas más importantes del país.
- Se recomienda al Ministerio de Agricultura y Ganadería establecer límites máximos permisibles de metales pesados para el agua destinada al riego de cultivos, ya que actualmente solo se establecen límites para el agua potable

Bibliografía

- Martínez Pérez, D. M. (2019). Determinación de plomo en *Lycopersicon esculentum* (tomate) por espectrometría de absorción atómica con horno de grafito (Trabajo de graduación). Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/01c6f262-0703-4e76-8a0b-ba16ffae03db/download>

**DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A (OTA) EN CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO
POR EL MÉTODO DE ENSAYO INMUNOABSORBENTE LIGADO A ENZIMAS
(ELISA) EN BENEFICIOS EXPORTADORES DE CAFÉ DE EL SALVADOR**

Villalta Trigueros Boris Josué; Mendoza Ascencio Carlos Fabricio

Facultad de Química y Farmacia, 2019

Resumen.

La Ocratoxina A (OTA) es un metabolito secundario producido por los mohos del género *Aspergillus* y *Penicillium* los cuales se encuentran presente entre una gran variedad de alimentos como: cereales, uvas, café, cacao etc. En base a los resultados obtenidos de la encuesta, se seleccionaron dos beneficios, los cuales presentaban mayor probabilidad de contaminación.

Los datos obtenidos de la determinación de Ocratoxina A fueron menor al límite de detección del equipo, siendo este de 1 ppb, por lo cumplen con la normativa establecida por la Unión Europea (UE) que establece un límite máximo permitido de 5 ppb para el café tostado y molido. Los resultados obtenidos de humedad y Ocratoxina A en las muestras indican que las condiciones de procesamiento de beneficiado, aunque son mejorables, no influyen en la calidad toxicológica del producto.

Palabras Clave: Ocratoxina A, Metabolito, Nefrotóxico, Inmunosupresora, Teratogénica.

Abstract

Ocratoxin A (OTA) is a secondary metabolite produced by the genes of *Aspergillus* and *Penicillium* which are present among a wide variety of foods such as: cereals, uvas, coffee, cocoa, etc. Based on the results obtained from the survey, we select the benefits, those which present a greater probability of contamination, we collect the coffee samples for subsequent analysis.

The data obtained on the determination of Ocratoxin is lower than the limit of detection of the team, if it is 1 ppb, therefore it is based on the standards established by the European Union (EU) which establishes a maximum limit of 5 ppb for coffee toasted and soft. The results obtained from humidity and Ocratoxin A in these indicators indicate that the conditions of beneficial process, although better, do not influence the toxicological quality of the product.

Keywords: Ocratoxina A, Metabolito, Nefrotóxico, Inmunosupresora, Teratogénica.

Introducción.

En esta investigación se realizó la determinación de Ocratoxina A en café tostado y molido mediante un método ELISA, así como la determinación de humedad; las muestras fueron recolectadas en dos de los cinco beneficios con mayor exportación de café en El Salvador, los cuales se seleccionaron en base a una encuesta que tenía el objetivo de conocer que beneficios tenían mayor probabilidad de contaminación con Ocratoxina A, los criterios para la selección de los beneficios fueron las condiciones en las cuales se realiza el procesamiento del café, humedad y temperatura, así también el tipo de beneficiado que se realiza.

Las muestras de café seleccionadas se trasladaron al Laboratorio de Análisis Bromatológico de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, donde, se les determinó el porcentaje de humedad total, posteriormente se realizó una extracción de la toxina, y la determinación de Ocratoxina A mediante un método ELISA. La investigación comprende desde el mes de Enero de 2017 hasta el mes de Abril de 2019.

Equipos e instrumentación.

- Balanza Semi-analítica.
- Hot Plate.
- Agitador magnético.
- Jeringa de 50.0 mL
- Columna de inmunoafinidad para Ocratoxina A.

Procedimiento Experimental.

Muestreo: Se recolecto 14 muestras de café pergamino de 1 Kg distribuidas en tres estratos de manera aleatoria en los dos beneficios seleccionados. Se recolecto en café pergamino debido a que los beneficios solo almacenan el café.

Tratamiento de la muestra:

Despergaminado: Las muestras recolectadas como café pergamino se llevaron a las instalaciones de Consejo Salvadoreño de Café (CSC) para realizarles el proceso de despergaminación y así obtener el grano de café.

Tostado y molido: Los granos de café se tostaron en las instalaciones del CSC a una temperatura de 160°C por 1 minuto, punto de giro, luego 8 minutos a 170°C obteniendo el punto organoléptico, el café tostado se trasladó laboratorio de Análisis Bromatológico del Departamento de Análisis Químico e Instrumental de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador donde se le realizó el molido.

Determinación de humedad por balanza analizadora de humedad: Al comienzo de la medida, el analizador de humedad determina el peso de la muestra, a continuación, la muestra se calienta rápidamente por medio de la unidad halógena desecadora y la humedad se evapora. Durante la operación de desecación, el equipo determina continuamente el peso de la muestra y presenta el resultado. Cuando la desecación termina, el resultado se muestra como % de contenido de humedad, % sólido, peso o % de tolerancia de humedad.

Extracción de Ocratoxina A de la muestra, para su posterior análisis por el método ELISA.

Determinación de OTA: En el ensayo competitivo directo, los anticuerpos se inmovilizan en una fase sólida. La muestra en solución o el estándar de toxina es generalmente incubada simultáneamente con el conjugado enzimático. Después de los lavados apropiados, la cantidad de enzima conjugada que reacciona con el anticuerpo se determina por incubación con un sustrato en solución que contiene peróxido de hidrógeno que actúa como un oxidante cromógeno. El color resultante se mide ya sea visualmente o por medio de un espectrofotómetro.

Resultados.

Se realizó la visita a cinco beneficios de mayor exportación en El Salvador.

Selección de los dos beneficios con mayor probabilidad de contaminación con OTA.

Tabla N°1. Resultados obtenidos de la encuesta aplicada.

BENEFICIO	PUNTAJE TOTAL
A	82.75
B	77.7
C	81
D	84
E	49

Análisis de humedad en los granos de café tostado; Resultados de la determinación de humedad:

Tabla N°2. Resultados de la determinación de humedad del Beneficio A por estrato

BENEFICIO A		
ESTRATO	MUESTRAS	HUMEDAD (%)
ESTRATO ALTO	EAM1	0.6
	EAM2	0.7
	EAM1-3	0.7
	EAM2-4	1.0
ESTRATO MEDIO	EMM1	0.6
	EMM2	1.3
	EMM3	0.9
	EMM1-4	1.0
	EMM2-5	0.7
ESTRATO BAJO	EBM1	0.8
	EBM2	0.9
	EBM3	1.1
	EBM1-4	0.6
	EBM2-5	0.9

Tabla N° 3. Resultados de la determinación de humedad del Beneficio D por estrato

BENEFICIO D		
ESTRATO	MUESTRAS	HUMEDAD (%)
ESTRATO ALTO	EAM1	0.5
	EAM2	0.8
	EAM3	0.5
	EAM1-4	0.6
ESTRATO MEDIO	EMM1	0.9
	EMM2	0.5
	EMM3	0.6
	EMM1-4	0.7
	EMM2-5	0.5
ESTRATO BAJO	EBM1	0.9
	EBM2	0.7
	EBM3	0.8
	EBM1-4	0.7
	EBM2-5	0.6

Codificación de las muestras:

Tabla N°4. Resultados obtenidos de la determinación de humedad de los granos de café del Beneficio A por estrato:

Beneficio A	
Estrato	HUMEDAD (%) CAFÉ TOSTADO*
Estrato alto	0.75 ± 0.1732
Estrato medio	0.9±0.2739
Estrato bajo	0.86±0.1817

*Promedio ± Desviación estándar.

Tabla N°5. Resultados obtenidos de la determinación de humedad de los granos de café del Beneficio D por estrato:

Beneficio D	
Estrato	Humedad (%) café tostado
Estrato alto	0.6 ± 0.1414
Estrato medio	0.64±0.1673
Estrato bajo	0.74±0.1140

*Promedio ± Desviación estándar.

Análisis estadístico de análisis de varianza de un factor (ANOVA), del parámetro humedad en los granos de café.

Hipótesis nula: el promedio del porcentaje de humedad en los dos beneficios es igual con 95% de confiabilidad.

Hipótesis alterna: en al menos uno de los beneficios el promedio del porcentaje de humedad es distinto, con 95% de confiabilidad.

Nivel de confianza: 95% **Alfa:** 0.05 (5%).

Tabla N°6. Datos obtenidos al aplicar ANOVA a los resultados de humedad.

Orígenes de las variaciones	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los grupos	0.22321428	1	0.2232	6.86	0.015	7.721254
Dentro de los grupos	0.84642857	26	0.0325			
Total	1.06964285	27				

Determinación de Ocratoxina A (OTA).

Tabla N°7. Resultados de la determinación de Ocratoxina A en café tostado molido del Beneficio A por estrato.

Muestras del Beneficio A			
ESTRATO	MUESTRAS	Ocratoxina A (ppb)	
		Primer análisis	Segunda análisis
ESTRATO ALTO	EAM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM4	< 1 ppb	< 1 ppb
ESTRATO MEDIO	EMM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM4	< 1 ppb	< 1 ppb
ESTRATO BAJO	EMM5	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM4	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM5	< 1 ppb	< 1 ppb

Tabla N°8. Resultados de la determinación de Ocratoxina A en café tostado y molido del Beneficio D por estrato.

Muestras del Beneficio D			
ESTRATO	MUESTRAS	Ocratoxina A (ppb)	
		Primer análisis.	Segundo análisis
ESTRATO ALTO	EAM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EAM4	< 1 ppb	< 1 ppb
ESTRATO MEDIO	EMM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM4	< 1 ppb	< 1 ppb
	EMM5	< 1 ppb	< 1 ppb
ESTRATO BAJO	EBM1	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM2	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM3	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM4	< 1 ppb	< 1 ppb
	EBM5	< 1 ppb	< 1 ppb

Análisis de los Resultados.

Selección de los dos beneficios con mayor probabilidad de contaminación con OTA.

En la encuesta se tomó como prioridad las preguntas que brindaban información sobre la temperatura y humedad relativa, siendo estos parámetros los de mayor importancia en la proliferación de hongos ocratoxigénicos y como consecuencia la producción de OTA.

En la tabla 1 Se observan los puntajes finales obtenidos de la encuesta aplicada a los cinco beneficios, se seleccionaron los beneficios A y D, tomando como criterio los elementos que condicionan la probabilidad de contaminación con OTA como la temperatura y la humedad.

Resultados de la determinación de humedad.

En la Tabla 2, se muestran los resultados de determinación de humedad del Beneficio A

- En el Estrato Alto Muestra se obtuvo al EAM2 y EAM1-3 como los de mayor % de Humedad y el EAM1 como el de menor % de Humedad.
- En el Estrato Medio Muestra se obtuvo al EMM2 como el de mayor % de Humedad y el EMM1 el de menor % de Humedad.
- En el Estrato Bajo Muestra se obtuvo al EBM3 como el de mayor % de Humedad y el EBM1-4 el de menor % de Humedad.

En la Tabla 3, se muestran los resultados de determinación de humedad del Beneficio D:

- En el Estrato Alto Muestra se obtuvo al EMM1 como el de mayor % de Humedad y el EAM1 el de menor % de Humedad.
- En el Estrato Medio Muestra se obtuvo al EAM como el de mayor % de Humedad y el EMM2 y EMM2-5 como los de menor % de Humedad.
- En el Estrato Bajo Muestra se obtuvo al EBM1 como el de mayor % de Humedad y el EBM2-5 el de menor % de Humedad.

En la tabla 4: Según el resultado de humedad del grano de café del beneficio A, el mayor porcentaje de humedad es del estrato medio y el de menor porcentaje fue el del estrato alto (ver tabla N° 6), al estar en una posición más alta del almacén el calor que le transmitía el techo de aluminio era mayor.

En la tabla 5: Según el resultado de humedad del grano de café del beneficio D, el café analizado del estrato bajo del beneficio D es el que mayor porcentaje de humedad contenía debido al estar en la posición más baja y en contacto con el suelo (ver tabla N° 7) y el de menor porcentaje fue el del estrato alto, al estar en una posición más alta del almacén el calor que le transmitía el techo de aluminio era mayor

En la tabla 6: Se observan los resultados del ANOVA aplicado a los datos de humedad. El valor de P obtenido, es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, aceptando la diferencia significativa de los resultados de humedad entre los dos beneficios.

En la tabla 7: Se observa que, en los tres estratos, las muestras de café tostado y molido, analizadas por ELISA provenientes del beneficio A, dieron como resultado menor al límite de detección del equipo siendo este de 1ppb.

En la tabla 8: Se observa que, en los tres estratos las muestras de café tostado y molido, analizadas por ELISA provenientes del beneficio D, dieron como resultado menor al límite de detección del equipo siendo este de 1ppb.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Los factores críticos que no presentaron control durante el beneficiado en este trabajo de investigación fueron: La temperatura y la Humedad relativa, por lo que se concluye una posible contaminación por mohos toxigénicos.
- El café producido en los beneficios A y D presentaron mayor probabilidad de contaminación con OTA, sin embargo, estos los resultados obtenidos en todas las muestras analizadas por duplicado son menores a 1 pbb cumpliendo con el límite de OTA permitido por la Unión Europea y la FAO de 5 ppb.
- Todas las muestras de café analizadas cumplen con el contenido de humedad requerido por la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 67.31.01:03, siendo este un factor importante en la calidad, así como para el crecimiento de hongos y producción de OTA.

Recomendaciones

- Se recomienda crear controles de temperatura y humedad relativa durante el proceso de almacenamiento del café, y poder llevar un registro que evidencie los controles.
- Se recomienda ejecutar la cuantificación de OTA, por un equipo de cromatografía líquida de alta eficacia, para verificar las trazas de OTA corroborando con esto si existe ausencia de esta toxina en el café.
- Se recomienda a futuras investigaciones desarrollar métodos de determinación de Ocratoxina a (OTA) en diferentes tipos de café tostado y molido por el método de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) en beneficios exportadores de café de el salvador.

Bibliografía:

- Villalta Trigueros B. J, Mendoza Ascencio C. F (2019). Determinación de Ocratoxina a (OTA) en café tostado y molido por el método de ensayo Inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) en beneficios exportadores de café de El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/c4945a86-d0b3-497b-8c86-7c4f7737ca46>

DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE DOS ESPECIES VEGETALES SOBRE *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*

Diego Fernando Palma Catalán

Luis Ernesto Hernández Menéndez

Facultad de Química y Farmacia, 2016

Resumen.

La resistencia bacteriana de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* ha aumentado, afectando la salud pública y elevando costos de tratamiento. Esta investigación evaluó el potencial antibacteriano del Ajo Chino (*Allium tuberosum*) y la Cebolla Morada (*Allium cepa* L.) contra cepas de referencia mediante el Método de Kirby Bauer Modificado, analizando ocho concentraciones y determinando la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y la Concentración Bactericida Mínima (CBM).

Los resultados mostraron que *Allium tuberosum* fue más efectivo, inhibiendo *E. coli* con 25 mg/mL y *K. pneumoniae* con 100 mg/mL, mientras que *Allium cepa* L. necesitó concentraciones mucho mayores (500 mg/mL y 1000 mg/mL, respectivamente). En términos bactericidas, *Allium tuberosum* también requirió menores concentraciones (25 mg/mL para *E. coli* y 200 mg/mL para *K. pneumoniae*), mientras que *Allium cepa* L. solo fue efectivo a 1000 mg/mL.

El análisis estadístico confirmó una diferencia significativa en la eficacia de ambos extractos, destacando el Ajo Chino como una alternativa natural más prometedora contra infecciones bacterianas resistentes.

Palabras Claves: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, resistencia bacteriana, *Allium tuberosum*, *Allium cepa* L., actividad antibacteriana, concentración inhibitoria mínima (CIM), concentración bactericida mínima (CBM), antibiograma, extractos vegetales.

Abstract

Bacterial resistance of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* has increased, impacting public health and raising treatment costs. This study evaluated the antibacterial potential of Chinese Garlic (*Allium tuberosum*) and Red Onion (*Allium cepa* L.) against reference strains

using the Modified Kirby Bauer Method, analyzing eight concentrations and determining the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC).

Results showed that *Allium tuberosum* was more effective, inhibiting *E. coli* at 25 mg/mL and *K. pneumoniae* at 100 mg/mL, while *Allium cepa* L. required significantly higher concentrations (500 mg/mL and 1000 mg/mL, respectively). In terms of bactericidal action, *Allium tuberosum* also required lower concentrations (25 mg/mL for *E. coli* and 200 mg/mL for *K. pneumoniae*), whereas *Allium cepa* L. was only effective at 1000 mg/mL.

Statistical analysis confirmed a significant difference in the antibacterial efficacy of both extracts, highlighting Chinese Garlic as a more promising natural alternative against resistant bacterial infections.

Keywords: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, bacterial resistance, *Allium tuberosum*, *Allium cepa* L., antibacterial activity, Minimum Inhibitory Concentration (MIC), Minimum Bactericidal Concentration (MBC), antibiogram, plant extracts.

Introducción.

Escherichia coli y *Klebsiella pneumoniae* son bacterias de gran relevancia en el ámbito hospitalario debido a su capacidad para causar infecciones graves. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), estas bacterias representan una de las principales causas de mortalidad infantil y enfermedades infecciosas, como neumonía, infecciones urinarias y trastornos gastrointestinales. Estudios realizados en el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) indican que *E. coli* es el agente más común en infecciones del tracto urinario, con una incidencia del 50 al 70%.

La creciente resistencia a los antibióticos ha impulsado la búsqueda de alternativas terapéuticas, incluyendo el uso de compuestos naturales con propiedades antimicrobianas. Dentro de estos, el género *Allium* (ajo y cebolla) ha sido ampliamente estudiado por sus efectos antibacterianos, atribuidos a compuestos azufrados como la aliina y la alicina.

El presente estudio evalúa la actividad antibacteriana de extractos obtenidos por maceración ultrasónica de *Allium tuberosum* (Ajo Chino) y *Allium cepa* L. (Cebolla Morada) sobre cepas de referencia de *E. coli* y *K. pneumoniae*. Se emplearon metodologías microbiológicas, como pruebas de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y Concentración Bactericida Mínima (CBM), para determinar la efectividad de estos extractos en la inhibición y eliminación de las bacterias objetivo

Equipos E Instrumentación.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron diversos equipos de laboratorio especializados en la extracción de compuestos activos y análisis microbiológico, entre ellos:

- **Extracción y preparación de muestras:**

Baño de ultrasonido para maceración ultrasónica

Balones volumétricos y vasos de precipitado

Pipetas volumétricas y micropipetas estériles

Papel aluminio para evitar contaminación

Desecador para el almacenamiento de extractos

- **Análisis microbiológico:**

Placas de Petri con medio Agar Mueller Hinton

Asa estéril para inoculación

Incubadora a 37°C

Cilindros de acero inoxidable para pruebas de difusión

Pie de rey para medición de halos de inhibición

- **Identificación y cuantificación bacteriana:**

Cepas de referencia (*E. coli* ATCC 25922 y *K. pneumoniae* ATCC 13883)

Agar Tripticasa Soya (TSA) para cultivo

Medios de cultivo selectivos (EMB, MacConkey)

Pruebas bioquímicas: Indol, Voges-Proskauer, Rojo de Metilo, Citrato, Agar Hierro-Triple Azúcar (TSI), y Motilidad

Microscopio para tinción de Gram

Estos equipos permitieron la extracción de los principios activos de *Allium tuberosum* y *Allium cepa L.*, así como la evaluación de su actividad antibacteriana mediante pruebas microbiológicas estandarizadas

Procedimiento Experimental.

El estudio se llevó a cabo en varias etapas:

- Obtención y procesamiento de muestras vegetales:

Se utilizaron bulbos de *Allium tuberosum* (Ajo Chino) y *Allium cepa L.* (Cebolla Morada).

Se lavaron, desinfectaron y trituraron para obtener un material homogéneo

- Extracción de compuestos bioactivos:

Se realizó mediante maceración ultrasónica en etanol al 95%.

Luego, el extracto fue filtrado y el solvente eliminado por evaporación

- Determinación de actividad antibacteriana:

Se emplearon las cepas *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883.

Se realizaron pruebas de antibiograma (Kirby Bauer modificado), concentración inhibitoria mínima (CIM) y concentración bactericida mínima (CBM).

Se aplicaron diferentes concentraciones de los extractos sobre cultivos bacterianos y se midieron los halos de inhibición

- Análisis estadístico:

Se utilizó el software Statgraphics Centurion para evaluar la influencia del tipo de extracto y la cepa sobre los resultados.

Se realizaron análisis de varianza multifactorial y pruebas LSD para determinar diferencias significativas

Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron establecer diferencias significativas en la actividad antibacteriana de los extractos de *Allium tuberosum* (Ajo Chino) y *Allium cepa L.* (Cebolla Morada) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883.

- Resultados del antibiograma

En el ensayo de difusión en agar (Kirby Bauer Modificado), el extracto de *Allium tuberosum* mostró un mayor efecto inhibitorio sobre *E. coli* en comparación con *K. pneumoniae*. Se observaron halos de inhibición más amplios en concentraciones de 200 mg/mL, 100 mg/mL y 50 mg/mL para *E. coli*, mientras que para *K. pneumoniae* solo se detectó inhibición a concentraciones de 200 mg/mL y 100 mg/mL.

Por otro lado, el extracto de *Allium cepa L.* presentó una menor capacidad de inhibición. Ambas cepas bacterianas mostraron resistencia a concentraciones entre 200 mg/mL y 1.56 mg/mL, lo que indica que este extracto requiere dosis significativamente mayores para ejercer un efecto antimicrobiano comparable al de *Allium tuberosum*.

- Resultados de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM)

Los valores de CIM mostraron que *Allium tuberosum* inhibió el crecimiento de *E. coli* a una concentración de 25 mg/mL, mientras que para *K. pneumoniae* la CIM fue de 100 mg/mL. En contraste, el extracto de *Allium cepa L.* mostró una CIM de 500 mg/mL para *E. coli* y de 1000 mg/mL para *K. pneumoniae*, lo que demuestra su menor eficacia antibacteriana.

Estos resultados indican que *Allium tuberosum* contiene compuestos activos más potentes contra las bacterias analizadas, mientras que *Allium cepa L.* tiene una actividad limitada que solo se manifiesta en concentraciones mucho más altas.

- Resultados de Concentración Bactericida Mínima (CBM)

El análisis de CBM reveló que *Allium tuberosum* eliminó el 99.9% de *E. coli* a 25 mg/mL y de *K. pneumoniae* a 200 mg/mL, lo que confirma su fuerte acción bactericida. En el caso de *Allium cepa L.*, se necesitó una CBM de 1000 mg/mL para erradicar ambas cepas bacterianas, reafirmando su menor actividad en comparación con *Allium tuberosum*.

- **Análisis estadístico de los resultados**

Se realizó un análisis de varianza multifactorial utilizando el software Statgraphics Centurion, lo que permitió establecer diferencias significativas entre los efectos de los dos extractos. La prueba LSD de Fisher con un 95% de confianza confirmó que *Allium tuberosum* tiene una mayor capacidad antibacteriana que *Allium cepa L.* en ambas cepas de referencia.

Estos hallazgos son relevantes porque indican que los compuestos presentes en *Allium tuberosum* son más efectivos contra bacterias resistentes a antibióticos convencionales. Además, sugieren que su uso podría ser optimizado para aplicaciones terapéuticas en el tratamiento de infecciones bacterianas, especialmente aquellas causadas por *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*.

En conclusión, los resultados demuestran que *Allium tuberosum* posee una actividad antibacteriana superior a *Allium cepa L.*, lo que sugiere que el ajo chino podría ser una alternativa más efectiva para el desarrollo de tratamientos naturales contra infecciones bacterianas resistentes

Análisis de los Resultados

- **Eficacia Antibacteriana de los Extractos**

Los ensayos realizados evidenciaron que *Allium tuberosum* presenta una mayor eficacia antibacteriana en comparación con *Allium cepa L.*. Se observó que la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y la Concentración Bactericida Mínima (CBM) para *Allium tuberosum* sobre *Escherichia coli* fueron de 25 mg/mL, mientras que para *Klebsiella pneumoniae* fueron de 100 mg/mL y 200 mg/mL, respectivamente

Por otro lado, *Allium cepa L.* mostró una menor actividad, requiriendo una CIM de 500 mg/mL y una CBM de 1000 mg/mL para *E. coli*, mientras que para *K. pneumoniae* ambos valores fueron de 1000 mg/mL, lo que indica que esta bacteria es más resistente al extracto de cebolla

Tabla N°1: Resumen de resultados de la CIM y CBM para ambos extractos

Cepa	Concentración de microorganismo (UFC/mL)	Extracto analizado	CIM del extracto analizado (mg/mL)	CBM del extracto analizado (mg/mL)
<i>Escherichia coli</i>	1.2x10 ⁵	<i>Allium tuberosum</i>	25	25
	1.2x10 ⁵	<i>Allium cepa</i> L.	500	1000
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.7x10 ⁵	<i>Allium tuberosum</i>	100	200
	1.7x10 ⁵	<i>Allium cepa</i> L.	1000	1000

- Comparación Estadística

Se aplicó un análisis de varianza multifactorial utilizando el software Statgraphics Centurion. Los resultados mostraron que el tipo de extracto y la cepa bacteriana tienen un impacto significativo sobre la CIM y CBM. Se utilizó la prueba LSD de Fisher con un nivel de confianza del 95% para determinar diferencias significativas entre los extractos, lo que confirmó la superioridad del *Allium tuberosum* en términos de actividad antibacteriana.

Tabla N°2: Análisis de varianza para concentración inhibitoria Mínima (CIM)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Extracto	1,89063E6	1	1,89063E6	136,07	0,0000
B:Microorganismo	330625,	1	330625,	23,80	0,0003
RESIDUOS	180625,	13	13894,2		
TOTAL (CORREGIDO)	2,40188E6	15			

- Análisis de Resultados

Los datos indican que *Allium tuberosum* es más efectivo contra ambas cepas bacterianas, lo que sugiere una mayor concentración de compuestos bioactivos con efecto antimicrobiano. La mayor resistencia de *K. pneumoniae* en comparación con *E. coli* es consistente con reportes previos que indican su alta capacidad de adaptación y resistencia a tratamientos antimicrobianos.

Además, la diferencia en la eficacia entre *Allium tuberosum* y *Allium cepa* L. puede estar relacionada con la variación en la composición química de sus compuestos azufrados, responsables de la actividad antibacteriana. Se recomienda realizar estudios adicionales para caracterizar estos compuestos y evaluar su potencial uso en el desarrollo de alternativas terapéuticas frente a infecciones resistentes.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Los extractos de *Allium tuberosum* y *Allium cepa* L. mostraron actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, con *Allium tuberosum* siendo más efectivo a menores concentraciones. Su acción bactericida fue superior, eliminando el 99.9% de *E. coli* a 25 mg/mL. El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre ambos extractos, destacando el potencial terapéutico de *Allium tuberosum* como alternativa natural contra bacterias resistentes. Se recomienda investigar más sobre sus compuestos activos y evaluar su seguridad en modelos clínicos.

Recomendaciones

Los hallazgos de este estudio sugieren que *Allium tuberosum* podría ser una opción viable en el desarrollo de tratamientos alternativos contra infecciones causadas por bacterias resistentes. Se recomienda realizar estudios adicionales para caracterizar los compuestos activos responsables de su actividad antibacteriana y evaluar su seguridad y eficacia en modelos clínicos

Bibliografía.

- Palma Catalán D.F, Hernández Menéndez L,E (2016). Determinación del efecto antibacteriano de dos especies vegetales sobre *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/8b61d96e-f4d1-4dad-801b-77e188b62867/content>

4.6 RESÚMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.

EFFECTO DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.) cv CUERNO ENANO.

Galdámez Galdámez Rodrigo Samuel

Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, 2024

Resumen.

El proceso de maduración se puede inducir artificialmente utilizando diferentes agentes químicos como etileno o etefón comercial, con el fin de acelerar la maduración y obtener frutos con características de calidad en el color, contenido de azúcar sabor y aromas característicos de cada fruto en un periodo de tiempo más corto sin ser afectadas. La siguiente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de distintas dosis de etileno comercial sobre la maduración y la calidad poscosecha del plátano (*Musa paradisiaca* L.) cv *Cuerno Enano*. Se tuvieron parámetros a evaluar, dentro de ellos están: pérdida de peso, color, sólidos solubles totales, acidez titulable y pH.

La investigación se basó en un ensayo en la que se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), que constó de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, 20 unidades experimentales, cada una con 5 unidades de plátano, donde fueron aplicadas 3 diferentes dosis de etileno. T0 (testigo) = Plátano + maduración natural, T1 = Plátano + 0.6 ml/L, T2 = Plátano + 1.1 ml/L, T3 = Plátano + 1.6 ml/L.

Se determinó la significancia y se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey) con un nivel de significancia de 0.05 %.

Palabras Clave: agentes químicos, etileno, etefón, parámetros y prueba Tukey.

Abstract.

The ripening process can be artificially induced using different chemical agents such as ethylene or commercial ethephon, in order to accelerate ripening and obtain fruits with quality

characteristics in color, sugar content, flavor and aromas characteristic of each fruit in a shorter period of time without being affected. The following research has as its main objective to evaluate the effect of different doses of commercial ethylene on the ripening and postharvest quality of banana (*Musa paradisiaca* L.) cv Cuerno Enano. The parameters to be evaluated were: weight loss, color, total soluble solids, titratable acidity and pH.

The research was based on a test in which a Completely Randomized Design (CRD) was used, which consisted of four treatments and five repetitions, 20 experimental units, each with 5 units of banana, where 3 different doses of ethylene were applied. T0 (control) = Banana + natural ripening, T1 = Banana + 0.6 ml/L, T2 = Banana + 1.1 ml/L, T3 = Banana + 1.6 ml/L.

Significance was determined using the multiple comparison test of means (Tukey test) with a significance level of 0.05 %.

Keywords: chemical agents, ethylene, ethephon, parameters and Tukey test.

Introducción.

Cabe mencionar que el proceso natural de maduración es una combinación de procesos fisiológicos, bioquímicos y moleculares, el cual implica una coordinación metabólica diferente, con la activación y desactivación de varios genes que pueden desencadenar una serie de cambios en el color, contenido de azúcar, acidez, textura del fruto, en el sabor y el aroma. No obstante, este proceso de maduración puede ser inducido artificialmente utilizando diferentes agentes químicos como: carburo, etanol, metanol, glicol y etileno comercial o también llamado Ethrel (Merchán 2020).

La investigación tuvo como objetivo principal conocer los efectos que tiene la aplicación de etileno comercial en diferentes dosis en fruto de plátano cultivar Cuerno Enano y de esta manera determinar las diferencias en las características físico-químicas, comparando los resultados con plátanos madurados naturalmente sin adición de etileno exógeno, y mediante un proceso de maduración artificial lograr plátanos con una maduración uniforme y estéticamente con mayor calidad ante el consumidor.

En esta investigación se evaluarán los parámetros de calidad como, sólidos solubles totales, acidez y pH durante la maduración del plátano (*Musa paradisiaca* L.) cv *Cuerno Enano*

Equipos e Instrumentación.

- Balanza semi-analítica y báscula.
- Recipientes plásticos
- Tabla para picar y cuchillos.
- Mortero
- Cristalería de laboratorio
- Hidróxido de sodio, fenolftaleína y agua destilada.
- Desinfectante
- pH-metro
- Refractómetro digital y Colorímetro.

Procedimiento Experimental.**Procedimiento para el desmané, lavado, empaque y transporte de los racimos de plátano cosechados en la cooperativa San Carlos:**

Se incluye en esta etapa la Preparación de solución con agua y jabón para detener el látex (desleche) de los plátanos.

Una vez lavados y elimina el exceso de agua de los plátanos, se colocaron en cajas de cartón (Figura 8) para poder ser transportados hacia la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas

Tamaño de la muestra:

Básicamente se tomaron 100 unidades de plátano en total, los cuales se dividieron en 20 muestras con 5 unidades de plátano cada una que equivalen a los tratamientos. Se evaluó el efecto de tres diferentes dosis de etileno comercial (0.6, 1.1 y 1.6 ml/L de agua), realizando la toma de datos cada 48 horas a partir del día cero hasta que el 100% de la fruta presentó un color amarillo homogéneo en toda su cáscara.

Fuentes de recopilación de información:

Se recopiló de fuentes secundarias de carácter científico como: artículos, boletines, libros, informes técnicos, sitios web, tesis, entre otros.

Procedimiento para la preparación de solución de etileno:

Se hicieron 3 tratamientos y se realizó en 3 recipientes, cada una con 10 litros de agua, y con dosis de etileno comercial (0.6, 1.1 y 1.6 ml/L de agua) respectivamente.

Procedimiento para aplicación de los tratamientos de madurante en plátanos:

Como principal característica fue seleccionar que los plátanos tuviesen similar tamaño, y estos se clasificaron en 4 grupos (25 plátanos c/grupo), estos fueron sumergidos por 2 minutos en solución de etileno preparada anteriormente en los recipientes. Mientras que el otro grupo, fue guardado en cajas de cartón sin ser tratados con etileno comercial. Al finalizar los 2 minutos se secaron y se monitoreo la temperatura cada 48 horas.

Fase de laboratorio:

Acá, se evaluaron los parámetros como: tiempo de maduración, pérdida de peso, medición de color, sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (%), potencial de Hidrógeno (pH), que se realizaron cada 48 horas (4 veces).

Parámetros evaluados.

- **Tiempo de maduración:** este proceso se determinó en días, hasta que el 100% de la fruta presentó un color amarillo homogéneo en toda su cáscara.
- **Pérdida de peso:** se determinó iniciando desde el día cero (día de cosecha), luego a las 48, 96 y 144 horas. La pérdida de peso se obtuvo por diferencia del peso inicial menos el peso final en gramos.
- **Medición de color:** La determinación del cambio de color se hicieron mediciones en la cáscara y pulpa del plátano. La medición se realizó desde el día cero (día de cosecha), luego a las 48, 96 y 144 horas posterior a la aplicación del madurante artificial.

- **Sólidos solubles totales (°Brix):** se utilizó un método instrumental cuantitativo, mediante el uso de un refractómetro análogo, marca TEKCOPLUS ATC con rango de medición de 0 a 50 ° Brix.

Acidez titulable (%).

Se utilizó un método volumétrico cuantitativo, el cual consistió en una titulación de la muestra con el valorante o titulante hidróxido de sodio (NaOH 0.1N.), utilizando como indicador 3 gotas de fenolftaleína.

Potencial de Hidrógeno (pH).

Se utilizó un método instrumental cuantitativo, mediante el uso de un pHmetro de la marca OAKTON pHTestr 30.

Resultados.

Tabla N°1. Pérdida de peso

P-valor de la pérdida de peso (gr)		
Tiempo	*P-valor	Significancia
Toma inicial	0.5123	NO SIGNIFICATIVO
48 horas	0.4587	NO SIGNIFICATIVO
96 horas	0.4004	NO SIGNIFICATIVO
144 horas	0.1974	NO SIGNIFICATIVO

*P-valor > 0.05 indican igualdad, es decir, no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

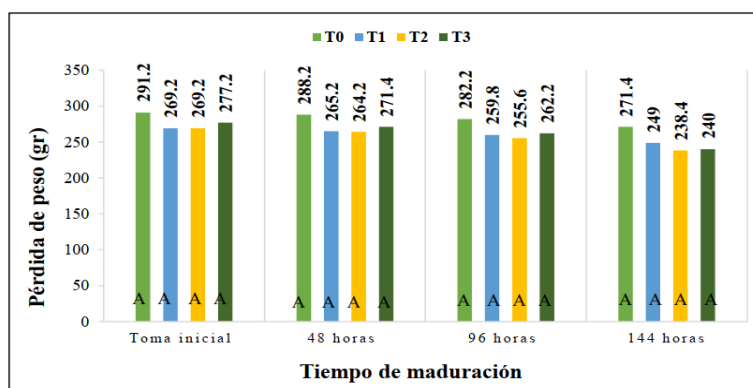


Figura N°1: Efectos de los tratamientos en la pérdida de peso

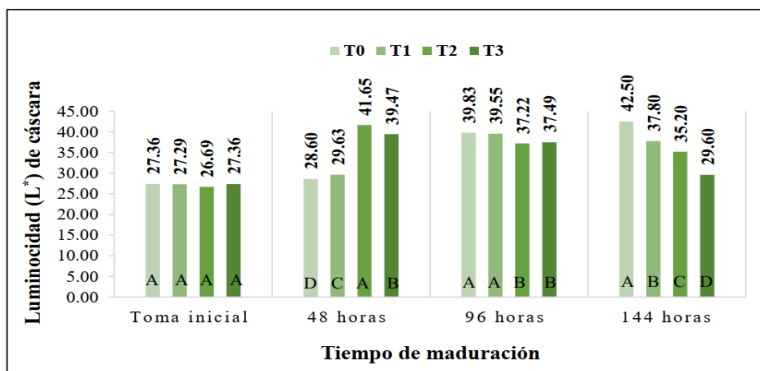


Figura N°2: Efectos de los tratamientos en el color de la cáscara

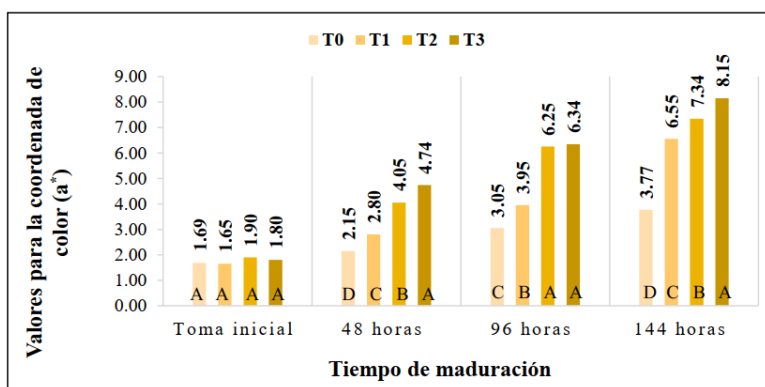


Figura N°3: Efectos de los tratamientos en los sólidos solubles totales (°Brix)

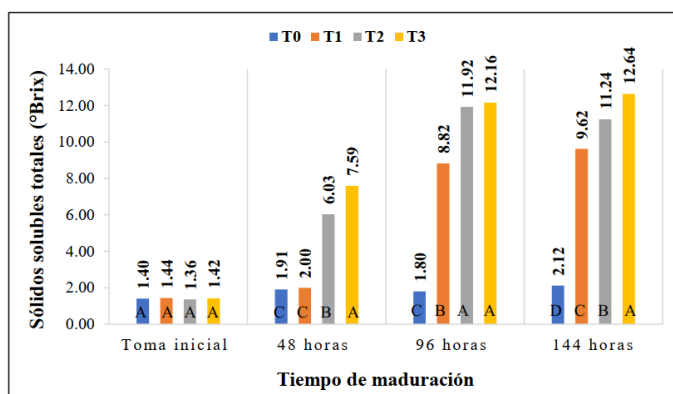


Figura N°4: Acidez titulable (%), Efectos de los tratamientos en la acidez titulable

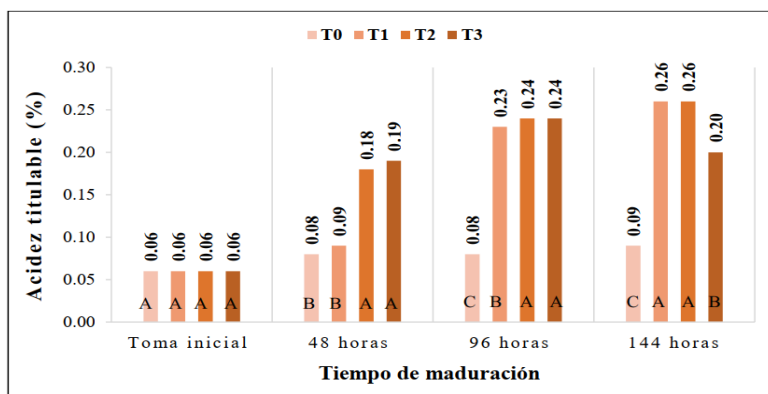


Figura N°5: Potencial de hidrógeno (pH), Efectos de los tratamientos en el potencial de hidrógeno

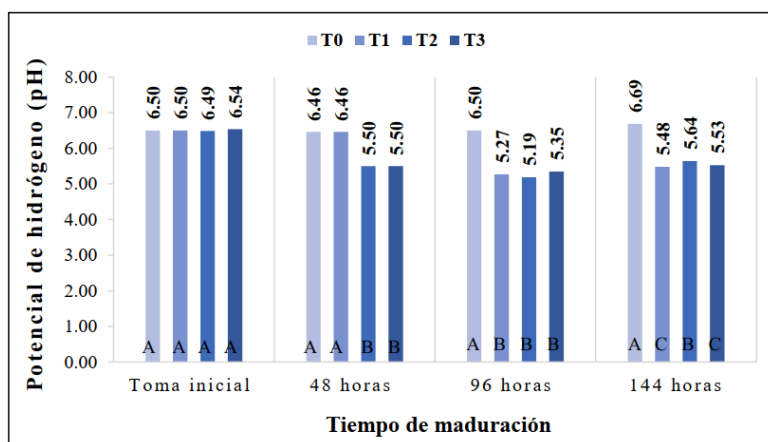


Figura N°6: Análisis de los Resultados.

Pérdida de peso, Cuadro 1: Aquí están reflejados datos donde se aprecia que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, ya que, p-valores mayores al nivel de significancia de 0.05% indican igualdad, es decir, se acepta la hipótesis nula, los tratamientos no presentaron diferencias en la pérdida de peso a las 48, 96 y 144 horas posterior a la aplicación del madurante artificial.

Efectos de los tratamientos en la pérdida de peso: En la figura 1 se muestran los resultados de la pérdida de peso promedio en gr de plátano cv Cuerno Enano tratado con etileno comercial durante 144 horas. Medias con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según análisis de comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey).

Efectos de los tratamientos en el color de la cáscara: En la figura 2, se muestra los resultados del color de cáscara para la coordenada (L^*), donde fueron consideradas 3 diferentes dosis de etileno comercial (0.6, 1.1 y 1.6 ml/L de agua). Mediante la prueba de comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey), se logró determinar que los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas en el color de cáscara coordenada (L^*).

Efectos de los tratamientos en el color de la pulpa: En la Figura 3; se muestran los resultados del color de pulpa para la coordenada (a^*), donde fueron consideradas 3 diferentes dosis de etileno comercial (0.6, 1.1 y 1.6 ml/L de agua). Los 4 tratamientos presentaron una tendencia al alza según sus valores positivos, siendo notoria una diferencia en los tratamientos tratados con etileno

Efectos de los tratamientos en los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix): En la Figura 4; se muestran los resultados de los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), donde fueron consideradas 3 diferentes dosis de etileno comercial (0.6, 1.1 y 1.6 ml/L de agua) y mediante la prueba de comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey), se logró determinar que los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas en los sólidos solubles totales.

Acidez titulable (%), Efectos de los tratamientos en la acidez titulable: En la Figura 5; se muestran los resultados de la acidez titulable (%), se pudo determinar que los tratamientos a los que se les aplicó etileno comercial a partir de las 48 horas tuvieron un aumento en el % de acidez con promedios de (T1 = 0.23, T2 y T3 = 0.24) a las 96 horas y una acidez de (T1 y T2 = 0.26) a las 144 horas, y presentando una disminución en la acidez el T3 con un promedio de (0.20) a las 144 horas

Potencial de hidrógeno (pH), Efectos de los tratamientos en el potencial de hidrógeno: En la Figura 6; se muestran los resultados de pH, en donde se pudo determinar que en los tratamientos se alcanzó un mayor pH al no aplicar etileno comercial.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Las diferentes dosis de etileno comercial afectan significativamente al índice de madurez durante la maduración acelerada de plátano con etileno, en los parámetros de color, $^{\circ}$ Brix, acidez titulable y pH.

- La aplicación de etileno comercial en la dosis de 0.6 ml/L, que corresponde al T1 en plátano cultivar cuerno enano cosechados en estado de madurez fisiológica, permite obtener frutos madurados con características físico-químicas de muy buena calidad, en un tiempo de 96 horas.

- La utilización y aplicación de etileno comercial tiene un efecto como agente madurador ya que se determinaron cambios significativos sobre el parámetro físico color de cáscara y pulpa, y sobre los parámetros químicos °Brix, acidez titulable y pH.

Recomendaciones:

- Se recomienda a futuras investigaciones, realizar un tiempo de exposición de 98 horas con el uso de etileno comercial en dosis de 0.6 ml/L.

- Se recomienda a futuras investigaciones llevar a cabo estos procedimientos en diferentes tipos de plátanos con diferentes agentes químicos con el fin de acelerar la maduración de los frutos en un periodo de tiempo más corto sin ser afectada su calidad.

- Se recomienda mantener la calidad de los plátanos desde el momento de ser cosechados, y tener el cuidado de no dañar físicamente a los frutos durante el proceso de maduración

Bibliografía:

- Galdámez Galdámez R. S (2024). Efecto de tres dosis de etileno comercial sobre la maduración de plátano (*Musa paradisiaca* L.) CV cuerno enano. Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. San Salvador, El Salvador.

- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/3af906ce-8cf2-445b-a9b6-a7ac0bea73f7>

EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE ETILENO COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DE PIÑA (*Ananas comosus* L.).

Guardado Guardado Fátima Gabriela

Facultad de Ciencias Agronómicas, 2024.

Resumen.

El proceso de maduración se puede inducir artificialmente utilizando diferentes agentes químicos como etileno o etefón comercial, con el fin de acelerar la maduración y obtener frutos con características de calidad en el color, contenido de azúcar sabor y aromas característicos de cada fruto en un periodo de tiempo más corto sin ser afectadas. La siguiente investigación tiene como objetivo principal determinar la dosis óptima y tiempo de aplicación de etileno comercial para lograr una maduración uniforme en el fruto de la piña sin afectar su calidad visual. El ensayo estuvo constituido por 4 tratamientos (Testigo, T1, T2, T3) y 4 repeticiones por cada uno.

Las variables evaluadas fueron pérdida de peso, grados brix, acidez titulable, pH y color. Para verificar los resultados obtenidos se realizó una prueba de comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey) para determinar cuál de los tratamientos produjo los mejores resultados, bajo un nivel de significancia del 5%. La aplicación del etileno comercial presento diferencias significativas principalmente en la variable color, el mejor resultado se obtuvo en la aplicación de 0.5 ml de etileno comercial por litro de agua

Palabras clave: agentes químicos, dosis óptima, etileno comercial, grados brix, Prueba de Tukey.

Abstract.

The ripening process can be artificially induced using different chemical agents such as ethylene or commercial ethephon, in order to accelerate ripening and obtain fruits with quality characteristics in color, sugar content, flavor and aromas characteristic of each fruit in a shorter period of time without being affected. The following research has as its main objective to determine the optimal dose and application time of commercial ethylene to achieve uniform ripening in pineapple fruit without affecting its visual quality. The test consisted of 4 treatments (Control, T1, T2, T3) and 4 repetitions for each one.

The variables evaluated were weight loss, brix degrees, titratable acidity, pH and color. To verify the results obtained, a multiple comparison test of means (Tukey Test) was performed to determine which of the treatments produced the best results, under a significance level of 5%. The application of commercial ethylene showed significant differences mainly in the color variable, the best result was obtained in the application of 0.5 ml of commercial ethylene per liter of water

Keywords: chemical agents, optimal dose, commercial ethylene, brix degrees, Tukey test.

Introducción.

La maduración de la fruta consiste en la secuencia de cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que desencadenan una serie de modificaciones en el color, acidez, textura, contenido de azúcar, sabor y color del fruto. La piña al ser una fruta no climatérica debe recolectarse cuando esta lista para el consumo (SOBITEC 2017). El etileno es utilizado principalmente para desarrollar la maduración de consumo de frutas climatéricas y para inducir la respiración y el color típico de ciertas frutas no climatéricas como los cítricos.

La aplicación del tratamiento debe ser durante la fase pre-climatérica, debido a que las aplicaciones tardías son innecesarias y por lo tanto inútiles, debido a que en esas circunstancias los tejidos se hallan saturados de etileno naturalmente producido por la fruta.

La investigación tuvo como objetivo principal Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de etileno comercial sobre la maduración de piña (*Ananas comosus* L.) para obtener una maduración uniforme del fruto.

En la investigación se pretende evaluar la aplicación de diferentes dosis de etileno comercial en la piña, tomando en cuenta el cambio de las características físico químicas en la fruta durante el tiempo de aplicación, determinando de esta manera si es recomendable o no la aplicación de este producto sobre un fruto no climatérico como la piña.

Equipos e Instrumentación.

- Bascula semi-analítica
- Mortero
- Probeta

- pH-metro
- Refractómetro digital
- Colorímetro.

Procedimiento Experimental.

- Tamaño de la muestra:

Para la investigación y estudio se utilizaron 67 piñas con pesos similares, las cuales se dividieron en 16 cajas de cartón, con 4 unidades cada una, equivalente a los tratamientos de etileno (testigo, 500, 1000 y 1500 ppm. L-1)

- Fuentes de recopilación de información:

Para obtener la información que se presenta en marco teórico de la investigación se consultaron varias fuentes secundarias como, tesis, artículos científicos, libros, páginas web, entre otros.

- Marcha para la preparación de solución de etileno:

- Dosis 1: 0.5 ml de etileno * litro de agua = 0.5 ml de etileno*50 litros de agua = 25 ml
- Dosis 2: 1.0 ml de etileno * litro de agua = 1.0 ml de etileno*50 litros de agua = 50 ml
- Dosis 3: 1.5 ml de etileno * litro de agua = 1.5 ml de etileno*50 litros de agua = 75 ml

- Pérdida de peso:

Se llevó a cabo en cada uno de los tratamientos según el día de medición. Para determinar el peso se utilizó una báscula semianalítica con sensibilidad de 0.1 mg.

- Sólidos solubles totales (Grados Brix):

En este proceso se utilizó un refractómetro digital, la muestra se obtuvo mediante un proceso de macerado con la ayuda de un mortero.

- Acidez titulable:

Este proceso de medición se hizo mediante el proceso de macerado, se colocaron 10 ml de la muestra en un beaker, posteriormente se realizó la titulación con hidróxido de sodio (NaOH, 0.1

N), utilizando como indicador fenolftaleína, la cantidad de hidróxido de sodio gastado se midió en ml-

- **Medición de pH:**

Acá se utilizó un pH-metro, con la finalidad de determinar el grado de alcalinidad o acidez de la muestra.

- **Medición de color:**

El equipo que se utilizó para obtener resultados experimentales fue un colorímetro digital Konica Minolta modelo Chroma Meter CR-410, cabe mencionar que el dato de color se tomó a la cascara y también a la pulpa de la piña.

- **Diseño estadístico:**

El análisis estadístico mediante este diseño se basa en el análisis de varianza (ANOVA) en donde la varianza se descompone en la varianza de tratamientos y la varianza del error. Para realizarlo se utilizó un nivel de significancia de 5% esto para determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos aplicados.

Para la prueba de comparación de medias se utilizó la Prueba Tukey, con la finalidad de lograr identificar que tratamientos presentan los mejores efectos en la maduración.

Resultados.

Tabla N° 1. Variable pérdida de peso

	P- VALOR DE LA VARIABLE (PERDIDA DE PESO)				
Tiempo	Toma inicial	48 horas	96 horas	144 horas	192 horas
*P-valor	0.1957	0.1929	0.1804	0.1600	0.1529
Nivel de significancia	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

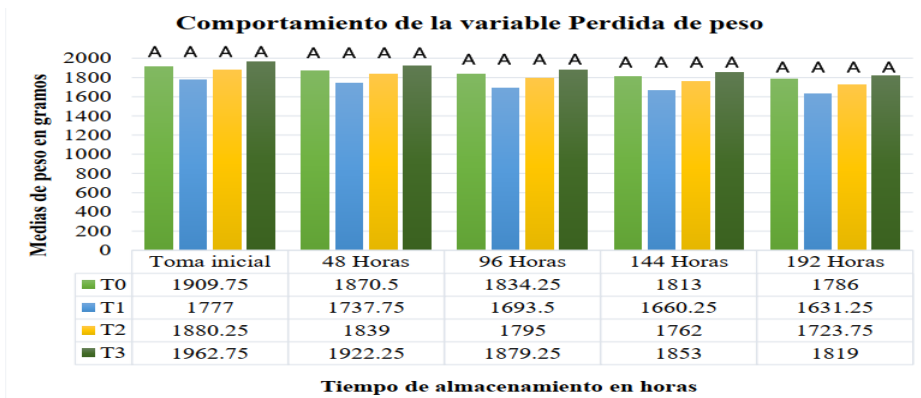


Figura N°1: Efectos presentados por los tratamientos

Tabla N°2. Variable grados Brix

	P- VALOR DE LA VARIABLE (GRADOS BRUX)				
Tiempo	Toma inicial	48 horas	96 horas	144 horas	192 horas
*P-valor	0.0017	0.0002	0.6940	0.1699	0.2384
Nivel de significancia	Significativo	Significativo	No significativo	No significativo	No significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

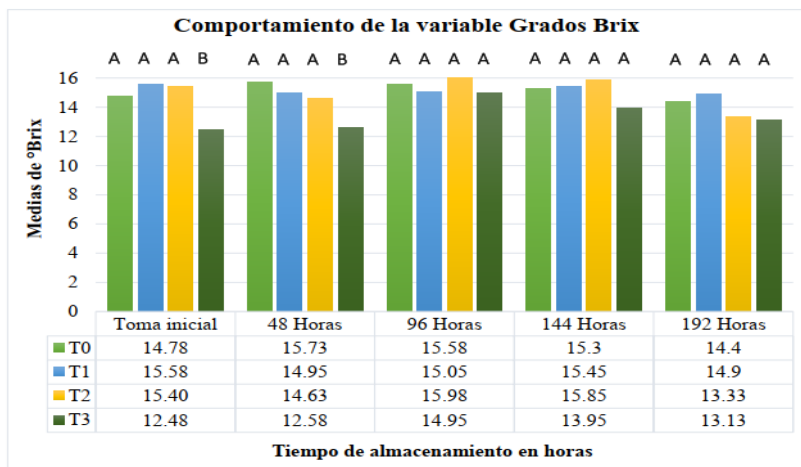


Figura N°2: Efectos presentados por los tratamientos

Tabla N° 3. Variable acidez titulable

P- VALOR DE LA VARIABLE (ACIDEZ TITULABLE)					
Tiempo	Toma inicial	48 horas	96 horas	144 horas	192 horas
*P-valor	0.1730	0.3879	0.2719	0.0777	0.0118
Nivel de significancia	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo	Significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

Tabla N° 4. Variable pH

P- VALOR DE LA VARIABLE (pH)					
Tiempo	Toma inicial	48 horas	96 horas	144 horas	192 horas
*P-valor	0.4679	0.0170	0.0003	0.2620	0.0036
Nivel de significancia	No significativo	Significativo	Significativo	No significativo	Significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

Tabla N°5. Variable color en pulpa

P- VALOR DE LA VARIABLE (COLOR) (PULPA)		
Toma inicial		Nivel de significancia
P-valor de L*	<0.0001	Significativo
P-valor de b*	<0.0001	Significativo
48 horas		Nivel de significancia
P-valor de L*	<0.0001	Significativo
P-valor de b*	<0.0001	Significativo
192 horas		Nivel de significancia
P-valor de L*	<0.0001	Significativo
P-valor de b*	<0.0001	Significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

Tabla 6. Variable de color en cascara

P- VALOR DE LA VARIABLE (COLOR) (CASCARA)		
Toma inicial		Nivel de significancia
P-valor de L*	0.0001	Significativo
P-valor de b*	<0.0001	Significativo
48 horas		Nivel de significancia
P-valor de L*	0.0001	Significativo
P-valor de b*	<0.0001	Significativo
192 horas		Nivel de significancia
P-valor de L*	0.0001	Significativo
P-valor de b*	0.0001	Significativo

*P valor > 0.05 indica que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

Análisis de los Resultados.

Variable pérdida de peso: En el **Tabla 1**; se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable pérdida de peso, los cuales se obtuvieron mediante la recolección de datos (4 repeticiones), procesados en el programa estadístico InfoStat y analizados bajo un nivel de significancia del 0.05%.

Efectos presentados por los tratamientos. En la **Figura 1**; se observan los resultados de la variable pérdida de peso en piña variedad Golden, tratada con tres diferentes dosis de etileno comercial, T0 = Sin aplicación de etileno, T1 = (etileno 0.5 ml/L de agua), T2 = (etileno 1.0 ml/L de agua), T3 = (etileno 1.5 ml/L de agua), donde se pudo apreciar que todos los tratamientos presentaron una disminución de peso mínimo entre cada uno a excepción del T2.

Variable grados Brix: En el **Tabla 2**; se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable grados brix. Con P-valores menores al nivel de significancia de 0.05%, en la toma inicial y a las 48 horas se aceptó la hipótesis alterna, que describe que las piñas tratadas con las diferentes dosis de etileno comercial presentaron diferencias estadísticas significativas en la variable grados brix en las primeras tomas; sin embargo, a las 96, 144 y 192 horas de almacenamiento los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas con P-valores mayores al nivel de significancia de 0.05%

Efectos presentados por los tratamientos: En la **Figura 2**; se muestran los resultados de la variable °Brix en piña variedad Golden, se pudo determinar que todos los tratamientos tuvieron un aumento en su contenido de sólidos solubles totales en las primeras 96 horas, el mayor nivel lo obtuvo el T3 con un resultado de 14.95° Brix

Variable acidez titulable: En el Tabla 3; se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable acidez titulable. Con P-valores mayores al nivel de significancia de 0.05%, se acepta la hipótesis nula, que describe que las piñas tratadas con las diferentes dosis de etileno comercial no presentaron diferencias estadísticas significativas en la variable acidez titulable en la toma inicial.

Variable pH: En el Tabla 4; se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable pH. Con P-valores menores al nivel de significancia de 0.05%, se acepta la hipótesis alterna. A las 144 horas de almacenamiento mostro un P-valor mayor al nivel de significancia de 0.05% los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas en esa toma.

Variable color en pulpa: En el Tabla 5; se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable color en pulpa de piña. Por lo que en las tres tomas se acepta la hipótesis alterna sinónimo de diferencia para luminosidad para el valor L* y b*.

Variable de color en cascara: En el Tabla 6; se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable color en cascara de piña. Para las 3 tomas, se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable color en cascara de piña, por lo que se acepta la hipótesis alterna sinónimo de diferencia.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Utilizar etileno comercial en esta fruta como agente madurador artificial obtuvo diferencias significativas principalmente en la variable color, evaluado en piña variedad Golden (Ananas comosus L.), obteniendo el mejor resultado al aplicar (etileno 0.5 ml/L de agua), dando una coloración homogénea a las 96 horas de almacenamiento
- Para las variables Brix y acidez titulable no presentaron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, ya que ambas variables no se vieron afectadas por la inducción de etileno comercial.
- La aplicación de etileno comercial en la piña, la cual es una fruta no climatérica la aplicación principalmente dio lugar a un ligero desverdizado de la cáscara, alterando mínimamente parámetros químicos como °Brix, acidez y pH.

Recomendaciones:

- Se recomienda que en futuras investigaciones se realicen tomas de temperatura y humedad relativa para calcular el efecto que esto provoca sobre la maduración de la piña inducida con madurante artificial.
- Se recomienda mantener la calidad de las piñas desde el momento de ser cosechados, y tener el cuidado de no dañar físicamente a los frutos durante el proceso de maduración
- Se recomienda a futuras investigaciones llevar a cabo estos procedimientos en diferentes tipos de piña con diferentes agentes químicos con el fin de acelerar la maduración de los frutos en un periodo de tiempo más corto sin ser afectada su calidad.

Bibliografía:

- Guardado Guardado F. G (2024). Evaluación de tres dosis de etileno comercial sobre la maduración de piña (*Ananas comosus* L.). Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/183505a2-3dd6-4234-a5aa-03e9261177dd>

**“EVALUACIÓN DE CUATRO PERIODOS DE CURADO EN CEBOLLA BLANCA
(*Allium cepa* L.) REALIZADO BAJO CONDICIONES DE CAMPO A TRAVÉS DE
EXPOSICIÓN SOLAR”**

Oscar Armando López García

Facultad de Ciencias Agronómicas, 2024

Resumen.

Este estudio evaluó el efecto de cuatro periodos de curado (3, 5, 7 y 10 días) en cebolla blanca (*Allium cepa* L.) bajo exposición solar para determinar su impacto en la calidad poscosecha. Se midieron variables como pérdida de peso, humedad, tamaño, diámetro y color de los bulbos, utilizando un diseño experimental con 64 muestras y análisis estadístico en InfoStat.

Los resultados mostraron que la pérdida de peso y humedad aumentó con el tiempo de curado, siendo mayor a los 10 días. No hubo diferencias significativas en el diámetro, pero sí un cambio de color en los catafilos exteriores. Sin embargo, en este periodo se detectaron quemaduras en algunos bulbos.

Se concluyó que 10 días es el tiempo óptimo para un secado homogéneo y reducción de humedad, aunque se recomienda evitar daños por exposición prolongada mediante estructuras de sombra o ventilación controlada.

Palabras Clave: Curado en campo, cebolla blanca, pérdida de peso, humedad relativa, diámetro, tiempo de curado, calidad poscosecha.

Abstract

This study evaluated the effect of four curing periods (3, 5, 7, and 10 days) on white onion (*Allium cepa* L.) under sun exposure to determine its impact on post-harvest quality. Variables such as weight loss, moisture content, size, diameter, and bulb color were measured using an experimental design with 64 samples and statistical analysis in InfoStat.

Results showed that weight and moisture loss increased with curing time, peaking at 10 days. No significant differences were found in bulb diameter, but outer scales changed color. However, some bulbs showed sunburn at this stage.

It was concluded that 10 days is the optimal curing time for uniform drying and moisture reduction, though sun damage should be minimized using shade structures or controlled ventilation.

Keywords: Field curing, white onion, weight loss, relative humidity, diameter, curing time, post-harvest quality.

Introducción.

La cebolla blanca (*Allium cepa L.*) es un cultivo de gran importancia a nivel mundial debido a su alto consumo y valor nutricional. Sin embargo, su alto contenido de agua la hace susceptible a pérdidas poscosecha, lo que resalta la necesidad de aplicar técnicas de conservación como el curado. Este proceso permite reducir la humedad de los bulbos, mejorar su resistencia al almacenamiento y prevenir enfermedades.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro periodos de curado (3, 5, 7 y 10 días) en cebolla blanca bajo condiciones de campo con exposición solar, midiendo variables como pérdida de peso, porcentaje de humedad, tamaño, diámetro y cambios en la coloración de los bulbos. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar y se analizaron los datos estadísticamente para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados mostraron que la pérdida de peso y humedad aumentó con la duración del curado, mientras que el tamaño y el diámetro de los bulbos tendieron a reducirse. Además, los tratamientos más largos provocaron un cambio en la coloración de los catafilos externos, indicando un secado adecuado, aunque con riesgo de quemaduras solares.

Se concluyó que el tiempo de curado óptimo para la cebolla blanca es de 10 días, ya que garantiza una adecuada reducción de humedad y un secado uniforme. No obstante, se recomienda evaluar la implementación de cubiertas protectoras o estructuras de sombra para minimizar daños por exposición prolongada al sol y mejorar la calidad poscosecha.

Equipos E Instrumentación.

- Báscula XIMI-V (capacidad 1g - 5000g)
- Pie de rey para medición de diámetro y tamaño

- Registro manual de coloración de los bulbos
- Software InfoStat para análisis estadístico

Procedimiento Experimental.

- Se seleccionaron 64 cebollas y se distribuyeron en cuatro tratamientos con distintos periodos de curado (3, 5, 7 y 10 días).
- Se registraron diariamente las variaciones en peso, tamaño, diámetro y color de los bulbos.
- Se utilizó el método de curado en campo con exposición solar, asegurando una distribución uniforme de los bulbos.
- Se realizaron análisis estadísticos mediante la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias significativas entre los tratamientos.

Resultados

El análisis de los datos obtenidos en los cuatro tratamientos de curado (3, 5, 7 y 10 días) permitió evaluar la evolución de diferentes parámetros físicos de la cebolla blanca (*Allium cepa L.*) durante el proceso de secado en condiciones de campo con exposición solar.

Pérdida de peso y humedad

Se observó que la pérdida de peso fue progresiva en función del tiempo de curado. Los bulbos que pasaron por un curado de 10 días mostraron una mayor reducción de peso en comparación con los tratamientos de menor duración, lo que indica una mayor eliminación de agua. No obstante, los análisis estadísticos mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en términos de peso final, aunque sí una tendencia clara a la reducción conforme aumentaba los días de exposición.

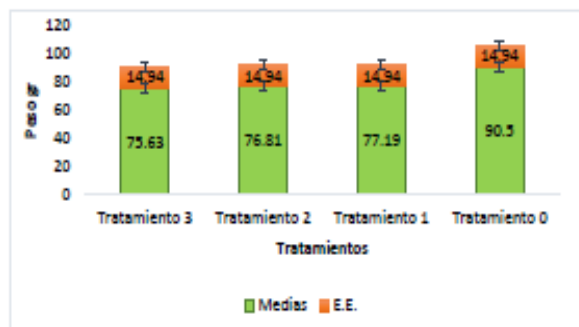


Figura N°1: Peso medio en gr de cebolla blanca

En cuanto a la humedad, los resultados indicaron que los bulbos sometidos a los tratamientos más largos (especialmente 10 días) alcanzaron niveles de humedad más bajos en comparación con los tratamientos de menor duración. Mientras que el tratamiento de 3 días conservó un mayor porcentaje de humedad, el tratamiento de 10 días mostró una reducción cercana al 24.48%, lo que favorece la conservación de los bulbos y disminuye la posibilidad de desarrollo de microorganismos.

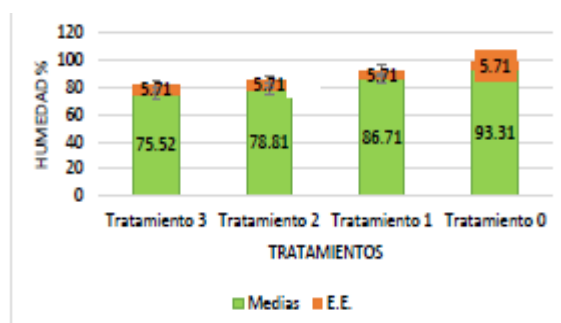


Figura N°2: Porcentaje de humedad en la cebolla

Tamaño y diámetro de los bulbos

Respecto a la variación en tamaño y diámetro de los bulbos, se registró una reducción progresiva en ambas variables conforme aumentó el tiempo de curado. El tratamiento de 3 días presentó los bulbos con mayor tamaño promedio (57.91 mm), mientras que los bulbos con 10 días de curado registraron una disminución significativa en su tamaño (50.52 mm). De manera similar, el diámetro de los bulbos mostró una tendencia a la reducción, con valores iniciales de 53.91 mm en el tratamiento de 3 días y una reducción hasta 47.79 mm en el tratamiento de 10 días.

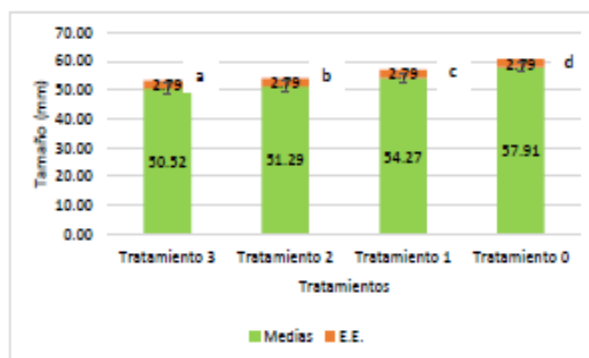


Figura N°3: Tamaño en mm de cebolla blanca

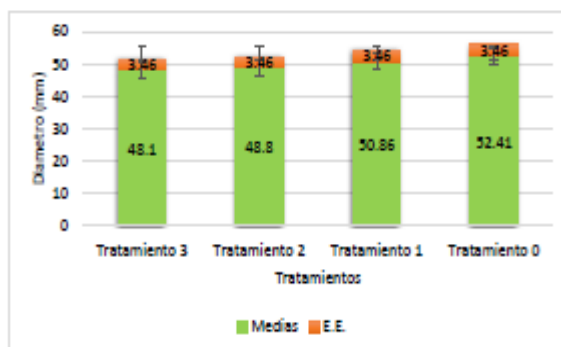


Figura N°4: Diámetro mm de cebolla blanca

Cambio de color y aspecto visual

Otro aspecto relevante fue el cambio de color en los bulbos. Mientras que en los tratamientos de menor duración los bulbos conservaron su tonalidad blanca característica, en los tratamientos de 7 y 10 días se observó un cambio progresivo hacia tonalidades más rojizas en los catafilos externos, indicando un secado adecuado. Sin embargo, en el tratamiento de 10 días se detectó la presencia de quemaduras en algunos bulbos debido a la prolongada exposición solar, lo que podría afectar su comercialización y apariencia visual.

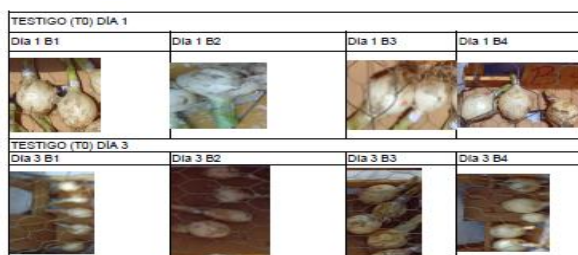


Figura 11. Esquema de toma de datos T0.

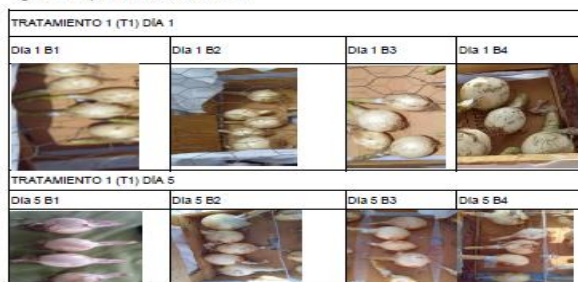


Figura N°5: Esquema de toma de datos

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas, y aunque en la mayoría de los casos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sí se evidenciaron tendencias claras en la pérdida de peso, humedad y tamaño de los bulbos con el aumento del tiempo de curado.

En general, los resultados sugieren que un periodo de curado de 10 días permite una mayor reducción de humedad y un secado más homogéneo, pero es necesario considerar estrategias para evitar la aparición de quemaduras en los bulbos debido a la exposición prolongada al sol.

Análisis de Resultados

El estudio sobre los efectos de diferentes periodos de curado en la cebolla blanca (*Allium Cepa L.*) permitió evaluar la influencia del tiempo de exposición solar en variables como la pérdida de peso, la humedad residual, el tamaño, el diámetro y la apariencia visual de los bulbos. A través del análisis de los datos obtenidos en cada tratamiento, se identificaron patrones claros que permiten establecer el tiempo óptimo de curado para garantizar una mejor conservación del producto sin comprometer su calidad.

Pérdida de peso y humedad

Uno de los factores más relevantes en la evaluación del curado fue la pérdida de peso de los bulbos, la cual estuvo directamente relacionada con la eliminación de agua durante el proceso. Se observó que, a medida que aumentaba el tiempo de curado, la pérdida de peso se hacía más evidente, con valores más bajos en los tratamientos de 7 y 10 días en comparación con los de 3 y 5 días. Esto coincide con estudios previos sobre poscosecha en cebolla, que indican que el proceso de curado permite reducir significativamente la humedad interna de los bulbos, disminuyendo así el riesgo de pudrición y aumentando su vida útil.

El análisis estadístico mostró que, aunque hubo una tendencia clara a la reducción de peso con el tiempo, las diferencias entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, la pérdida de humedad sí fue notable, con un promedio del 24.48% en el tratamiento de

10 días, lo que sugiere que el proceso de curado prolongado es eficaz para garantizar una menor susceptibilidad a microorganismos y un mejor almacenamiento del producto.

Variación en tamaño y diámetro

En términos de tamaño y diámetro, los datos reflejaron una disminución progresiva con el tiempo de curado. A pesar de que la diferencia entre tratamientos no fue significativa en términos estadísticos, la tendencia general indica que el secado prolongado provoca una contracción del bulbo, reduciendo tanto su diámetro como su tamaño.

El tratamiento de 3 días presentó bulbos con los valores más altos de tamaño y diámetro promedio, lo que sugiere que un curado corto permite mantener la estructura del bulbo con mayor integridad. No obstante, un curado insuficiente puede hacer que la cebolla conserve un mayor porcentaje de humedad, lo que podría reducir su resistencia al almacenamiento. En contraste, el tratamiento de 10 días presentó los valores más bajos en tamaño y diámetro, lo que indica que un periodo prolongado de exposición solar provoca una mayor pérdida de volumen en los bulbos debido a la eliminación de agua y al encogimiento de los tejidos.

Cambio en la coloración y apariencia visual

Uno de los aspectos más evidentes del curado fue el cambio de color en los bulbos, particularmente en los tratamientos de 7 y 10 días. A medida que avanzaba el proceso, los catafilos externos de las cebollas pasaron de un color blanco característico a tonalidades más rojizas o amarillentas, lo que indica un secado adecuado de las capas protectoras del bulbo. Sin embargo, en el tratamiento de 10 días se registró la presencia de quemaduras en algunos bulbos, probablemente debido a la prolongada exposición a la radiación solar.

Este fenómeno es relevante desde un punto de vista comercial, ya que, si bien un curado prolongado es beneficioso para la conservación de la cebolla, un exceso de exposición puede afectar su apariencia y, por ende, su aceptación en el mercado. Se recomienda evaluar la posibilidad de utilizar estructuras de sombra o métodos de curado controlado para evitar este tipo de daño.

Relación con estudios previos y recomendaciones

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con investigaciones previas sobre la poscosecha de cebolla, que indican que un curado adecuado permite reducir la humedad y mejorar

la vida útil del producto. Sin embargo, los efectos negativos del exceso de exposición solar también han sido documentados en otros estudios, donde se señala que temperaturas muy altas pueden provocar deshidratación extrema y deterioro en la calidad visual del bulbo.

A partir de estos hallazgos, se recomienda que el curado de cebolla en condiciones de campo no supere los 10 días y que se implementen estrategias para mitigar el impacto de la radiación solar directa, como el uso de cubiertas o estructuras de sombra. Además, sería útil complementar estos estudios con análisis químicos y microbiológicos para determinar cómo afectan estos periodos de curado a la composición interna del bulbo y su resistencia a enfermedades.

En conclusión, el análisis de resultados sugiere que el curado de 10 días es el más efectivo para la conservación de la cebolla blanca, pero con ciertas limitaciones en términos de apariencia visual. Un equilibrio entre tiempo de curado y condiciones ambientales permitirá mejorar la calidad poscosecha y garantizar un producto más competitivo en el mercado.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El estudio confirmó que el tiempo de curado influye en la calidad poscosecha de la cebolla blanca, afectando su deshidratación y resistencia al almacenamiento. El curado de 10 días resultó ser el más efectivo para reducir la humedad y prolongar la vida útil, aunque presentó riesgo de quemaduras por exposición solar.

A mayor tiempo de curado, hubo mayor pérdida de peso y leve reducción en tamaño y diámetro, aunque sin diferencias significativas. Los bulbos de curado prolongado mostraron coloración rojiza en los catafilos, indicando secado adecuado, pero con riesgo de daño estético.

Se concluye que 10 días es el tiempo óptimo para el curado en campo, pero se recomienda implementar estructuras de sombra o ventilación controlada para evitar efectos negativos. Además, se sugiere investigar otros factores como calidad sensorial, composición química y resistencia a enfermedades en almacenamiento.

Recomendaciones

- Implementar cubiertas protectoras para evitar quemaduras en los bulbos.

- Evaluar el uso de métodos de curado bajo techo para comparar resultados con el curado en campo.
- Investigar el impacto de los residuos generados en el proceso y su posible reutilización.
- Establecer parámetros de pérdida de peso aceptables para la comercialización de la cebolla.

Bibliografía.

- López García O. A, D. M. (2024). *Evaluación de cuatro periodos de curado en cebolla blanca (Allium Cepa L.) realizado bajo condiciones de campo a través de exposición solar* Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias agronómicas. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/adde54e7-5ac3-4b83-9654-02ada7be102c>

CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN DOS LUGARES CON ALTITUDES DIFERENTES EN EL SALVADOR

Walter Alexander Arteaga Carpio; Daniel Ernesto Candray Gómez; Lidia Maribel Sánchez
García

Facultad De Ciencia Agronómicas, 2022

Resumen

El estudio evaluó las características morfoagronómicas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.): Soloma, Icta-Frit y Tollocan, en dos localidades con altitudes diferentes en El Salvador. Los ensayos se realizaron en Cantón El Centro, Chalatenango (2,050 msnm) y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, San Salvador (730 msnm). Se utilizó el descriptor morfológico de papa para analizar el crecimiento y desarrollo de las variedades.

Los resultados mostraron que las condiciones ambientales influyeron significativamente en la expresión de las características morfoagronómicas. En la zona alta, las bajas temperaturas afectaron el desarrollo del cultivo, causando la pérdida total del follaje en la quinta semana. Adicionalmente, la pandemia de COVID-19 limitó la continuidad del experimento en la segunda localidad. A pesar de estos desafíos, se logró recopilar información valiosa sobre la adaptabilidad de las variedades en diferentes altitudes.

Este estudio resalta la importancia de generar semilla de papa certificada para mejorar la estabilidad del mercado y garantizar la producción nacional. Se recomienda la continuidad de investigaciones que evalúen la pureza genética de las variedades mediante descriptores morfoagronómicos y recursos filogenéticos.

Palabras Clave: Papa, Icta-Frit, Tollocan, Soloma, Caracterización morfoagronómica, Altitud, Semilla certificada, Adaptabilidad, Filogenética.

Abstract

The study evaluated the morfo-agronomic characteristics of three potato varieties (*Solanum tuberosum* L.): Soloma, Icta-Frit, and Tollocan, in two locations with different altitudes

in El Salvador. The trials were conducted in Cantón El Centro, Chalatenango (2,050 meters above sea level) and at the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, San Salvador (730 meters above sea level). The potato morphological descriptor was used to analyze the growth and development of the varieties.

The results showed that environmental conditions significantly influenced the expression of morpho-agronomic characteristics. In the high-altitude zone, low temperatures affected crop development, causing total foliage loss by the fifth week. Additionally, the COVID-19 pandemic restricted the continuity of the experiment in the second location. Despite these challenges, valuable information was gathered regarding the adaptability of the varieties at different altitudes.

This study highlights the importance of producing certified potato seeds to improve market stability and ensure national production. Further research is recommended to evaluate the genetic purity of the varieties using morpho-agronomic descriptors and phylogenetic resources.

Keywords: Potato, Icta-Frit, Tollocan, Soloma, Morpho-agronomic characterization, Altitude, Certified seed, Adaptability, Phylogenetics.

Introducción.

El cultivo de la papa es de gran importancia económica en la zona de Chalatenango, El Salvador. Sin embargo, la producción se ha visto afectada por la falta de semilla de calidad, lo que ha llevado a la reducción de las áreas de siembra y una disminución en los rendimientos. Gran parte del material utilizado proviene de países vecinos como Guatemala, Honduras y Nicaragua, lo que ha generado problemas fitosanitarios debido a la propagación de plagas y enfermedades.

A nivel mundial, la papa es el cuarto cultivo más importante después del maíz, arroz y trigo, representando el 4.2% de la producción agrícola total. Su consumo per cápita en El Salvador es bajo en comparación con otros países, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la producción local mediante el desarrollo de semilla certificada.

Ante esta problemática, el CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) ha implementado investigaciones para la producción y manejo de semilla mejorada bajo condiciones protegidas. Además, la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en colaboración con KOICA y otras instituciones, ha trabajado en la producción de

semilla de papa libre de virus, con el objetivo de fortalecer el sector y garantizar la estabilidad del mercado.

En estudios previos, se evaluaron tres variedades de papa ("Soloma", "Icta-Frit" y "Tollocan") en hidroponía para la producción de mini tubérculos. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre las variedades en términos de rendimiento, se observó que la variedad Tollocan presentó un mayor porcentaje de semilla prebásica en la categoría mediana. Estos antecedentes resaltan la importancia de continuar con investigaciones para mejorar la producción de papa en el país.

Equipos E Instrumentación.

Para llevar a cabo la investigación, se utilizaron diversos equipos e instrumentos que permitieron la correcta recopilación y análisis de datos.

- Instrumentos de medición
- Vernier electrónico: Utilizado para medir el diámetro del tallo y el diámetro de los minitubérculos.
- Cinta métrica: Empleada para medir la altura de las plantas desde la base del sustrato hasta el meristemo apical.
- Balanza semi-analítica: Utilizada para pesar los tallos y hojas en estado fresco y seco.
- Hidrotermógrafo (OAKON): Mide la temperatura y la humedad relativa del ambiente cada 24 horas.
- Infraestructura y equipos de producción

Invernadero: Ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas, construido con estructura metálica y cubierta de plástico EVA ultravioleta de 180 micrones.

Sistema de riego por goteo y nebulizadores: Controlado mediante un programador de riego electrónico (EZ PROjr-8300 SERIES).

Jabas de polietileno: Con dimensiones de 0.31 m × 0.51 m × 0.10 m, distribuidas en cinco líneas, utilizadas para el cultivo de las plantas.

- Equipos de laboratorio

Estufa de secado: Utilizada para deshidratar muestras de tallos y hojas a 65°C durante 24 horas y obtener el peso seco.

Bandejas de aluminio: Empleadas para la disposición de las muestras en el secado.

- Materiales utilizados en la siembra

Sustratos: Se emplearon dos tipos de mezclas:

Escoria volcánica (60%) + fibra de coco (40%).

Piedra pómez (60%) + fibra de coco (40%).

Fertilizantes hidrosolubles: Aplicados según las etapas fenológicas del cultivo con diferentes formulaciones (15-30-15, 18-6-18, 13-6-40).

Estos equipos e instrumentos facilitaron el correcto desarrollo de la investigación y la obtención de datos precisos sobre las variedades de papa estudiadas.

Procedimiento Experimental.

La investigación se realizó en dos localidades con diferentes condiciones climáticas para evaluar la adaptación de tres variedades de papa: Soloma, Tollocan e Icta-Frit.

- **Diseño experimental**

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

Se establecieron tres bloques de 12 metros de largo, cada uno con dos surcos.

Cada tratamiento tuvo una longitud de 3 metros, con separación de 0.9 metros entre surcos y 0.3 metros entre plantas.

Se realizó una siembra escalonada con una diferencia de una semana entre cada variedad.

- **Preparación del suelo**

Se removió la capa superficial del suelo para mejorar su aireación.

Se realizaron aplicaciones de fertilizante 15-15-15 en dos fases:

- Primera aplicación: 15 días después de la siembra (2.27 Ton/Ha).
- Segunda aplicación: 40 días después de la primera (4.54 Ton/Ha).

- **Riego**

En la Universidad de El Salvador, el riego se realizó mediante mangueras con el método de riego por gravedad.

Se dejaron canales entre los surcos para facilitar la aplicación del agua.

- **Monitoreo de crecimiento**

Se evaluaron variables como altura de la planta, número de hojas, color del tallo, diámetro del tallo y formación de minitubérculos.

Se midieron las características de las flores y tubérculos utilizando descriptores morfoagronómicos.

- **Cosecha y análisis de producción**

La cosecha se realizó cuando el 75% de las plantas alcanzaron la madurez fisiológica.

Se registraron datos de número total de minitubérculos por planta, peso total de tubérculos y diámetro ecuatorial.

Se clasificaron los minitubérculos en diferentes categorías según tamaño y peso.

- **Problemas durante la investigación**

En Chalatenango, las bajas temperaturas (6°C) afectaron el desarrollo del cultivo, ocasionando la pérdida total del follaje en la quinta semana.

En la Universidad de El Salvador, la investigación se vio interrumpida debido a la pandemia de COVID-19, lo que impidió la evaluación completa del ciclo del cultivo.

Resultados

La investigación sobre las tres variedades de papa en el Cantón Las Pilas, Chalatenango, permitió obtener información clave sobre sus características morfoagronómicas bajo las

condiciones específicas de la región. Se analizaron aspectos como el hábito de crecimiento, el color del tallo, la forma de las alas del tallo, y el número de pares de folíolos, lo que permitió determinar cómo cada variedad se adapta a las condiciones locales.

Variedad: Soloma	
Color del tallo	Morado
Forma de las alas del tallo	Ondulado y Angosto
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Muy separados
Forma del foliolo terminal	Ovada
Forma del ápice del foliolo terminal	Acumen largo
Forma de la base del foliolo terminal	Cordada
Variedad icta-frit	
Color del tallo	Verde
Forma de las alas del tallo	Recto
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Separados
Forma del foliolo terminal	Anchamente elíptica
Forma del ápice del foliolo terminal	Acumen largo
Forma de la base del foliolo terminal	Asimétrica

Figura N°1: Datos de caracterización de dos variedades de papa en el ensayo instalado en la Facultad de Ciencia Agronómicas UES.

- Variedad Soloma

Hábito de Crecimiento: La variedad Soloma mostró un hábito "semi-erecto" en Las Pilas, lo que indica que sus plantas tienden a crecer hacia arriba, pero con una ligera inclinación. Este tipo de crecimiento puede ser una ventaja para la planta, ya que optimiza la exposición al sol, lo que podría mejorar la fotosíntesis. Sin embargo, la descripción del hábito en otros estudios previos, como el de López Monzón et al. (2011), menciona que el hábito de crecimiento de esta variedad es "decumbente" (más acostado), lo que muestra cómo las condiciones geográficas (altitud, temperatura) influyen en el desarrollo de la planta. La diferencia en la altitud de los lugares de estudio, de 1800-1900 msnm en Las Pilas frente a los 3493 msnm de los estudios anteriores, podría explicar esta variabilidad.

Tallo y Folíolos: El color del tallo fue observado principalmente como morado en Las Pilas, a diferencia de otros estudios que indican un color verde predominante. Esto puede deberse a una mayor intensidad de luz o a una reacción genética frente a las condiciones específicas del suelo o clima en Las Pilas. La forma de las alas del tallo fue reportada como "dentada" y estrecha en esta zona, lo cual podría estar relacionado con una adaptación específica al ambiente local.

- **Variedad Tollocan**

Hábito de Crecimiento: En el caso de la variedad Tollocan, se observó un hábito "decumbente" en Las Pilas, similar a lo que reportaron estudios previos en altitudes similares. Este hábito puede ofrecer ventajas en términos de resistencia al viento, ya que el crecimiento hacia el suelo puede proporcionar una mayor estabilidad a la planta. Además, las plantas con este hábito tienden a tener una mayor área de contacto con el suelo, lo que favorece la absorción de nutrientes y agua, algo crucial en su desarrollo.

Tallo y Foliolos: En cuanto al color del tallo, Las Pilas mostró una tonalidad verde consistente con los estudios previos. Sin embargo, se identificaron diferencias en la forma de las alas del tallo. Mientras que otros estudios mencionan alas más anchas, en esta investigación se encontró que las alas eran más angostas y dentadas, lo que sugiere que esta variedad puede estar adaptándose a las condiciones específicas de la zona. El número de pares de inter-hojuelas y foliolos laterales secundarios mostró variabilidad, lo que también refleja cómo las condiciones locales afectan el crecimiento y desarrollo de la planta.

- **Variedad Icta-Frit**

Hábito de Crecimiento: La variedad Icta-Frit presentó un hábito "semi-erecto" en Las Pilas, lo que fue una sorpresa, ya que otros estudios reportan que su hábito en altitudes más altas es "erecto". Esto sugiere que el hábito de crecimiento de esta variedad puede ser más flexible dependiendo de las condiciones del ambiente. Un crecimiento semi-erecto puede ser beneficioso en zonas con alta radiación solar, ya que permite a la planta optimizar su exposición al sol sin sufrir daños por calor excesivo.

Tallo y Foliolos: Se observó un color verde predominante en el tallo, que coincide con los hallazgos previos. Sin embargo, en algunos casos, se encontraron manchas en los tallos, lo que podría estar relacionado con factores como las fluctuaciones de temperatura o la interacción de la variedad con ciertos nutrientes en el suelo. La forma de las alas del tallo fue reportada como "ondulada" y varió en grosor dependiendo de las condiciones del terreno y el clima en Las Pilas. Esto resalta la importancia del ambiente en la expresión de características morfológicas como el grosor de las alas del tallo.

Análisis de Resultados

En la investigación realizada para caracterizar morfoagronomicamente tres variedades de papa en el Cantón Las Pilas, Chalatenango, se observaron diferencias significativas en varias características de las plantas dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas de las zonas de ensayo.

- Variedad Soloma:

Hábito de Crecimiento: El resultado de que el hábito de crecimiento de la variedad Soloma fuera "semi-erecto" en Las Pilas contrasta con estudios previos como el de López Monzón et al. (2011), donde se reportó un hábito "decumbente". Esta discrepancia puede atribuirse a factores ambientales, ya que Las Pilas se encuentra a una altitud menor (1800-1900 msnm) comparado con los 3493 msnm del estudio previo. Además, la diferencia en la edad de la planta durante la toma de datos podría haber influenciado el comportamiento del hábito de crecimiento.

Características del Tallo y Foliolos: En cuanto al color del tallo y la forma de las alas del tallo, los resultados en Las Pilas fueron consistentes con algunos estudios previos, como el de Tapia Vásquez (2017), pero también se notaron variaciones, particularmente en el color del tallo. Mientras que estudios previos informaron un predominante color verde, en esta investigación el color morado fue más notorio. Estos resultados resaltan la importancia de considerar las condiciones climáticas y la geografía, como la altitud, que podría ser responsable de estos fenómenos. Los datos sobre el número de pares de inter-hojuelas y foliolos laterales secundarios fueron variables, y en algunos casos no se pudieron obtener datos en la Universidad debido a la cuarentena, lo que limita la comparabilidad de los resultados entre las dos localidades.

- Variedad Tollocan:

Hábito de Crecimiento: El hábito de crecimiento "decumbente" de la variedad Tollocan, observado en Las Pilas, coincidió con los resultados previos de López Monzón et al. (2011) y Tibán Leica (2012), quienes reportaron este mismo patrón en condiciones similares. Este hallazgo refuerza la estabilidad del hábito de crecimiento de esta variedad bajo diferentes condiciones de altitud, a pesar de las variaciones geográficas y climáticas.

Color y Forma del Tallo: El color verde del tallo encontrado en Las Pilas se alinea con los resultados de investigaciones previas, confirmando la estabilidad de este rasgo en la variedad

Tollocan. Sin embargo, al igual que con la variedad Soloma, se observaron algunas diferencias en la forma de las alas del tallo. En Las Pilas, las alas fueron dentadas y angostas, mientras que estudios previos reportaron formas dentadas, pero más anchas. Este tipo de variabilidad sugiere que el clima y la altitud tienen un impacto significativo en el desarrollo de estas características morfológicas.

- **Variedad Icta-Frit:**

Hábito de Crecimiento: La variedad Icta-Frit mostró un hábito "semi-erecto" en Las Pilas, mientras que otros estudios, como el de López Monzón et al. (2011), reportaron un crecimiento erecto en condiciones de mayor altitud. Esta diferencia podría estar relacionada con las condiciones de crecimiento locales y las diferencias en las prácticas agrícolas, como la densidad de siembra y el manejo del cultivo. El hecho de que la variedad Icta-Frit se comportara de manera diferente en cuanto a su hábito de crecimiento bajo las condiciones específicas de Las Pilas resalta la influencia de factores ambientales en las características agronómicas de las variedades de papa.

Características del Tallo: En cuanto a las características del tallo, se observó un color verde en ambas localidades, aunque los estudios previos informaron la presencia de manchas en algunos casos. Esta variabilidad podría estar asociada con las condiciones climáticas y la genética de la variedad, sugiriendo que factores como la luz solar, la temperatura y la humedad pueden influir en la expresión de estas características. Asimismo, las formas de las alas del tallo fueron consistentes en cuanto a ser onduladas, pero se observaron algunas variaciones en el grosor de las alas dependiendo de la localidad, lo que también subraya la importancia del ambiente en la morfología de la planta.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

- En las variedades en estudio la fase reproductiva no se completó llegando únicamente a los 55 días de establecido el cultivo.
- Con base a la información obtenida por parte de los productores de la zona y la literatura, el ciclo de cosecha de las variedades Soloma y Tollocan oscila de 110-120 días y la variedad icta frit de 140-150 días.

- La variabilidad en los resultados obtenidos en el estudio pudo deberse a las problemáticas presentadas en ambos sitios y la falta de cumplimiento en el ciclo del cultivo

Recomendaciones

- Es importante el uso de los descriptores, porque mediante estos se pueden identificar las características de cada variedad.
- Para evaluar este tipo de investigación se deben utilizar materiales genéticos de semilla de buena calidad.
- El tamaño de la semilla tubérculo debe ser uniforme con un peso promedio de 50-60 gramos.
- Debido a las problemáticas presentadas durante la investigación no se completó la caracterización por lo que se recomienda continuar con este tipo de investigaciones de características morfológicas, agronómicas y comerciales.

Bibliografía

- Arteaga Carpio W, A, Candray Gomez D, E, Sanchez Garcia L, M, (2022). *Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (Solanum tuberosum L) en dos lugares con actitudes diferente en El Salvador*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencia Agronómicas. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/34a80211-0661-464d-8279-b3e451ceec12/content>

**CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES
MUTANTES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CULTIVADAS MEDIANTE
LA TÉCNICA DE HIDROPONÍA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Carmen Esmeralda, Hernández León; Pedro Omar, Rodríguez Salguero; Fátima Michelle
Rodríguez Sibrián

Facultad de Ciencias Agronómicas, 2020

Resumen

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador entre junio de 2019 y febrero de 2020. Se caracterizaron morfoagronómicamente las variedades de tomate Magine, Carucha, Domi, Dodel y Decia, obtenidas por irradiación de rayos gamma en el INCA (Cuba), comparándolas con la variedad Sevaco como testigo. Las plantas fueron cultivadas en macetas con sustrato de fibra de coco y escoria volcánica, bajo hidroponía en invernadero. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), analizando los datos con InfoStat y PAST3. Se evaluaron variables cualitativas como tipo de crecimiento y color del fruto, y cuantitativas como días a germinación, altura de planta y peso de frutos. La variedad Dodel obtuvo el mayor peso promedio de fruto (67.16 g) pero menor cantidad (12 frutos), mientras que Decia, Magine y Sevaco tuvieron más frutos (19-22) pero menor peso (33.88-34.63 g). Sevaco alcanzó la mayor altura (131.90 cm), mientras que Carucha fue la más baja (92.80 cm), con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Palabras Clave: Caracterización, variedades, mutantes, Carucha, Decia, Dodel, Domi, Magine, hidroponía, invernadero

Abstract

The research was conducted at the Faculty of Agronomic Sciences, University of El Salvador, from June 2019 to February 2020. A morpho-agronomic characterization was performed on the tomato varieties Magine, Carucha, Domi, Dodel, and Decia, obtained through gamma-ray irradiation at INCA (Cuba), and compared with the Sevaco variety as a control. The plants were grown in pots with a substrate of coconut fiber and volcanic slag, using a hydroponic system in a greenhouse. A Completely Randomized Block Design (CRBD) was used, with data analyzed using

InfoStat and PAST3 software. Qualitative variables such as growth type and fruit color were evaluated, along with quantitative variables including days to germination, plant height, and fruit weight. The Dodel variety had the highest average fruit weight (67.16 g) but the lowest fruit count (12), while Decia, Magine, and Sevaco produced more fruits (19-22) but had lower average weights (33.88-34.63 g). Sevaco had the tallest plants (131.90 cm), whereas Carucha was the shortest (92.80 cm), with statistically significant differences ($p < 0.05$).

Keywords: Tomato varieties, mutants, Carucha, Decia, Dodel, Domi, Magine, hydroponics, greenhouse

Introducción.

El tomate es la hortaliza más consumida en el mundo y la de mayor valor económico, destacándose por su versatilidad tanto en su consumo como en su valor nutricional. Su demanda continúa en aumento, lo que conlleva al crecimiento de su cultivo, producción y comercio a nivel mundial. En El Salvador, el cultivo de tomate es una de las actividades agrícolas de mayor relevancia, con una producción de 484,387 quintales en la temporada 2017-2018, sembrando 859 manzanas a nivel nacional. Este incremento en la producción ha sido impulsado principalmente por el aumento en el rendimiento de los cultivos, en menor medida por la expansión de la superficie cultivada.

El tomate no solo es un alimento básico en la dieta, sino que también es una fuente importante de nutrientes como las vitaminas A y C, carbohidratos, fibra, proteína y hierro. El consumo per cápita de tomate en Norte y Centroamérica es significativo, con alrededor de 26.9 kg anuales. A nivel económico, el cultivo del tomate tiene una gran importancia, siendo un rubro clave para los agricultores, tanto en la producción como en el comercio local.

La producción nacional de tomate tiene como objetivo principal asegurar la seguridad alimentaria de la población, reducir la dependencia de las importaciones y promover el desarrollo de tecnologías innovadoras que aumenten la productividad, competitividad y rentabilidad del sector. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, la dependencia de importaciones ha crecido considerablemente: en 1995, la producción nacional cubría toda la demanda, pero para 2015, el 87% de la demanda fue satisfecha por importaciones provenientes principalmente de Guatemala,

Nicaragua, Honduras, México y Estados Unidos. Esta dependencia se refleja en el valor económico de las importaciones, que en 2015 ascendieron a \$11,370,977.95.

Las exportaciones nacionales de tomate son limitadas, con solo 1,794.5 toneladas métricas exportadas en 2015, lo que representa una cantidad mínima en comparación con el volumen de importaciones, subrayando la desventaja competitiva de El Salvador frente a otros países productores. Este panorama revela una producción insuficiente, lo que hace urgente la necesidad de innovar y mejorar la capacidad productiva para poder competir en el mercado internacional y satisfacer la creciente demanda interna.

En este contexto, las variedades de tomate en estudio poseen características agronómicas que les otorgan un alto potencial para los productores y consumidores. Una de estas características es la tolerancia a bajas láminas de riego, lo que permite reducir los costos de producción y aumentar la viabilidad de los cultivos, brindando mayor confianza y seguridad a los agricultores. La mejora genética y la adopción de tecnologías en la producción de tomate son claves para incrementar la productividad y lograr una mayor autosuficiencia, reduciendo la necesidad de importar y mejorando la competitividad de El Salvador en el mercado global.

Equipos E Instrumentación.

- Penetrómetro: Para determinar la dureza de los frutos.
- Balanza analítica: Para pesar semillas y medir otros parámetros.
- Brixómetro: Para medir sólidos solubles en unidades Brix.
- Higrómetro y termómetro: Para registrar temperatura y humedad relativa en el invernadero.
- Conductímetro (OAKTON, modelo PCTS 50): Para medir la conductividad eléctrica de la solución nutritiva.
- Bandejas de polietileno: Para la producción de plantines (84 alveolos, volumen de 47 cc).
- Macetas de polietileno: Número 12, con diámetro de 28 cm y altura de 25 cm.

- Sistema de riego: Incluye nebulizadores con programador automático.
- Malla antiviral de 120 mesh: Para protección del invernadero.
- Medidores de variables climáticas: Para análisis ambiental.
- Diseño experimental Bloques Completos al Azar (DBCA): Para el análisis estadístico de los datos

Procedimiento Experimental.

- Preparación del Invernadero

Se limpió y desinfectó con fungicida e hipoclorito de sodio al 2.5%.

Se sustituyó la malla antiviral de 120 mesh y se revisó el sistema de riego

- Producción de Plantines

Se utilizaron bandejas de polietileno con 84 alveolos y sustrato turba esterilizada.

Se sembraron las semillas de seis variedades mutantes de tomate, asegurando condiciones óptimas de humedad y temperatura

- Prueba de Germinación

Se realizó con 100 semillas por variedad en papel toalla, manteniendo una temperatura de 28°C

- Establecimiento del Cultivo

Se trasplantaron las plántulas a macetas de polietileno de 10 L con sustrato de 40% fibra de coco y 60% escoria volcánica.

Se aplicó riego por goteo y un riego adicional post-trasplante

- Manejo del Cultivo

Riego: Se realizaron tres riegos diarios en función de la temperatura y humedad relativa

Nutrición: Se aplicaron fertilizantes hidrosolubles de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo

Tutorado: Se colocó alambre galvanizado para guiar el crecimiento vertical de las plantas

Prevención de Plagas y Enfermedades: Se implementó control fitosanitario mediante monitoreo constante y aplicación de agroquímicos cuando fue necesario

- **Cosecha y Evaluación**

Se cosechó en la etapa de madurez verde para minimizar pérdidas

- **Análisis Estadístico**

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con seis variedades de tomate y cinco bloques, totalizando 120 plantas

Se realizaron análisis de varianza y análisis multivariado utilizando software especializado

Este procedimiento permitió evaluar el comportamiento agronómico de las variedades mutantes en condiciones controladas dentro del invernadero.

Resultados

- **Descriptorios Agronómicos**

Días a germinación: Todas las variedades germinaron en aproximadamente 3 días.

Días a trasplante: Se realizó a los 21 días después de la siembra.

Días a floración: Promedio de 40 días después del trasplante.

Días a cosecha: Variaron entre 97 y 105 días, siendo Sevaco y Decia las más precoces con 98 días.






Producción de plántula	Trasplante	Desarrollo y crecimiento vegetativo	Etapa de floración y desarrollo de fruto		Cosecha	Vida del fruto en anaquel INIA, 2018
0-21	21	21-51	51-81		111-201	
						
Carucha	21	21-54	54-101		101-132	13
Decia	21	21-48	48-99		99-132	13
Dodel	21	21-50	50-105		105-136	13
Domi	21	21-53	53-102		102-135	14
Magine	21	21-50	50-102		102-137	13
Sevaco	21	21-50	50-98		98-140	15
C.I	0.8	1.0	1.0-2.3	2.3-2.5	2.5-2.5	2.5
			pH: 6.0		2.5	2.5 (mS/cm)

Figura N°1: Fenología de las seis variedades de tomate

- **Descriptores del Fruto**

Forma del fruto: Se identificaron tres formas principales: achatada, ligeramente achatada y redondeada.

Número de lóculos: Se observaron diferencias significativas entre variedades.

Color del fruto maduro: Variabilidad en la tonalidad según el código Munsell

- **Rendimiento y Calidad del Fruto**

Número de frutos por planta:

Sevaco presentó el mayor rendimiento con un promedio de **22 frutos por planta**.

Decia y Magine alcanzaron **19 frutos**, Carucha **15 frutos**, Domi **16 frutos** y Dodel **12 frutos**

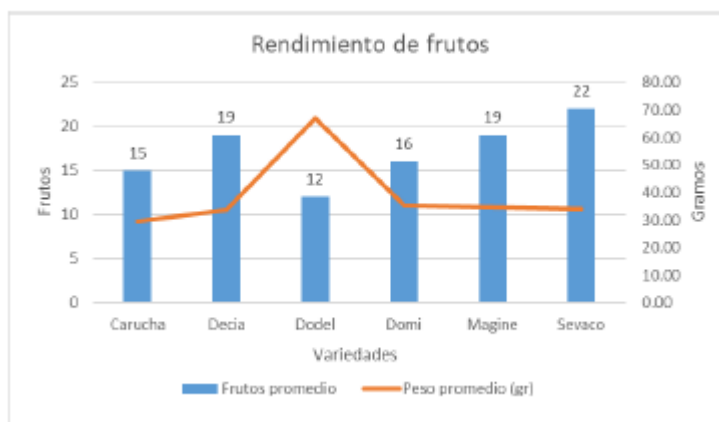


Figura N° 2: Numero y peso de fruto por planta

- **Peso promedio del fruto:**

Dodel tuvo el mayor peso promedio con 67.16 g por fruto.

Carucha mostró el peso más bajo con 29.41 g

Tabla N° 1: Medidas resumen de la variable peso promedio de fruto por planta

Variedad	Variable	N	Media(g)	D.E.	E.E.	C.V. %
Carucha	Peso de fruto por planta	10	29.41	2.81	0.89	9.56
Decia	Peso de fruto por planta	10	33.88	4.84	1.53	14.27
Dodel	Peso de fruto por planta	10	67.16	18.41	5.82	27.41
Domi	Peso de fruto por planta	10	35.39	5.65	1.79	15.97
Magine	Peso de fruto por planta	10	34.63	5.39	1.70	15.55
Sevaco	Peso de fruto por planta	10	34.23	1.73	0.55	5.05

- **Dureza del fruto:** Se midió con un penetrómetro, observándose diferencias entre variedades

Sólidos solubles (°Brix): Los valores estuvieron dentro del rango esperado para tomate de calidad

- **Vida en anaquel:**

La variedad Sevaco presentó la mayor duración con 15 días.

Domi tuvo 14 días, mientras que Carucha, Decia, Dodel y Magine duraron 13 días

- **Cantidad de semillas por gramo:**

Domi mostró la mayor cantidad con 422 semillas/gramo.

Dodel tuvo el menor número con 279 semillas/gramo

Análisis de los Resultados

El estudio evaluó seis variedades de tomate cultivadas en condiciones de invernadero mediante la técnica de hidroponía. Se analizaron diferentes parámetros morfoagronómicos con el objetivo de identificar aquellas variedades con mejores rendimientos y características agronómicas.

- **Germinación y Desarrollo Inicial**

Todas las variedades mostraron tiempos de germinación similares, aproximadamente en 3 días. La etapa de trasplante ocurrió a los 21 días.

El inicio de la floración varió entre 38 y 42 días según la variedad.

Análisis: La rapidez en la germinación y el trasplante temprano sugieren que las variedades presentan buen vigor inicial, lo que es favorable para el establecimiento del cultivo.

- **Producción y Rendimiento**

Sevaco tuvo la mayor cantidad de frutos por planta (**22 frutos**), seguido de **Decia y Magine** con **19 frutos**.

Dodel presentó el mayor peso por fruto (**67.16 g**), mientras que **Carucha** tuvo los frutos más ligeros (**29.41 g**).

El número de semillas por gramo fue mayor en **Domi** (422 semillas/gramo), mientras que **Dodel** tuvo la menor cantidad (279 semillas/gramo).

Análisis: Sevaco, Decia y Magine muestran mayor rendimiento en términos de número de frutos por planta, mientras que Dodel se destaca por el peso del fruto. Estas características son clave para seleccionar variedades según las necesidades del productor.

- **Calidad del Fruto**

Dureza del fruto: Se determinó con un penetrómetro, mostrando diferencias significativas entre variedades.

Sólidos solubles (Brix): Se encontraron valores adecuados para un tomate de calidad comercial.

Vida en anaquel: Sevaco tuvo la mayor durabilidad (**15 días**), mientras que las demás variedades oscilaron entre 13 y 14 días.

Análisis: La dureza del fruto y el contenido de sólidos solubles son determinantes para la calidad comercial. Sevaco destaca en conservación postcosecha, lo que es ventajoso para su comercialización.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

- El estudio permitió evaluar el desempeño agronómico de seis variedades mutantes de tomate bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Se observó que Sevaco y Decia fueron las variedades más precoces y productivas en términos de número de frutos por planta, lo que las hace opciones viables para cultivos de alto rendimiento. Dodel, por su parte, destacó por el mayor peso promedio de fruto, aunque con menor cantidad de producción por planta.

- En cuanto a la calidad del fruto, Sevaco mostró la mayor vida en anaquel (15 días), lo que la hace una excelente opción para comercialización debido a su conservación postcosecha. Dureza y contenido de sólidos solubles también fueron parámetros determinantes, ya que afectan la textura y el sabor del fruto.

- Los resultados obtenidos indican que la selección de variedades dependerá de los objetivos específicos del productor: Sevaco y Decia son ideales para una producción intensiva con alto número de frutos, mientras que Dodel es una mejor opción cuando se busca frutos más grandes. Magine y Decia ofrecen un balance entre rendimiento y calidad, adaptándose a diferentes necesidades del mercado.

Recomendaciones

- Para producción comercial, Sevaco es la mejor opción por su alto rendimiento y conservación postcosecha. Dodel es recomendable si se busca un fruto de mayor tamaño, mientras que Magine y Decia ofrecen un equilibrio entre cantidad y calidad.

Bibliografía

- Hernandez Leon C. E, Rodriguez Salguero P, O, Rodriguez Sibrian F, M, (2020). *Caracterización morfoagronómica de cinco variedades mutantes de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) cultivadas mediante la técnica de hidroponía bajo condiciones de invernadero* Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronomicas. San Salvador, El Salvador.

- <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/2aac9a98-7257-4520-92c6-f16b8906eedc/content>

EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBASICA

Wilfredo Vásquez Ramírez
Facultad De Ciencia Agronómicas, 2018

Resumen

La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador con el objetivo de evaluar el comportamiento de tres variedades de papa (Soloma, Tollocan y Granola) bajo diferentes densidades de siembra y combinaciones de sustratos en condiciones de invernadero mediante hidroponía. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar con 18 tratamientos y cuatro repeticiones, analizando variables clave como número de hojas, total de minitubérculos por planta y peso total de minitubérculos. El análisis estadístico se realizó con el software InfoStat para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados mostraron que la variedad Soloma obtuvo la mayor producción de minitubérculos, presentando diferencias significativas en comparación con Granola y Tollocan. En cuanto a densidad de siembra, seis minitubérculos por unidad de área resultó ser la opción más eficiente, favoreciendo el crecimiento de las plantas y la producción de tubérculos. En términos de sustratos, la combinación de 60% escoria volcánica + 40% fibra de coco superó al sustrato de 60% piedra pómez + 40% fibra de coco, mostrando mejores condiciones para el desarrollo de la papa. Estos hallazgos subrayan la importancia de seleccionar adecuadamente la variedad de papa, la densidad de siembra y el sustrato para optimizar la producción de semilla prebásica en ambientes controlados. La aplicación de hidroponía en invernaderos se presenta como una estrategia viable para mejorar la calidad y rendimiento de la semilla de papa en El Salvador.

Palabras Clave: Papa, Soloma, Tollocan, Granola, combinaciones de sustratos, densidad de siembra.

Abstract

The research was conducted at the Faculty of Agronomic Sciences at the University of El Salvador with the objective of evaluating the performance of three potato varieties (Soloma,

Tollocan, and Granola) under different planting densities and substrate combinations in a greenhouse using hydroponics. A completely randomized block design was implemented with 18 treatments and four replications, analyzing key variables such as number of leaves, total minitubers per plant, and total weight of minitubers. Statistical analysis was performed using InfoStat software to determine significant differences between treatments.

The results showed that the Soloma variety achieved the highest production of minitubers, presenting significant differences compared to Granola and Tollocan. Regarding planting density, six minitubers per unit area proved to be the most efficient option, promoting plant growth and tuber production. In terms of substrates, the combination of 60% volcanic slag + 40% coconut fiber outperformed the 60% pumice + 40% coconut fiber substrate, providing better conditions for potato development. These findings highlight the importance of properly selecting the potato variety, planting density, and substrate to optimize the production of pre-basic seed in controlled environments. The application of hydroponics in greenhouses presents itself as a viable strategy to improve the quality and yield of potato seed in El Salvador.

Keywords: Potato, Soloma, Tollocan, Granola, substrate combinations, planting density.

Introducción.

La mayor parte de la semilla de papa utilizada en países en desarrollo proviene del sistema tradicional, lo que afecta su calidad y rendimiento (Horton, 1992). La papa es el cuarto cultivo más sembrado en el mundo, con una producción global de 290 millones de toneladas en 13.85 millones de hectáreas (Román y Hurtado, 2002). En Chalatenango, este cultivo es económicamente relevante, pero la falta de semilla certificada ha reducido las áreas de siembra y aumentados problemas fitosanitarios. Para abordar esta situación, el CENTA trabaja en la producción de semilla mejorada en condiciones protegidas (MAG, 2016). Actualmente, la producción local solo cubre el 20% de la demanda, requiriendo importaciones. Con apoyo internacional, la Universidad de El Salvador y KOICA desarrollan un proyecto para producir semilla de papa libre de virus. Esta investigación evaluó tres variedades de papa en diferentes densidades de siembra y combinaciones de sustrato, con el objetivo de mejorar la producción de semilla prebásica en El Salvador.

Equipos E Instrumentación.

- **Invernadero:** De forma semicircular, con ventana cenital en la parte superior del techo, con dimensiones de 5.0 m de ancho por 10.0 m de largo, un área total de 50.0 m² y una altura central de 4.10 m. Está construido con tubos galvanizados de 1.5 y 2.0 pulgadas de diámetro y recubierto con plástico EVA ultravioleta de 180 micrones y tela sarán del 50%
- **Sistema de riego:** Riego por goteo y nebulizadores controlados con un programador de riego electrónico (EZ PROjr-8300 SERIES)
- **Hidrotérmografo (OAKON):** Mide temperatura en grados Celsius y humedad relativa en porcentaje cada 24 horas
- **Jabas de polietileno:** Dimensiones de 0.31 m × 0.51 m × 0.10 m, distribuidas en cinco líneas
- **Medición de variables:**
- **Vernier electrónico:** Para medir el diámetro de los tallos y el diámetro ecuatorial de los minitubérculos
- **Cinta métrica:** Para medir la altura de las plantas
- **Balanza Semi-analítica:** Para pesar tallos y hojas en estado fresco y seco
- **Estufa:** Para secado de tallos y hojas a 65°C durante 24 horas

Procedimiento Experimental.

La investigación se llevó a cabo en invernadero y siguió los siguientes pasos metodológicos:

- **Preparación del invernadero**

Se realizó la limpieza y desinfección de la infraestructura y accesorios del invernadero.

Se prepararon los sustratos utilizados: Escoria volcánica (60%) + fibra de coco (40%)
Piedra pómez (60%) + fibra de coco (40%)

Se desinfectaron con Ditiocarbamato en una dosis de 1.42 L/ha.

- **Siembra**

Se sembraron minitubérculos de *Solanum tuberosum* L. de la generación G1, de las variedades: Soloma, Tollocan, Granola.

Se utilizaron tres densidades de siembra: 6 minitubérculos/jaba, 8 minitubérculos/jaba, 10 minitubérculos/jaba.

Cada jaba contenía 15.8 litros de sustrato.

- **Fertilización del cultivo**

Se emplearon fertilizantes hidrosolubles en función de la etapa fenológica:

Inicio (Semana 1-5): 15-30-15-1Mg

Desarrollo (Semana 6-9): 18-6-18-2Mg+8S+EM

Producción (Semana 10-13): 13-6-40

Se utilizó riego por goteo con tres aplicaciones diarias en las primeras cuatro semanas y luego con menor frecuencia.

- **Manejo fitosanitario**

Se aplicaron plaguicidas e insecticidas preventivos como: Piretroide contra *Spodoptera sp.* y *Empoasca sp.*, Abamectina contra ácaros blancos, Propamocarb clorhidrato contra *Fusarium spp.*, Metoxiacrilato contra *Phytophthora infestans*.

- **Cosecha y categorización**

Se realizó 90-120 días después de la siembra, eliminando el follaje manualmente a 5-10 cm del sustrato.

Los minitubérculos se recolectaron manualmente 15 días después de la defoliación.

Se categorizaron por peso y diámetro.

- Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo trifactorial, con: 4 bloques, 18 tratamientos, 72 unidades experimentales

Se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05\%$) para la comparación de medias.

Se analizaron variables como: Diámetro de tallo, Número de hojas, Altura de la planta y Número y peso de minitubérculos.

Resultados

- Diámetro del tallo

Se encontró que la densidad de siembra influye significativamente en el diámetro del tallo.

Las densidades de seis y ocho minitubérculos por jaba obtuvieron diámetros mayores en comparación con la densidad de diez minitubérculos.

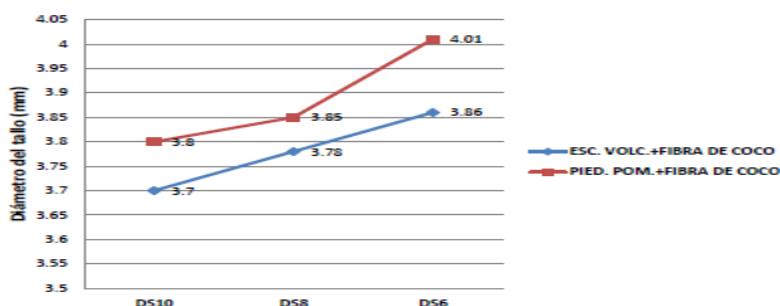


Figura N° 1: Diámetro de tallo, interacción de tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minituberculos)

- Número de hojas

No se observaron diferencias significativas entre variedades, aunque la variedad Tollocan presentó un mayor número de hojas en comparación con Granola y Soloma.

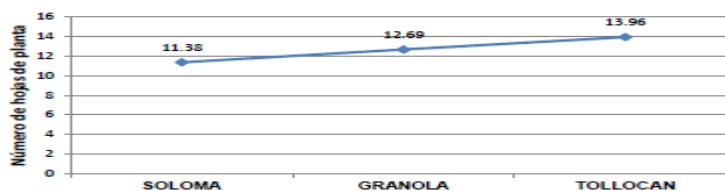


Figura N°2: Factor número de hojas tres variedades de papa (*Tuberosum solanum L*)

- Altura de las plantas

La altura de las plantas varió significativamente entre variedades y densidades de siembra.

Tollocan fue la variedad más alta, seguida de Granola y finalmente Soloma.

Las densidades de siembra más bajas favorecieron un mayor crecimiento en altura.

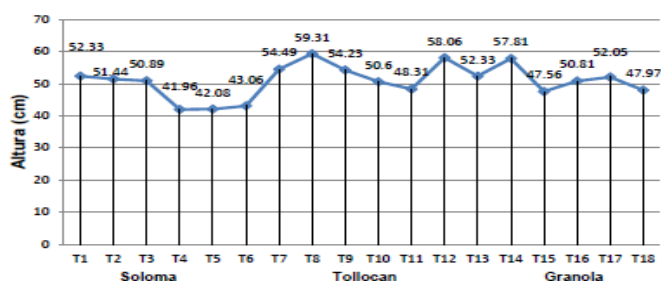


Figura N°3: Altura de planta, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato UES-F.CC. AA. Tesis 2017.

- Número de plantas por tratamiento

Se encontró que la densidad de siembra y la variedad influyen en el número de plantas establecidas.

La variedad Soloma mostró el mayor número de plantas establecidas.

- Total, de minitubérculos

La variedad Soloma obtuvo el mayor número total de minitubérculos, seguida de Granola y luego Tollocan.

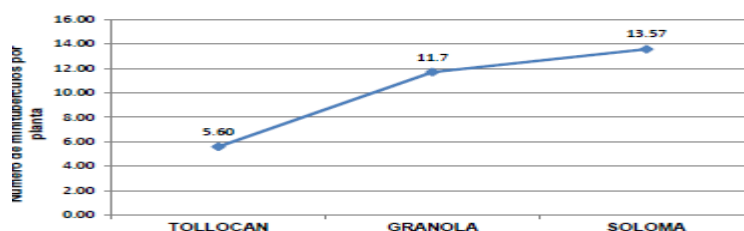


Figura N° 4: Factor simple número de minitubérculos por planta tres variedades de papa (*Tuberosum Solanum* L)

Las densidades de seis y ocho minitubérculos favorecieron una mayor producción en comparación con la densidad de diez.

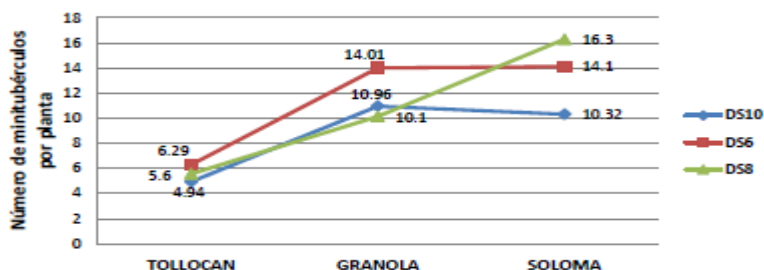


Figura N° 5: Total de minituberculos por planta, interacción de tres variedades de papa (*Tuberosum solanum L.*) y tres densidades de siembra (6,8 y 10)

- **Peso total de minitubérculos**

Se observaron diferencias significativas entre variedades, siendo Soloma la que obtuvo el mayor peso total de minitubérculos, seguida por Granola y Tollocan.

Se encontró que el sustrato piedra pómez + fibra de coco favoreció el desarrollo de minitubérculos en comparación con la escoria volcánica + fibra de coco.

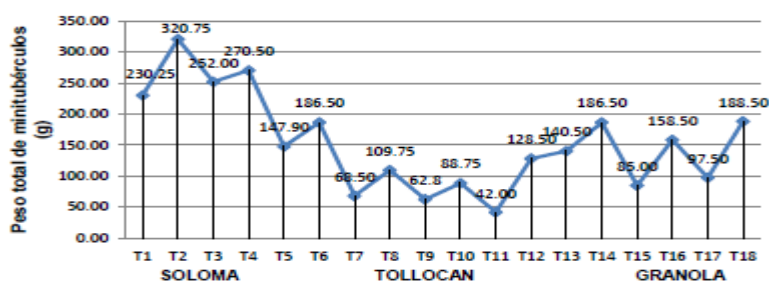


Figura N° 6: Peso total de minitubérculos, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L.* tres densidades de siembra (6,8 y 10 minitubérculos) y dos combinaciones de sustratos.

- **Categorías de los minitubérculos**

Se analizaron las categorías en función del peso y el diámetro.

La variedad Soloma presentó mayor cantidad de minitubérculos en categorías comerciales en comparación con Granola y Tollocan.

- **Costo de producción**

Se determinó que la producción de semilla prebásica de papa generación uno tiene una relación beneficio/costo de 1.11, lo que indica que por cada dólar invertido se recupera 1.11 dólares.

Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar factores clave en la producción de semilla prebásica de papa bajo condiciones de invernadero, evaluando el impacto de las variedades, densidades de siembra y combinaciones de sustratos en el desarrollo de la planta y la producción de minitubérculos.

Crecimiento y desarrollo de las plantas

Se encontró que la variedad Tollocan presentó mayor altura en comparación con Granola y Soloma, lo que sugiere que esta variedad tiene una respuesta más vigorosa en términos de elongación del tallo. Sin embargo, la mayor altura no se tradujo en una mayor producción de minitubérculos, ya que Soloma destacó en este aspecto. Esto puede indicar que un crecimiento excesivo en altura no necesariamente favorece el desarrollo subterráneo, posiblemente debido a la competencia interna por nutrientes.

Las densidades de siembra de seis y ocho minitubérculos por jaba resultaron en plantas con mayor diámetro de tallo y mejor desarrollo foliar. La densidad más alta (diez minitubérculos por jaba) mostró una reducción en estos parámetros, lo que sugiere que el hacinamiento limita la disponibilidad de recursos, afectando negativamente el crecimiento estructural de la planta.

Producción de minitubérculos

La variedad Soloma mostró el mejor desempeño en términos de número y peso total de minitubérculos. Esto indica que esta variedad es más eficiente en la conversión de recursos en órganos de propagación, lo que la hace una opción recomendable para la producción de semilla prebásica. En contraste, Tollocan, a pesar de tener mayor altura, tuvo menor producción de minitubérculos, lo que sugiere que su energía se distribuye más hacia el crecimiento vegetativo que hacia la tuberización.

En cuanto a las densidades de siembra, se confirma que seis minitubérculos por jaba favorecen una mayor producción de minitubérculos por planta en comparación con densidades más altas. Esto se debe probablemente a que hay menos competencia por agua, luz y nutrientes, permitiendo un mejor desarrollo de cada planta.

Efecto del sustrato en la producción

El sustrato piedra pómez fibra de coco favoreció la producción de minitubérculos en comparación con la combinación de escoria volcánica fibra de coco. Esto puede deberse a que la piedra pómez tiene mejores propiedades de drenaje y aireación, lo que facilita el desarrollo radicular y la formación de tubérculos. La escoria volcánica, aunque útil, pudo haber retenido más humedad de la necesaria, afectando la oxigenación del sistema radicular.

Rentabilidad de la producción

El análisis económico mostró una relación beneficio/costo de 1.11, lo que indica que la producción de semilla prebásica de papa bajo invernadero es viable financieramente. Sin embargo, el margen de ganancia es relativamente bajo, lo que sugiere que se podrían optimizar aún más las condiciones de producción para mejorar la rentabilidad, como la reducción de costos en fertilización y manejo fitosanitario.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

- Se concluye que la variedad de papa Soloma presentó los mejores resultados en número y peso total de minitubérculos, mostrando diferencias significativas con respecto a Granola y Tollocan. La densidad de siembra de seis minitubérculos por 0.16 m² fue la más eficiente en comparación con densidades mayores. El sustrato compuesto por 60% de escoria volcánica y 40% de fibra de coco favoreció la producción total de minitubérculos. La combinación de la variedad Soloma con esta mezcla de sustrato y densidad de siembra de seis minitubérculos obtuvo los mejores rendimientos. Por otro lado, la variedad Tollocan sembrada con piedra pómez y fibra de coco favoreció el crecimiento en altura y número de hojas. Finalmente, la inversión en minitubérculos de primera generación (G1) mostró una

relación beneficio/costo de 1.11, indicando una ganancia de 0.11 dólares por cada dólar invertido.

Recomendaciones

- Utilizar la variedad Soloma para la producción de minitubérculos.
- Utilizar sustrato (escoria volcánica 60% + fibra de coco 40%), hay retención de humedad y por consiguiente hay mejores resultados.
- Utilizar semilla minitubérculos de papa con buena edad fisiológica.
- Para la producción de semilla prebásica se requiere continuar estudiando con nuevos materiales genéticos.

Bibliografía

- Vásquez Ramírez W (2018). Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L*) tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencia Agronómicas. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/fc028b8c-4f3b-44be-aac8-77a8a8523720/content>

4.7 RESÚMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE DE COCINA CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS BAJO SISTEMA DE MACROTÚNELES EN EL VALLE DE ZAPOTITAN, CIUDAD ARCE DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Aldana Gutiérrez Manuel de Jesús, Velásquez Mejía Wilfredo Evenor.

Facultad de Ciencias Económicas, 2015.

Resumen.

Este estudio evalúa la factibilidad de producir y comercializar tomate de cocina bajo Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y macro túneles en el Valle de Zapotitán, Ciudad Arce. Se analizaron aspectos técnicos, económicos y comerciales para reducir importaciones y fortalecer el mercado local. La investigación incluyó cuatro etapas: análisis contextual, revisión teórica, diagnóstico técnico-financiero y propuesta de implementación, utilizando encuestas y evaluación financiera mediante VAN y TIR. Los resultados indican que los macro túneles optimizan recursos, reducen pérdidas y garantizan rentabilidad a mediano plazo. Además, se identificó una demanda insatisfecha en supermercados. En conclusión, este modelo es viable y sostenible, impulsando la producción local, la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola.

Palabras Clave: Análisis de factibilidad, producción de tomate, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), macro túneles, diagnóstico técnico y financiero, análisis de mercado, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), seguridad alimentaria, agricultura sostenible.

Abstract

This study assesses the feasibility of producing and marketing cooking tomatoes under Good Agricultural Practices (GAP) and macro tunnels in the Zapotitán Valley, Ciudad Arce. Technical, economic, and commercial aspects were analyzed to reduce imports and strengthen the local market. The research included four stages: contextual analysis, theoretical review, technical-financial diagnosis, and implementation proposal, using surveys and financial evaluation through

NPV and IRR. Results indicate that macro tunnels optimize resources, reduce losses, and ensure medium-term profitability. Additionally, an unmet demand in supermarkets was identified. In conclusion, this model is viable and sustainable, promoting local production, food security, and agricultural development.

Keywords: Feasibility analysis, tomato production, Good Agricultural Practices (GAP), macro tunnels, technical and financial diagnosis, market analysis, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), food security, sustainable agriculture.

Introducción.

Esta sección provee el marco teórico sobre el cual se sustenta el desarrollo de la práctica. En este estudio, se analiza la factibilidad de la producción y comercialización de tomate de cocina utilizando Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y un sistema de macro túneles en el Valle de Zapotitán, Ciudad Arce, departamento de La Libertad. La producción de tomate en El Salvador es insuficiente para cubrir la demanda nacional, lo que obliga a la importación desde países vecinos. Por esta razón, se plantea la implementación de un modelo de producción sostenible y eficiente que optimice los recursos y mejore la calidad del producto final.

Los objetivos principales de este estudio son evaluar la viabilidad técnica, económica y comercial de la producción de tomate bajo macro túneles, identificar oportunidades en el mercado local y analizar el impacto de la implementación de BPA en la calidad del cultivo. Para ello, se realizó un estudio detallado que incluye un diagnóstico de mercado, una evaluación de costos y beneficios, así como una propuesta para la producción escalonada de tomate.

En cuanto a estudios previos, se identificó que en El Salvador la producción de tomate ha sido tradicionalmente limitada por factores como el clima, plagas y falta de infraestructura adecuada. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la producción nacional apenas cubre una fracción del consumo interno, lo que justifica la necesidad de mejorar las técnicas de cultivo. La experiencia de otros países ha demostrado que el uso de macro túneles permite aumentar la producción, reducir pérdidas y mejorar la rentabilidad para los agricultores.

Teóricamente, este estudio se basa en el concepto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), las cuales buscan garantizar la inocuidad del producto, minimizar el impacto ambiental y mejorar la eficiencia de producción. Asimismo, se fundamenta en el uso de macro túneles como una

estrategia de protección de cultivos que permite un mejor control de variables climáticas y plagas. Además, el análisis financiero se apoya en indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para determinar la viabilidad económica del proyecto. Con este estudio, se espera demostrar que la implementación de sistemas de producción modernos y sostenibles puede contribuir significativamente al fortalecimiento del sector agrícola en El Salvador.

Equipos E Instrumentación.

Sistema de riego por goteo: Incluye una **bomba centrífuga** que impulsa el agua con fuerza centrífuga, garantizando un flujo uniforme y evitando retornos con el uso de válvulas antirretorno

Preparación del suelo: Se utilizaron maquinaria agrícola como **subsuelo, arado, rastra y encamadora** para descompactar, remover y preparar la cama de siembra

Macro túneles: Estructuras de **polietileno Agryl, postes de madera, tubos de PVC, alambre galvanizado, malla antivirus y varilla de hierro corrugada**

Encamados con plástico: Se emplearon filmes reflexivos fotodegradables para evitar la evaporación y mejorar la calidad del suelo

Procedimiento Experimental.

- Tipo de investigación

El desarrollo de la investigación se realizó mediante el enfoque analítico descriptivo y explicativo, analizando las alternativas de producción bajo sistemas controlados y sistemáticos.

- Tipo de estudio

La investigación se basó en un estudio de tipo analítico descriptivo explicativo y correlacional,

que pretende no solo puntualizar la poca eficiencia de la producción tradicional de tomate de cocina y sus efectos en los resultados económicos y financieros, sino la presentación de una alternativa de solución a los agricultores locales sobre el manejo de hortalizas bajo el método de Macro túneles y buenas prácticas agrícolas (BPA), que permitirá el aumento de la eficiencia de las producciones, los ingresos y el desarrollo social de la zona, así como la generación de empleos directos e indirectos a la zona.

- **Recolección de la información**

La información se recolecto de dos fuentes clasificadas como primarias empíricas o de campo y las secundarias (bibliográficas o documentales), las cuales se completaron para llevar a cabo un buen trabajo de investigación.

- **Empíricas o de campo**

Se obtuvo información a través de entrevistas, encuestas e investigación de campo realizadas, así mismo, de la evaluación financiera sobre los estados financieros proformas o proyectados de la inversión estimada, la cual sería evaluada desde la perspectiva de VAN y TIR, que permitiera la mejor alternativa de proyección quinquenal para llevar a cabo el proyecto.

- **Bibliográficas o documental** Esto se refiere a la información contenida en libros, Revistas, páginas web; la cual sirvió como apoyo bibliográfico a la investigación de conceptos, teorías, características, antecedentes, clasificación y todo lo relacionado con el tema de investigación.

- **Hipótesis de la Investigación**

Los sistemas controlados de producción bajo macro túneles y buenas prácticas agrícolas con alternativas de producción limpia y constante, incrementa la producción y comercialización del tomate de cocina, generando beneficios económicos para la sociedad y su entorno.

- **Variables**

- **Variable independiente**

Los sistemas contralados de producción bajo macro túneles.

- **Variable dependiente**

Los beneficios económicos futuros de la compañía.

- **Distribución de la variable a investigar**

En donde $y = f(x)$ Y= Producción

X = Variables Independientes

Si se menciona que deseamos para obtener una buena cosecha determinamos que
Producción = f (Precio, Calidad, Tecnología, Eficiencia, Eficacia, Productividad)

- **Muestreo de la investigación**

- **El universo**

El universo fue de 39 comerciantes mayoristas distribuidores de tomate de cocina ubicados en los Mercados Central de San Salvador 3, La Tiendona 24, Mercado de Santa Tecla 11 y Walmart, El Salvador S.A.

- **La muestra**

Comprendió el cien por ciento en razón de que el universo sujeto a investigación cuenta con una población menor de cien elementos.

- **Técnica del muestreo no probabilístico**

Se caracteriza porque no se puede calcular la probabilidad de extracción de una determinada muestra o cuota. Por tal motivo, se busca seleccionar a individuos que tienen un conocimiento del tema bajo estudio y se considera que la información aportada por esas personas es vital para la toma de decisiones.

Por lo anterior, se determinó que el método más apropiado para llevar a cabo la investigación es el método opinático o intencional. Desde el punto de vista del trabajo de investigación, se consideró al censo como técnica, que usa como instrumento la cédula de censo o ficha censal. El censo se llevó a cabo a través de la aplicación de un instrumento estandarizado o encuesta a toda la población objeto de investigación. En ese contexto, se procedió a medir todos los elementos de dicha población.

- **Recopilación de datos**

- **Técnicas e instrumentos**

La investigación se desarrolló sobre la factibilidad económica y financiera para la producción y comercialización de tomate de cocina bajo la técnica de macro túneles y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), haciendo uso de técnicas que permitan conocer la parte teórica y

práctica, así como la información de las unidades en estudio, que para ello se utilizó los siguientes instrumentos:

- **Entrevistas**

La entrevista fue de tipo estructural, dirigida a comerciantes involucrado en el área de compra venta de tomate de cocina, de los mercados mayoristas, específicamente las que operan en San Salvador y Santa Tecla.

- **Encuestas**

Se utilizó este instrumento, el cual está compuesto por una guía de preguntas enfocada al registro de la información para la indagación sobre el potencial de los mercados involucrados en la comercialización de tomate de cocina.

- **Observación**

Se observó la técnica de producción bajo sistemas contralados o macro túneles, así como los procesos de comercialización y distribución en los mercados mayoristas y cadenas de supermercados de El Salvador.

- **Procesamiento de la información**

La información obtenida en las encuestas fue procesada de la siguiente manera:

-Codificación de las preguntas cerradas.

-Realización de trabajo de limpieza de las encuestas, (Significa: su numeración; revisión de las respuestas, a fin de corregir errores de toma, por ejemplo, si no se ha pasado de una pregunta a otra, o aquellas en las que debe registrar una sola opción y aparecen marcadas dos o más, etc.)

-Codificación de variables de preguntas abiertas.

-Consideración de la muestra para la codificación de las preguntas abiertas.

-Elaboración de listado de códigos terminación de la codificación.

Resultados.

- **Estado de Resultados Pro-forma**

Las utilidades proyectadas de este proyecto se detallan en los Estados de Resultados siguientes.
Ver anexo tabla 1

La depreciación de Mobiliario y Equipo y Equipo Informático se encuentran incluidos en los Gastos Administrativos por un monto de \$ 650, la depreciación de Maquinaria y Equipo se encuentran agregados en los costos de producción por \$ 5,020.56

Tabla N°1: Estado de resultado Pro-forma

Estado de Resultados Integral y Ganancias Acumuladas Proyectados					
	1	2	3	4	5
Ingresos de Actividad Ordinaria					
Ventas	311,340.00	320,680.00	330,300.00	340,209.00	350,416.00
Venta Neta	311,340.00	320,680.00	330,300.00	340,209.00	350,416.00
Costo de Venta	106,448.11	107,067.47	106,517.12	106,177.67	108,321.45
Ganancia Bruta	204,891.89	213,612.53	224,782.88	234,031.33	242,094.55
Gastos de Operación					
	(46,865.99)	(46,914.43)	(47,653.30)	(51,783.82)	(51,457.21)
Gastos de Venta	9,300.00	9,579.00	9,866.37	10,162.36	10,467.23
Gastos Administrativos	37,565.99	37,335.43	37,786.93	41,621.46	40,989.97
Costos Financieros	-	8,566.96	1,627.05	-	-
Ganancia Antes de Reserva e Impuesto	158,025.90	166,698.10	177,129.58	182,247.51	190,637.35
(-) Reserva legal	11,061.81	11,668.87	12,399.07	12,757.33	13,344.61
(-) Impuesto Sobre la Renta	36,741.02	38,757.31	41,182.63	42,372.55	44,323.18
Ganancia del Año	110,223.07	116,271.93	123,547.88	127,117.64	132,969.55
Ganancias Acumuladas al inicio del Año	-	226,494.99	350,042.87	477,160.51	610,130.06

- Balance General Pro-forma

Según el Código de Comercio de El Salvador, toda empresa constituida como Sociedad Anónima de Capital Variable, destinará una cantidad anual de sus Utilidades de Operación, para formar la reserva legal de la sociedad, La Reserva legal es del 7% calculada sobre la base de la utilidad antes de Impuesto y Reservas.

EL Impuesto Sobre renta es del 25% Calculada Sobre la Utilidad Antes de Reserva e Impuestos

Analizando la tabla anterior, se obtiene información del comportamiento de los ingresos y los egresos; observando que se obtiene utilidad en los períodos consecuentes. Este análisis, muestra la posibilidad potencial de crecimiento y desarrollo de esta compañía.

Tabla N°2: Balance General Pro-forma

BALANCES GENERAL PRO-FORMA					
Activo	1	2	3	4	5
Activo Corriente	197,831.47	205,234.37	208,427.90	207,183.96	216,473.80
Efectivo					
Caja Y Bancos	188,726.37	196,129.27	199,522.80	198,078.86	207,308.70
Inventarios de Insumos	9,105.10	9,105.10	9,105.10	9,105.10	9,105.10
Activo no Corriente	5,670.61	0.00	0.00	900.00	0.00
Propiedad Planta Y equipo					
Instalaciones-Macrotune	6,691.22	6,691.22	6,691.22	6,691.22	6,691.22
Sistema de Riego	2,450.00	2,450.00	2,450.00	2,450.00	2,450.00
Mob & Equipo de Oficina	500.00	500.00	500.00	1,500.00	1,500.00
Equipo Informatico	800.00	800.00	800.00	1,600.00	1,600.00
Herramientas	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Depreciación Acumulada	-5,670.61	-11,341.22	-11,341.22	-12,241.22	-13,141.22
Activos Totales	203,502.08	205,234.37	208,427.90	208,083.96	216,473.80
Pasivo y Patrimonio					
Pasivo Corriente	45,307.98	40,384.36	41,182.63	42,372.55	44,323.18
Impuestos por pagar	96,741.02	88,757.91	41,182.63	42,372.55	44,323.18
Intereses por Pagar	8,566.96	1,627.05	0.00	0.00	0.00
Pasivo no Corriente	11,072.77	11,072.77	5,461.88	0.00	0.00
Prestamos Bancarios	11,072.77	11,072.77	5,461.88	0.00	0.00
Patrimonio	147,121.33	153,777.24	161,783.40	165,711.41	172,150.61
Capital Social	25,836.45	25,836.45	25,836.45	25,836.45	25,836.45
Reserva Legal	11,061.81	11,668.87	12,399.07	12,757.33	13,344.61
Utilidad del Ejercicio	110,223.07	116,271.93	123,547.88	127,117.64	132,969.55
Total Pasivo y Patrimonio	203,502.08	205,234.37	208,427.90	208,083.96	216,473.80

- **Flujo de Fondos**

El flujo de fondos del proyecto se elabora para tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto, este análisis muestra si el proyecto es suficientemente rentable para generar los fondos necesarios para su funcionamiento. En la tabla 4 se detallan los flujos de fondos del proyecto para los primeros 5 años.

En la tabla anterior se determina los flujos de fondos netos del proyecto, además muestra cuando y que cantidad se necesitará de dinero para financiar el funcionamiento del proyecto.

Permite determinar cuál será la composición estimada para los activos y pasivos de la empresa, en los próximos 5 años.

Tabla N° 3: Flujo de fondos

DATOS INICIALES						
Empresa/Proyecto		PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE TOMATE DE COCINA				
Inversión inicial	36,909.23			83,124.22		
Costes fijos anuales	46,214.99					
Coste variable unitario	5.23					
Precio de venta	15.3					
Tasa de inflación anual	3%					
PERIODOS (AÑOS)	0	1	2	3	4	5
PRODUCCION / VENTAS						
Capacidad productiva en unidades		20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00
Demanda del mercado en unidades		4215,790.92	4215,790.92	4215,790.92	4215,790.92	4215,790.92
Cuota de mercado prevista		0.41%	0.41%	0.41%	0.41%	0.41%
Cuota de mercado en unidades		20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00
Ventas en unidades		20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00
ENTRADAS						
Ventas en unidades		311,339.70	320,679.89	330,309.29	340,209.30	350,415.58
Precio		20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00	20,349.00
		15.30	15.76	16.23	16.72	17.22
SALIDAS						
Inversión	36,909.23	146,969.65	151,548.86	161,936.05	166,794.13	171,797.96
Costes Fijos		46,214.99	47,601.44	49,029.48	50,500.37	52,015.38
Costes Variables Unitarios		5.23	5.39	5.55	5.71	5.89
Costes Variables Totales		106,425.27	109,618.03	112,906.57	116,293.77	119,782.58
Depreciación		-5,670.61	-5,670.61			
FLUJO DE FONDOS						
	-36,909.23	164,370.05	169,131.03	168,364.24	173,415.16	178,617.62

Análisis de los Resultados

- Análisis Financiero del Proyecto

El Valor Actual Neto (VAN) se calculó con la diferencia entre ingresos y egresos durante cinco años, con una tasa de evaluación del 8.5%. Como el resultado es positivo, el proyecto es rentable y aceptable.

- Razones Financieras

Se utilizaron razones financieras para evaluar el desempeño del proyecto en distintos periodos, proporcionando información clave para accionistas, acreedores y la administración.

- Razones de Balance

Liquidez corriente: La empresa cuenta con más de 4.65 unidades monetarias por cada unidad de deuda, asegurando capacidad de pago.

Prueba ácida: Excluye inventarios y refleja una liquidez superior a 4 veces las obligaciones de corto plazo en los cinco años analizados.

Apalancamiento: Un 26% de la inversión proviene de deuda, mostrando un nivel moderado de endeudamiento.

- Razones del Estado de Resultados

Cobertura: La empresa puede cubrir sus intereses, con pagos que representan solo el 1-3% de las utilidades brutas.

Rentabilidad: El margen de utilidad bruta es del 66%, reflejando eficiencia en costos y fijación de precios.

Rotación de activos: Indica eficiencia en el uso de activos para generar ingresos.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusión.

El sondeo realizado confirmó que los habitantes del Valle de Zapotitán tienen experiencia en labores agrícolas, especialmente en el cultivo de hortalizas, lo que respalda la elección de producir y comercializar tomate de cocina en la zona. Además, el valle cuenta con recursos clave como tierra, mano de obra, vías de acceso y agua adecuada para riego. El modelo propuesto busca beneficiar a la comunidad local y servir como referencia para otros proyectos productivos. Este tipo de iniciativas reflejan las necesidades de los agricultores en El Salvador, donde las oportunidades de empleo fuera de las ciudades son limitadas. Finalmente, el estudio de factibilidad económica demuestra la viabilidad del proyecto, con indicadores financieros favorables como VAN positivo, TIR superior a la tasa de préstamo y una relación Beneficio-Costo favorable.

Recomendaciones

Se recomienda fomentar una agricultura menos dependiente del clima mediante el uso de macro túneles, reduciendo el uso de químicos y optimizando el consumo de agua con sistemas de riego por goteo. Los macro túneles permiten obtener hortalizas de alta calidad, mejorando la competitividad en el mercado y el uso eficiente de los insumos. Además, este enfoque beneficia al medio ambiente al reducir la contaminación de cuerpos de agua, emisiones de gases y desechos sólidos, promoviendo la sostenibilidad y garantizando una producción alimentaria más segura.

Bibliografía.

- Aldana Gutiérrez M.J, Velázquez Mejía W, E (2015). Estudio de Factibilidad para la producción y comercialización de tomate de cocina con Buenas Prácticas Agrícolas bajo sistema de Macrotúneles en Valle de Zapotitán ciudad Arce Departamento de la Libertad. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/5b7270bd-a79b-42c4-801a-b7f7af0b670>

4.8 RESÚMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS.

DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*) EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, LA LIBERTAD, EL SALVADOR.

Cornejo de Galicia Idalia Guadalupe; Rivera Hernández Mélida Elizabeth

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática Escuela de Biología, 2021.

Resumen.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la diversidad de microorganismos edáficos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). Se utilizó el método de diluciones y siembra en placa para aislar las colonias con características morfológicas diferentes, posteriormente, fueron sometidos a análisis bioquímicos para la identificación de microorganismos (bacterias), tales como tinción de Gram, catalasa, motilidad, producción de sulfuro, Indol y fermentación de azúcares en medio TSI., resultando 13 familias de bacterias identificadas, donde, las más abundantes fueron: *Micrococcaceae* (25%), *Moraxellaceae* (11%), *Nocardiaceae* (9%), *Actinomycetaceae* (7%) y *Staphylococcaceae* (6%), perteneciendo la mayoría al grupo Actinobacteria. Los resultados obtenidos fueron similares a otros estudios de diversidad de microorganismos en suelos agrícolas y naturales donde se afirma no existir diferencia de biodiversidad en ambos sitios.

Palabras clave: cultivo de cacao, características morfológicas, microorganismos, diluciones.

Abstract.

The objective of this work has been to determine the diversity of soil microorganisms associated with the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao*). The dilution and plating method was used to isolate colonies with different morphological characteristics, they were subjected to biochemical analysis for the identification of microorganisms (bacteria), such as Gram staining, catalase, motility, sulfide production, Indole and sugar fermentation in TSI medium, resulting in 13 families of bacteria identified, where the most abundant were: *Micrococcaceae* (25%),

Moraxellaceae (11%), Nocardiaceae (9%), Actinomycetaceae (7%) and Staphylococcaceae (6%), the majority belonging to the Actinobacteria group. The results obtained were similar to other studies of diversity of microorganisms in agricultural and natural soils where it is stated that there is no difference in biodiversity in both sites.

Keywords: cocoa cultivation, morphological characteristics, microorganisms, dilutions.

Introducción.

Conocer a los microorganismos asociados al cultivo de interés es un aspecto de particular atención para desarrollar una agricultura ecológica, ya que es posible favorecer la aplicación de inoculantes sin perjudicar el equilibrio biológico de los suelos. La investigación tuvo como principal objetivo determinar la diversidad de microorganismos edáficos en el cultivo de cacao en el Valle de Zapotitán, y fue llevado a cabo mediante dos sitios de muestreo, divididos en cuatro puntos (A, B, C y D), extrayendo en cada lugar 4 muestras compuestas durante 3 meses. Y la forma en la que fueron procesadas en el laboratorio fue en diluciones seriadas y se incubaron de acuerdo al protocolo para bacterias y hongos correspondientes.

Los factores físico-químicos analizados mostraron ser similares a otros estudios donde exponen que no influyen en la composición de las comunidades bacterianas y por tanto no existe diferencia significativa entre parcelas con sistema de manejo agroecológico con otras parcelas con un sistema de manejo convencional. Dichos análisis resultaron en la caracterización morfológica a un total de 106 cepas de hongos microscópicos, de los cuales se identificaron 16 géneros fúngicos y los más abundantes destacan *Aspergillus* (25%), *Penicillium* (24%) y *Trichoderma* (13%), además se caracterizaron a 129 cepas de bacterias, resultando 13 grupos bacterianos y la cepa más abundante pertenece a la Clase Actinobacterias o llamados actinomicetos.

Equipos e Instrumentación.

- pH THERMO SCIENTIFIC ORION STAR A211
- Placas Petri
- Estufa MMM GROUP STERILICELL
- Agitador de Plataforma Orbital

Procedimiento Experimental.

- **Descripción del sitio de estudio:** Fue llevado a cabo se llevó a cabo en dos sitios de muestreo de El Valle de Zapotitán, situado en el plano alto occidental entre el Lago de Coatepeque y el Volcán de San Salvador.

- **Fase de campo; Diseño de muestreo:** se realizó mediante dos fases, fase de campo y fase de laboratorio, que tuvo una duración de 3 meses.

- **Extracción de la muestra:** se tomó en cuenta la parte del protocolo de inocuidad, donde fue muy importante tomar en cuenta la desinfección de las herramientas con alcohol al 70 % (pala, barreno y cubeta).

- **Temperatura del ambiente:** en cada sitio de muestreo fue muy importante registrar las temperaturas del ambiente.

- Fase de laboratorio: las muestras fueron analizadas con técnicas microbiológicas para determinar la presencia de microorganismos bacterianos y fúngicos.

Registro de parámetros físico-químicos:

- Determinación de pH.
- La Humedad.
- Textura.

Contabilización de cepas y Unidades Formadoras de Colonias: acá se determinó las UFC mediante la contabilización de las colonias que crecieron en los medios de cultivos, además con la ayuda del Factor de Corrección de Humedad se calculó las UFC en peso seco del suelo.

Aislamiento de cepa: la forma de cómo se realizó este proceso fue aislando las colonias con características diferentes entre sí, considerando: la forma, color, textura, elevación, entre otras, como algunas particularidades de cada colonia.

Identificación de bacterias se utilizaron pruebas bioquímicas:

- Tinción de Gram.
- Catalasa.

- Prueba SIM: Producción de Sulfuro, Indol y motilidad
- Prueba TSI (Triple Sugar Iron Agar).

Identificación microbiológica de hongos:

- Técnica de tinción con cinta adhesiva.

Conservación de microorganismos: acá se seleccionó el método por congelación (1 año), esto a que solo paraliza el crecimiento de las células microbianas, garantizando así la estabilidad genética de las cepas. Los procesos fueron: (A) materiales a utilizar, glicerol, solución salina, tubos Eppendorf, asa microbiológica, pipeta, tubos crioviales, microorganismo a conservar; (B) extracción de porción de colonia a preservar; (C) proceso de centrifugación; (D) traslado de sedimento a crioviales con glicerina; (E) refrigeración de colonias. Fuente: fotografías del autor.

Procesamiento de datos: se utilizó el programa Excel, donde se especificaron las características de cada cepa aislada. Y estos resultados fueron representados en tablas y gráficos: diagramas de barra, pastel y lineal.

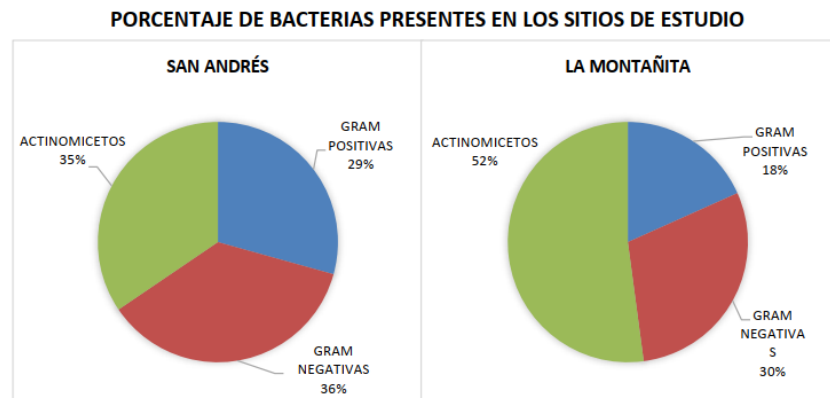
Medición de la estructura:

- Índice de dominancia y diversidad.
- Índice de equidad
- Índices de similitud/disimilitud

Resultados.

Tabla N° 1; Identificación de bacterias;

GRUPO DE BACTERIAS	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NÚMERO DE COLONIAS		
Bacterias Gram Positivas	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	85		
			Staphylococcaceae	236		
		Lactobacillales	Enterococcaceae	205		
			Lactobacillaceae	95		
		Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	112		
			Yersiniaceae	36		
		Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Moraxellaceae	400	
				Pseudomonadaceae	91	
		Bacterias Gram Negativas	Betaproteobacteria	Neisseriales	Neisseriaceae	214
					CEPA-1	192
Cepas no identificadas taxonómicamente	CEPA-2		113			
	CEPA-3		121			
	CEPA-4		92			
Actinobacterias o actinomicetos	Actinobacteria	Actinomycetales	Actinomycetaceae	244		
			Micrococcaceae	934		
			Nocardiaceae	320		
			Streptomycetaceae	174		
Total de colonias de bacterias según familia				3664		

Figura 1: Porcentaje de bacterias presentes en los sitios de estudio**Tabla N°2:** Determinación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en bacterias

PUNTO	UFC DE BACTERIAS					
	PRIMER MUESTREO		SEGUNDO MUESTREO		TERCER MUESTREO	
	(MM)	(S.A)	(MM)	(S.A)	(MM)	(S.A)
A	6.4X10 ⁴	1x10 ⁵	7.5X10 ⁴	8.3X10 ⁴	1X10 ⁵	1.2X10 ⁵
B	5.4X10 ⁴	3x10 ⁵	7.6X10 ⁴	2.5X10 ⁵	9.9X10 ⁴	1.2X10 ⁵
C	1.5X10 ⁵	4.7x10 ⁴	1.4X10 ⁵	6X10 ⁴	9X10 ⁴	1X10 ⁵
D	2.1X10 ⁵	3.4x10 ⁴	5.3X10 ⁴	5.2X10 ⁴	8.7X10 ⁴	1X10 ⁵
PROMEDIO	4.8X10 ⁵	4.8X10 ⁵	3.4X10 ⁵	4.5X10 ⁵	3.8X10 ⁵	4.4X10 ⁵

Tabla N° 3: Resultados de diversidad de hongos; Identificación de hongos

GÉNEROS FÚNGICOS	LA MONTAÑITA	SAN ANDRES	TOTAL DE CEPAS	PRESENCIA	AUSENCIA
<i>Acremonium</i>	1	0	1	-	1
<i>Alternaria</i>	1	0	1	-	1
<i>Aureobasidium</i>	1	0	1	-	1
<i>Aspergillus</i>	16	8	24	1	-
<i>Bauveria</i>	1	0	1	-	1
<i>Cladosporium</i>	4	0	4	-	1
<i>Chaetomium</i>	2	0	2	-	1
<i>Curvularia</i>	3	4	7	1	-
<i>Fusarium</i>	6	0	6	-	1
<i>Gliocladium</i>	1	1	2	1	-
<i>Paecilomyces</i>	3	0	3	-	1
<i>Penicillium</i>	17	12	29	1	-
<i>Pythium</i>	5	4	9	1	-
<i>Phytophthora</i>	3	1	4	1	-
<i>Scopulariopsis</i>	2	3	5	1	-
<i>Trichoderma</i>	5	2	7	1	-
	71	35	106	8	8

Tabla N°4: Determinación de Unidades Formadoras de Colonias de los hongos

UFC DE HONGOS						
PUNTO	PRIMER MUESTREO		SEGUNDO MUESTREO		TERCER MUESTREO	
	La	San	La	San	La	San
	Montañita	Andrés	Montañita	Andrés	Montañita	Andrés
A	2.6X10 ⁴	2.3X10 ⁴	2.2X10 ⁴	2.6X10 ⁴	2.7X10 ⁴	2.6X10 ⁴
B	3X10 ⁴	2.3X10 ⁴	1.6X10 ⁴	2.8X10 ⁴	2.9X10 ⁴	3X10 ⁴
C	3.1X10 ⁴	1.5X10 ⁴	1.2X10 ⁴	2.4X10 ⁴	1.4X10 ⁴	2.6X10 ⁴
D	2.8X10 ⁴	2.3X10 ⁴	3X10 ⁴	2.8X10 ⁴	3.7X10 ⁴	2.7X10 ⁴
PROMEDIO	2.9X10 ⁴	2.1X10 ⁴	2X10 ⁴	2.7X10 ⁴	2.7X10 ⁴	2.7X10 ⁴

Tabla N°5: Parámetros Físico-químicos del suelo; Determinación de pH

DETERMINACION DE pH						
PUNTOS	PRIMER MUESTREO		SEGUNDO MUESTREO		TERCER MUESTREO	
	LA	SAN	LA	SAN	LA	SAN
	MONTAÑITA	ANDRÉS	MONTAÑITA	ANDRÉS	MONTAÑITA	ANDRÉS
A	7.31	6.28	7.12	6.31	7.12	6.34
B	6.82	6.1	6.59	6.12	6.83	5.98
C	7.21	6.77	7.15	6.53	7.01	6.89
D	6.92	5.76	7.23	5.58	7.25	5.48
PROMEDIO	7.07	6.23	7.02	6.14	7.05	6.17

Tabla N°6: Determinación de humedad

DETERMINACION DE HUMEDAD						
PUNTOS	PRIMER MUESTREO		SEGUNDO MUESTREO		TERCER MUESTREO	
	LA	SAN	LA	SAN	LA	SAN
	MONTAÑITA	ANDRÉS	MONTAÑITA	ANDRÉS	MONTAÑITA	ANDRÉS
A	29.36	46.84	13.37	25.15	26.26	30.03
B	25.94	29.87	27.71	14.28	19.47	24.37
C	23.9	24.06	23.45	18.06	17.09	26.42
D	27.06	12.99	17.09	24.37	24.06	29.19
PROMEDIO	26.57	28.44	20.41	20.47	21.72	27.50

Análisis de los Resultados.

En la **Tabla 1**; se presentan las consolidaciones de las bacterias identificadas según su taxonomía en 13 familias de bacterias, distribuidas en 6 Órdenes. Teniendo un total de bacterias 3664 según familia. Se puede observar que se tienen 3 grandes grupos de bacterias, aisladas y distribuidas en: los actinomicetos, las bacterias Gram negativas y las bacterias Gram positivas.

En la **figura 1**; se puede observar con respecto a las bacterias presentes en cada sitio de estudio, los porcentajes de bacterias. en San Andrés el grupo de Actinomicetos presentes con el 35%, las bacterias Gram negativas con 36% y las bacterias Gram positivas con 29%; en La

Montañita los Actinomicetos con 52%, las bacterias Gram negativas con 30% y las bacterias Gram positivas con 18%.

En la tabla 2; se muestra la tabulación de los resultados obtenidos de las UFC, para determinar la riqueza de las áreas de muestreo. Y uno de los aspectos importantes es que en el área de muestreo de la Montañita (MM) el mayor número de UFC fue en el primer muestreo.

En la tabla 3; se tienen detallados el número de cepas por familia presentes en cada sitio de estudio y el número de cepas que están presentes en ambos sitios, así como también las cepas que difieren entre sitio de estudio. Donde se tiene un total de 106 cepas puras de hongos microscópicos aisladas, 71 cepas pertenecen a la Montañita y 35 cepas a San Andrés.

En la tabla 4; se tienen los resultados UFC de hongos, donde se muestran los diferentes puntos de muestreo, en el punto D, y el muestreo con mayor número de crecimiento de colonias fue el tercer muestreo, y el menor crecimiento de colonias se registró en el primer muestreo, en el punto C.

En la tabla 5: se presentan los resultados de la determinación de pH, donde podemos ver que el sitio de la Montañita en el primer muestreo se registró el pH promedio más alto con 7.07, y el pH promedio más bajo se registró en segundo muestreo con 7.02. Mientras que el sitio de San Andrés el pH promedio más alto lo obtuvo en el segundo muestreo con 6.29, y el pH promedio más bajo se registró en el segundo muestreo con 6.14.

En la tabla 6: se presentan los resultados para la determinación de humedad de cada punto de muestreo. El primer muestreo del sitio La Montañita se registró el mayor promedio del porcentaje de humedad con 26.57% y el menor porcentaje de tomó en el segundo muestreo con el 20.41%; mientras que el sitio de San Andrés también obtuvo su mayor porcentaje de humedad en el primer muestreo con el 28.44% y el menor porcentaje se registró en el segundo muestreo con 20.47%,

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Se puedo concluir en esta investigación que, ambos estudios donde se realizó esta investigación, presentan condiciones fisicoquímicas óptimas para el desarrollo

de los microorganismos encontrados, como bacterias, actino bacterias y hongos, donde se analizaron (pH, humedad, temperatura y textura).

- En base a los resultados UFC que se realizaron en cada sitio, fueron altos, pero encontrándose dentro del rango normal para suelos agrícolas. Por lo que los microorganismos del suelo presentes en esta investigación son abundantes.

- En base a los resultados obtenidos en este estudio, podemos afirmar que el área de investigación de la Montañita que representó el tipo de manejo agronómico orgánico, posee un suelo más rico en biodiversidad, lo que se traduce a un suelo más rico en nutrientes, debido a que cada una de las especies presentes funge su papel fundamental en el ecosistema, a comparación con el de San Andrés.

Recomendaciones:

- Se recomienda a los estudiantes de la facultad de Química y Farmacia a realizar investigaciones de este tipo en diferentes cultivos, y poder determinar la diversidad de microorganismos edáficos asociados al cultivo.

- Para futuras investigaciones relacionadas al cultivo de cacao, se recomienda informar a los productores, promover un buen manejo orgánico de sus cultivos y así poder obtener un buen cultivo.

- Se recomienda como profesional, realizar o implementar pruebas bioquímicas más específicas posibles y profundizar los estudios a nivel molecular para apoyar la identificación hasta géneros de poblaciones bacterianas y fúngicas, y hasta para para analizar sus posibles capacidades para producir diversos metabolitos secundarios.

Bibliografía:

- Cornejo de Galicia I. G, Rivera Hernández M. E (2021). Diversidad de microorganismos edáficos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el valle de Zapotitán, La Libertad, El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática Escuela de Biología, San Salvador, El Salvador.

- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/efceeeae-f9f2-474e-9089-d23b9bbedce6>

4.9 RESÚMENES DE TEMAS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA CREMA COSMÉTICA ANTIARRUGAS, ELABORADA A BASE DE EXTRACTO DE SEMILLAS Y PULPA DE *Tamarindus indica* L.

Zepeda Hernández Eduardo José; Palma Avalos Fátima Yamileth; Cañas Martínez Hazel Michelle.

Facultad de ingeniería y arquitectura, 2023

Resumen.

En esta investigación se ha hecho uso de la innovación, y para ello fue necesario utilizar las herramientas I+D+i, es decir, Investigación, desarrollo e innovación. Esta investigación describe el trabajo de investigación, desarrollo e innovación de una crema cosmética antiarrugas a base de extracto de semilla y pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L), según diversos estudios posee antioxidantes que contribuyen a disminuir el envejecimiento de la piel mediante la disminución del estrés oxidativo ocasionado por el ambiente (Oxígeno y radicales libres). Entre las etapas principales en las que se desarrolla el nuevo producto cosmético se encuentra, obtención de materias primas, pruebas para formulación de la crema cosmética, elaboración de la crema según la formulación óptima, creación de la etiqueta comercial basada en normativas RTCA y FDA.

El resultado fue la obtención de una crema cosmética innovadora, procesada con parámetros de higiene, calidad y seguridad de los ingredientes utilizados.

Palabras clave: investigación, desarrollo, innovación, extracto, crema cosmética.

Abstract.

In this research, innovation has been used, and for this it was necessary to use the R&D+i tools, that is, Research, development and innovation. This research describes the research, development and innovation work of an anti-wrinkle cosmetic cream based on tamarind seed extract and pulp (*Tamarindus indica* L), according to various studies it has antioxidants that contribute to reducing skin aging by reducing oxidative stress caused by the environment (oxygen

and free radicals). Among the main stages in which the new cosmetic product is developed are: obtaining raw materials, tests for the formulation of the cosmetic cream, preparation of the cream according to the optimal formulation, creation of the commercial label based on RTCA and FDA regulations.

The result was the obtaining of an innovative cosmetic cream, processed with hygiene, quality and safety parameters of the ingredients used.

Keywords: research, development, innovation, extract, cosmetic cream.

Introducción.

La siguiente investigación se realizó en tres partes, y en la primera parte se tiene la teoría correspondiente a los proyectos de investigación, desarrollo e innovación de productos. En la segunda parte se presenta el marco teórico que es donde se recopiló toda la información de investigaciones donde se encuentran las propiedades presentes en el tamarindo. Y en la tercera parte se describe la aplicación de cada una de las referencias, la formulación de la crema y flujograma de procesos.

En esta investigación se obtuvieron buenos resultados en el proceso, dando como resultado una crema cosmética innovadora, procesada con parámetros de higiene, calidad y seguridad de los ingredientes utilizados, una crema antiarrugas con extracto de tamarindo como una alternativa hacia las necesidades de la población salvadoreña.

Equipos e Instrumentación.

- Despulpador
- Bascula
- Caldera Fusora
- Tanque agitador
- Montacargas
- Llenador
- Bombas de acero inoxidable.

Procedimiento Experimental.

Formulación del producto facial rejuvenecedor: Proceso para determinar una formulación cosmética de calidad, donde brinde resultados esperados, y que la elaboración en todas las etapas del proceso sea segura e higiene. En total fueron seis las formulaciones a nivel de laboratorio, donde en cada una de las formulaciones se varió la cantidad del extracto de principio activo (tamarindo).

Formulación crema: esta formulación se hizo prácticamente con ingredientes de grado cosmético como: agua destilada, DMDM HYDANTOINA, EDTA, glicerina, aceite de coco, alcohol cetílico, ácido esteárico, polisorbato Tween 80, emulgin B-2.

Tipos de formulaciones en crema:

- Formulación base para elaboración crema
- Formulación crema de extracto de pulpa
- Formulación crema de extracto de semilla
- Formulación crema combinada

Tipos de formulaciones en gel:

- Formulación base para la elaboración del gel
- Formulación gel de extracto de pulpa
- Formulación gel de extracto de pulpa
- Formulación gel de extracto combinado

Formulación de la crema con extracto de pulpa y semilla de tamarindo: se realizó mediante una presentación de 100g.

Costeo de materia prima: Se realizó mediante un escalamiento a nivel industrial en base a los resultados obtenidos, y el producto cuenta con un peso neto de 100g por envase, y se calcula el costo unitario, por cada kg de materia prima, con referencia de precios de distribuidoras de materias primas y especialidades en segmentos como: agroindustria, alimentos, cosméticos, farmacéutico.

Etiquetado del producto: esta etiqueta fue diseñada bajo los requerimientos del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 71.03.36:07 “PRODUCTOS COSMÉTICOS. ETIQUETADO DE PRODUCTOS COSMÉTICOS” y los requerimientos presentes en la Ley de Empaquetado y Etiquetado Correcto (Fair Packaging and Labeling Act) de la FDA, considerando la posible exportación.

Información general de la viñeta: este paso se hizo mediante la Declaración de lista de ingredientes, según nomenclatura INCI.

Etiqueta envase (empaque primario): incluye la información que se detalla anteriormente.

Viñeta empaque terciario (caja): se detalla la descripción, código de producto, BATCH, con el fin de que la etiqueta contenga la trazabilidad para cada caja.

Escalamiento de producción a nivel industrial: este es un método empleado para producción, que se hará por medio de Bach o lotes. El proceso productivo se dividirá en una serie de operaciones individuales, para la elaboración de la crema de este proyecto se dividirá así:

- Recepción de materia prima
- Selección
- Despulpado
- Obtención de los extractos
- Fase Oleosa
- Fase acuosa
- Mezclado
- Envasado en caliente
- Almacenamiento

Diagramas de flujo: esta fue una herramienta muy útil, ya que permitió representar en forma gráfica los procesos de una empresa y observar las actividades en conjunto, sus relaciones y cualquier incompatibilidad, cuello de botella o fuente de posibles ineficiencias

Diagrama de bloques: es otra herramienta muy importante que representa un proceso o una planta de proceso de una manera simple por medio de recuadros rectangulares con las inscripciones pertinentes, unidos por líneas. La elaboración del producto se sintetiza en un diagrama de bloques.

Resultados.

Estudios de cremas cosméticas antiarrugas a base de tamarindo: se exploró antienvjecimiento de los antioxidantes presentes en el extracto de semillas de tamarindo. El extracto de semillas de tamarindo se obtuvo concentrando el extracto etanoico de las semillas.

Compuestos bioactivos presentes en el tamarindo:

- Carotenoides.
- Compuestos fenólicos (CF)

Composiciones de formulación de crema cosmética a base de extracto pulpa y semillas de tamarindo:

Tabla N°1. Composición porcentual de emulsión a base de extracto de *T. indica*

Componente	Nombre INCI	%p/p	Función dentro de la crema cosmética
Agua destilada	Aqua	90.5098%	Solvente, vehículo
DMDM HYDAN	DMDM Hydantoin	0.1006%	Preservante
EDTA	Disodium EDTA	0.2011%	Agente quelante
Glicerina	Glycerin	0.2534%	Humectante, emoliente
Aceite de coco	Cocos nucifera oil	0.1858%	Emoliente, acondicionador cutáneo.
Alcohol cetílico	Cetyl alcohol	1.7096%	Emoliente y emulsionante
Cera de abejas	Beeswax	1.3074%	Espesante y endurecedor
Polisorbato Tween 80	Polysorbate-80	0.5431%	Emulgente
Emulgín B-2	CETEARETH-20	1.0057%	Emulsionante
Extracto de pulpa y semilla	Extracto de <i>Tamarindus indica</i> L.	4.1836%	Principio activo, antioxidante

Control de calidad de los productos cosméticos:

Análisis fisicoquímico: se evaluaron en el producto el contenido neto, características organolépticas: Estado físico, color, olor, pH.

Tabla N°2. Resultados de análisis físico-químicos

N° de muestra	Nombre de la muestra	pH	Salinidad	Conductividad	densidad
1	Crema extracto de semilla	7.46	0.081 psu	173.9 μ S/cm	0.824 g/ml
2	Crema extracto de pulpa	3.99	0.168 psu	334 μ S/cm	0.791 g/ml
3	Gel extracto de pulpa	7.45	1.669 psu	3.22 μ S/cm	0.91 g/ml
4	Gel extracto de semilla	8.83	0.496 psu	1027 μ S/cm	0.934 g/ml
5	Blanco	RESULTADOS ANÁLISIS FQ Y MICROBIOLÓGICOS 20-10-22 (1)_page-0001	psu	187.1 μ S/cm	0.79 g/ml
6	Crema con extracto combinado Tamr + Semilla	4.017	0.148 psu	308 μ S/cm	0.81 g/ml
7	Gel con extracto combinado Tamr + Semilla	8.92	1.332 psu	2732 μ S/cm	0.87 g/ml
8	Blanco gel	9.93	0.459 psu	902 μ S/cm	0.86 g/ml

Análisis microbiológico:**Tabla N°3;** análisis microbiológicos:

N° de muestra	Microorganismo	Método	Dilución	Resultados N° de colonias
1	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia
2	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia
3	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Positivo 2 UFC/g
4	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia
5	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia
6	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia
7	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Positivo 2 UFC/g
8	Mohos y levaduras	Siembra por dilución	10 ml de muestra en 90 ml de agua peptonada	Ausencia

Tabla N° 4. Especificación de límites microbianos, expresados en UFC/g o UFC/cm³

Producto	Determinación	Especificación
Para bebé	Recuento total de mesófilos aerobios	$\leq 10^2$
	Recuento total de mohos y levaduras	$\leq 10^2$
Para el contorno de ojos	Recuento total de mesófilos aerobios Recuento total de mohos y levaduras	No más de 5×10^2 $\leq 10^2$
Todos los otros	Recuento total de mesófilos aerobios Recuento total de mohos y levaduras	$\leq 10^3$ $\leq 10^2$

Análisis de los Resultados.

Estudios de cremas cosméticas antiarrugas a base de tamarindo: Las actividades antioxidantes del extracto se midieron mediante el ensayo de eliminación del radical óxido nítrico, el ensayo de eliminación del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), el ensayo de eliminación del radical hidroxilo y el ensayo de eliminación del radical superóxido. Se formuló un 4% del extracto concentrado de semillas cargándolo en la fase acuosa interna de una emulsión cosmética de agua en aceite (W/O).

En la Tabla 1; se muestra la composición porcentual de la emulsión a base de extracto de *T. indica*, que se propone según la información recabada en la presente tesina, dicha formulación fue elaborada con la asesoría de la Licda. Rocío Díaz, graduada de la carrera Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Control de calidad de los productos cosméticos:

Análisis fisicoquímico: se realizaron estos análisis para asegurar la calidad del producto, el cual determinó que el producto terminado se encuentra y cumple con las especificaciones deseadas.

En la tabla 2; se muestran los resultados obtenidos de análisis fisicoquímicos.

En la tabla 3; se tienen los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos mohos y levaduras, realizadas a las formulaciones. Y se aprecia que en la muestra 3 y 7, salieron positivas para estos análisis.

Según la tabla 4; se muestran las especificaciones de límites microbianos, expresados en UFC/g o UFC/cm³, por lo que la prueba realizada al producto final, entra dentro de las especificaciones de la categoría 3: TODOS LOS OTROS

Para productos cosméticos.

Producto	Determinación	Especificación
Para bebé	Recuento total de mesófilos aerobios	$\leq 10^2$
	Recuento total de mohos y levaduras	$\leq 10^2$
Para el contorno de ojos	Recuento total de mesófilos aerobios Recuento total de mohos y levaduras	No más de 5×10^2 $\leq 10^2$
Todos los otros	Recuento total de mesófilos aerobios	$\leq 10^3$
	Recuento total de mohos y levaduras	$\leq 10^2$

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Según los resultados obtenidos, la crema mostró tener propiedades suavizantes y humectantes, dejando una sensación suave y tersa en la piel. Demostró no generar reacciones alérgicas en la piel del rostro, cuello y manos en las personas en las que fue testada, esta conclusión está sujeta a un grupo pequeño de personas (grupo de trabajo y personas voluntarias) por lo que en grupos más grandes y diversos existe la probabilidad de alguna reacción adversa.

- Se realizaron un total de seis pruebas, en las cuales se llevaron a cabo dos tipos diferentes de presentaciones cosméticas: gel y crema, a su vez a estas formulaciones se les adicionaron diversas combinaciones de extractos, con el fin de conocer y comparar la fórmula óptima según propiedades como pH, color, olor, sensación en la piel, consistencia, viscosidad, análisis microbiológicos, y densidad.

- Los resultados de las pruebas de calidad fueron críticos para la selección de la formulación óptima, ya que se compararon los parámetros tanto organolépticos, físicos y microbiológicos de las seis formulaciones cosméticas, teniendo como resultado de

formulación óptima la crema con extracto combinado de pulpa y semillas, ya que contaba con las mejores características organolépticas como olor, color, buena sensación en la piel, y características físicas y microbiológicas, como pH acorde al pH de la piel, buena viscosidad, densidad y consistencia, y nula presencia de microorganismos gracias a una correcta dosificación de preservantes. Teniendo como resultado una crema cosmética de alta calidad y funcionalidad

Recomendaciones:

- Se recomienda mejorar la formulación cosmética con la cantidad de agua que se utilizó, ya que el porcentaje de esta podría ser disminuido para incrementar la concentración del principio activo y excipientes, a fin de potenciar su efecto.
- Se recomienda utilizar nuevas tecnologías para la obtención de los extractos de tamarindo, ya que equipos de mayor tecnología (como liofilizador, roto evaporador, despulpador, etc.) podrían lograr una extracción más pura, eficiente y reproducible.
- Se recomienda a futuras investigaciones realizar nuevas formulaciones de cremas cosméticas antiarrugas, para todo tipo de piel, según pH de piel.

Bibliografía:

- Zepeda Hernández E. J, Palma Avalos F. Y, Cañas Martínez H. M (2023). Diseño y desarrollo de una crema cosmética antiarrugas, elaborada a base de extracto de semillas y pulpa de *Tamarindus indica* L. Facultad de ingeniería y arquitectura. San Salvador, El Salvador.
- <https://repositorio.ues.edu.sv/items/e4a8f0fe-090d-415b-9b4b-e4d60a74c6fb>

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la cantidad de bibliografías obtenidas (cincuenta y cuatro ejemplares) en la temática Productos Agrícolas, en el Sistema Bibliotecario Central de la Universidad de El Salvador durante el período de 2014-2024, se seleccionaron solamente quince, que son evidentemente investigaciones de Productos Agrícolas que tienen un importante objeto de estudio en nuestra carrera de Química y Farmacia.
2. Según la clasificación realizada, los productos más investigados son: café, cacao, tomate, papa, cebolla, prevaleciendo en mayor cantidad el café, cacao y papa.
3. Las investigaciones consultadas, son trabajos teóricos científicos donde se dan a conocer estudios, alternativas de solución, propuestas, evaluaciones y propuestas que compete al estudio de productos agrícolas.
4. La mayor cantidad de trabajos de investigación de productos agrícolas, se encontraron en las facultades de: Química y Farmacia, Ciencias Agronómicas; esto se debe a que, en sus pensum académicos, contemplan estudios como: investigación y desarrollo de principios activos, metabolitos secundarios, aseguramiento de calidad, análisis de productos, control de calidad en los sectores industriales y comerciales, métodos y técnicas de investigación, química agrícola.
5. El presente documento servirá como una guía práctica, a los estudiantes en proceso de graduación y para investigadores que deseen consultar información acerca de las diferentes temáticas de productos agrícolas que aquí se abordan.

6. Los productores no cuentan con los insumos necesarios para mejorar la calidad de sus productos. Los insumos agrícolas logran su mejor aprovechamiento si se cuenta con la maquinaria y equipos adecuados. En este caso nos referimos a incorporar la tecnología que permita desarrollar agricultura inteligente o de precisión.
7. La disponibilidad de investigaciones sobre productos agrícolas en el Sistema Bibliotecario Central es limitada, lo que resalta la necesidad de fomentar y documentar más estudios en esta área para fortalecer la base de conocimiento disponible.
8. Se evidencia la importancia de la interdisciplinariedad en la investigación de productos agrícolas, ya que muchas de las investigaciones provienen de facultades con enfoques distintos, como Química y Farmacia y Ciencias Agronómicas.
9. Es necesario establecer mecanismos para la actualización y difusión de los trabajos de graduación sobre productos agrícolas, facilitando el acceso a la información tanto para estudiantes como para productores y otros sectores interesados.
10. La falta de recursos e insumos adecuados por parte de los productores agrícolas puede afectar la calidad de los productos y limitar su potencial de desarrollo, lo que subraya la importancia de la transferencia de conocimientos desde la academia hacia el sector productivo.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. A los docentes de las diferentes Facultades, realizar campañas y foros permanentes o anuales, para incentivar a que las nuevas generaciones realicen trabajos de graduación relacionados con la temática de Productos agrícolas.
2. A los docentes de las diferentes Facultades, dar continuidad, a la recopilación de trabajos de graduación relacionadas a productos agrícolas, con el fin de que nuevas investigaciones de esta índole, puedan ser ordenados de acuerdo con su clasificación expuesta en este trabajo.
3. A las autoridades académicas de la Universidad de El Salvador, que, por medio de publicaciones, den a conocer aquellos trabajos teórico-científicos, con mayor aplicación a la temática productos agrícolas de las diferentes facultades.
4. A los docentes de las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador, que continúen con este tipo de investigaciones y realicen trabajos de recopilación de otros periodos con otros productos alimenticios para consumo humano, que tengan gran potencial de estudio y desarrollo investigativo.
5. A los estudiantes, publicar un anuario de carácter científico, de las diferentes investigaciones que se realizan en el año en la Universidad de El Salvador.
6. A la Universidad de El Salvador, patentar aquellos trabajos de investigación innovadores, con el fin de generar ingresos a la Institución.
7. A las diferentes facultades del Campus Central de la Universidad de El Salvador, enviar a la Biblioteca Central, los Trabajos de Graduación clasificados por temática ya que en las bibliotecas no se clasifican adecuadamente.
8. A los estudiantes, que impartan capacitaciones a los productores de productos agrícolas, relacionadas al desarrollo de estrategias para incrementar la buena calidad de las cosechas, con el fin de poder obtener diferentes tipos de metabolitos secundarios para futuras investigaciones.
9. A las autoridades académicas, establecer convenios con instituciones nacionales e internacionales para el financiamiento de investigaciones sobre productos agrícolas, facilitando el acceso a recursos, tecnología y conocimientos actualizados.

10. A los docentes, diseñar guías y capacitaciones sobre el uso de la base de datos digital, dirigidas a estudiantes y docentes, para que puedan acceder a la información de manera eficiente y aprovechar mejor los recursos disponibles.

11. A los estudiantes, fomentar la vinculación con sectores productivos agrícolas, promoviendo la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en los trabajos de graduación y fortaleciendo la relación universidad-sector agrícola.

12. A los docentes y estudiantes, desarrollar seminarios y talleres interdisciplinarios con participación de distintas facultades, para generar un enfoque integral en la investigación de productos agrícolas y su impacto en la economía, la nutrición y el medio ambiente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Fuentes Leiva MY. Cuantificación por HPLC-DAD de cafeína y trigonelina en *Coffea arabica* L y *escopoletina* en *Persea schiedeana* Ness [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2023 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/087b94b7-ec7a-4bb5-b693-af247167de78>
- 2 Álvarez Mirón LE, Florián Jacobo YE. Determinación de carbono y nitrógeno total en suelos cultivados con cacao (*Theobroma cacao* L) en el cantón Cangrejera Izalco, Sonsonate, El Salvador [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2022 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/49468909-0a46-4dd1-a79c-fe8d351f85d7>
- 3 Estrada Polanco AL, García Rivas AM. Determinación de actividad antioxidante de polifenoles en la trilla de *Coffea arabica* (café) del beneficiado Honey [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/cb2556d5-8650-4440-b5a6-7b868b1447f0>
- 4 Martínez Pérez DM. Determinación de plomo en *Lycopersicon esculentum* (tomate) por espectrometría de absorción atómica con horno de grafito [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2019 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/01c6f262-0703-4e76-8a0b-ba16ffae03db/download>
- 5 Villalta Trigueros BJ, Mendoza Ascencio CF. Determinación de ocratoxina A (OTA) en café tostado y molido por el método de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) en beneficios exportadores de café de El Salvador [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2019 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/c4945a86-d0b3-497b-8c86-7c4f7737ca46>
- 6 Palma Catalán DF, Hernández Menéndez LE. Determinación del efecto antibacteriano de dos especies vegetales sobre *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; 2016 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en:

<https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/8b61d96e-f4d1-4dad-801b-77e188b62867/content>

- 7 Galdámez Galdámez RS. Efecto de tres dosis de etileno comercial sobre la maduración de plátano (*Musa paradisiaca* L.) CV cuerno enano [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería Agroindustrial; 2024 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/3af906ce-8cf2-445b-a9b6-a7ac0bea73f7>
- 8 Guardado Guardado FG. Evaluación de tres dosis de etileno comercial sobre la maduración de piña (*Ananas comosus* L.) [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2024 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/183505a2-3dd6-4234-a5aa-03e9261177dd>
- 9 López García OA, [otros autores]. Evaluación de cuatro periodos de curado en cebolla blanca (*Allium cepa* L.) realizado bajo condiciones de campo a través de exposición solar [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2024 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/adde54e7-5ac3-4b83-9654-02ada7be102c>
- 10 Arteaga Carpio WA, Candray Gomez DE, Sanchez Garcia LM. Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos lugares con altitudes diferentes en El Salvador [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2022 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/34a80211-0661-464d-8279-b3e451ceec12/content>
- 11 Menjívar Mejía J. Elaboración de néctar de papaya (Carica papaya) a partir de frutas en proceso de maduración por métodos físicos y evaluación del contenido de azúcares [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2022 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/77342a80-f0b3-4f5e-b38b-9fe09f4cecb7>
- 12 Barrera González EE. Evaluación del desarrollo fenológico de dos cultivares de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en sistema de hidroponía bajo condiciones de casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas;

- 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/7e295dee-5ad1-4ec7-8f06-b7b00f6f938f>
- 13 Vásquez Tercero JA. Evaluación de tres dosis de ácido giberélico (GA3) en el cultivo de cebolla blanca (*Allium cepa L.*) variedad Granex 429 en el municipio de Atiquizaya, Ahuachapán [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/1148b3b5-e48f-474a-800c-14aa9c1640f1>
 - 14 García Guardado F. Evaluación de tres dosis de ácido giberélico (GA3) en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) variedad Nathalie en el municipio de San Luis Talpa, La Paz [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/9906e24d-ec8e-4c84-8fbd-5b7e9cf47639>
 - 15 Aquino Segura LG, Granados Argueta WL. Evaluación de tres densidades de siembra del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de hidroponía bajo casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/5fc0b00b-c462-4303-b5d6-f73707a407a5>
 - 16 Gutiérrez Hernández SR. Evaluación de tres tipos de solución nutritiva en el crecimiento y desarrollo del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) en condiciones de hidroponía bajo casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/1fef48dc-5476-4e17-8863-2e0aa18b8c60>
 - 17 Escobar Portillo LG. Evaluación de tres tipos de solución nutritiva en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en sistema hidropónico bajo condiciones de casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/8cfceadc-b388-4f96-a6df-2b16db3c882e>
 - 18 González García JF, Hernández Menjívar JJ, Amaya Osorio JD. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el crecimiento de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de

mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/2e6f0cb7-b66d-4815-848b-9a45fd85d19e>

- 19 Palacios López F, Vásquez Gutiérrez W. Efecto de la aplicación de tres dosis de fertilización en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) variedad Nathalie [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/8dd9d2e4-e9f1-4a80-9cb4-76df87e25dd4>
- 20 Ramírez González E. Efecto de cuatro dosis de fertilización en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de hidroponía bajo casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/98e25bcb-d451-417c-8c99-33000b8c9919>
- 21 Méndez López GE, Pacheco Arévalo GJ. Efecto del ácido giberélico (GA3) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de cebolla blanca (*Allium cepa L.*) variedad Granex 429 [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/87c0e3f3-b9f1-464c-a7ec-17e64a0f8c32>
- 22 Lovo Alfaro D, Romero García J. Efecto del ácido giberélico (GA3) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) en sistema de hidroponía bajo condiciones de casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/2b742f5d-f92b-4b60-bb9c-f110cf58b94c>
- 23 Rivas Castellanos SA, Hernández Melara JM. Efecto del ácido giberélico (GA3) en el desarrollo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en sistema de hidroponía bajo casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/3d882d5b-7271-4b3a-b7cc-9d6fc47e167e>
- 24 Ramos Escobar KE, Hernández Martínez HA. Efecto del ácido giberélico (GA3) en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium cepa L.*) variedad Granex 429 [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas;

- 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/f91a95c1-206f-42ff-8613-d5ef9b9795b5>
- 25 Hernández Granillo SA. Efecto del biofertilizante bocashi en el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) bajo sistema de producción semi-intensivo [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/3622fc7f-9c45-4090-8dc6-f3c5ea5cda9e>
- 26 Rodríguez Calderón RC, Melara Sánchez EE. Efecto del cultivo de *Mucuna pruriens* como abono verde sobre la producción de maíz (*Zea mays L.*) en la zona costera del municipio de Acajutla, Sonsonate [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/f2419dfb-9866-4029-85c6-f29d9d0e8c67>
- 27 Martínez Hernández LA, Guerra Hernández W. Efecto del uso de cuatro tipos de biofertilizantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad Capulín bajo condiciones de temporal [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/e287ceba-79e0-4a92-91e2-b07c23c68ee0>
- 28 Martínez Sánchez A, López Ramírez O. Efecto de un bioestimulante natural en el rendimiento del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) variedad Nathalie [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/9c82e399-674b-49d3-b928-fd7c34706d6d>
- 29 Calderón Arias H, Rivas Chávez J. Evaluación agronómica del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en dos sistemas de producción: convencional e hidroponía bajo casa malla [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/df91f39c-f88a-4b3d-9845-098ea9638d5a>
- 30 Peña Rodríguez O, Morán Hernández S. Evaluación agronómica del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) en condiciones de hidroponía bajo casa malla, con el uso de soluciones nutritivas orgánicas [Tesis de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador,

- Facultad de Ciencias Agronómicas; 2021 [citado 25 de mar de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/39e37426-6978-4986-a949-b7eeb0c96c62>
- 31 Khan Academy [Internet]. Khanacademy.org. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-dc-circuit-analysis/a/ee-linearity>
 - 32 BBVA. ¿Qué es el medioambiente y por qué es clave para la vida? [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/>
 - 33 Álvarez DO. Destilación - Qué es, tipos y ejemplos [Internet]. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://concepto.de/destilacion/>
 - 34 Ortega C. Desviación estándar: Qué es, usos y cómo obtenerla [Internet]. QuestionPro; 2022 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.questionpro.com/blog/es/desviacion-estandar/>
 - 35 Beatriz. Antioxidantes, ¿qué son y para qué sirven? [Internet]. Fundación Española del Corazón; 2018 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3250-antioxidantes-ique-son-y-para-que-sirven.html>
 - 36 Soluciones hidroalcohólicas [Internet]. Pidiscat.cat. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://pidiscat.cat/es/seguridad-y-proteccion/-soluciones-hidroalcoholicas>
 - 37 Ciappini MC, Stoppani F, Martinet R, Álvarez MB. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. Rev Cienc Tecnol [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 25];(19):45–51. Available from: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872013000100007
 - 38 Clínica Universidad de Navarra. ¿Qué es Solución Acuosa? Diccionario Médico [Internet]. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/solucion-acuosa>
 - 39 Técnicas de Control Metrológico S.L. ¿Qué es la curva de calibración y para qué sirve? [Internet]. TCM Consultoría y Formación; 2023 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.tcmetrologia.com/blog/curva-calibracion/>
 - 40 Universidad Nacional Autónoma de México. ¿De qué depende la maduración de los frutos? [Internet]. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://ciencia.unam.mx/leer/1132/-de-que-depende-la-maduracion-de-los-frutos->

- 41 Flowers P, Theopold K, Langley R, Robinson WR. 1.3 Propiedades físicas y químicas [Internet]. En: Química. 2ª ed. OpenStax; 2022 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://openstax.org/books/qu%C3%ADmica-2ed/pages/1-3-propiedades-fisicas-y-quimicas>
- 42 Calidad: Parámetros de calidad [Internet]. Miramon.cat. [cited 2025 Mar 25]. Available from: https://www.miramon.cat/help/spa/gemm/quality_pq.htm
- 43 Lallemand Brewing. Medir la acidez titulable [Internet]. Lallemandbrewing.com; 2023 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.lallemandbrewing.com/es/south-america/recursos/el-rincon-del-cervecerero/calculadoras-para-el-proceso-cervecerero/medir-la-acidez-tituable/>
- 44 Instituto Nacional del Cáncer. Diccionario de cáncer del NCI [Internet]. Cancer.gov; 2011 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/microorganismo>
- 45 Real Academia Española. Morfología [Internet]. RAE.es. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://dle.rae.es/morfolog%C3%ADa>
- 46 Temperatura ambiente [Internet]. Area Cooling Solutions; 2023 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://areacooling.com/es/glosario-de-terminos-hvac/temperatura-ambiente/>
- 47 Isabela. Qué es una crema y cómo interpretar su composición [Internet]. Biodiversocosmetic.com. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://biodiversocosmetic.com/que-es-una-crema-y-como-interpretar-su-composicion/>
- 48 Clínica Universidad de Navarra. Extracto. Diccionario médico [Internet]. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/extracto>
- 49 Ye Y. Parámetros organolépticos [Internet]. MuttuLab; 2023 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://muttulab.com/parametros-organolepticos/>
- 50 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos [Internet]. Fao.org. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.fao.org/4/y1579s/y1579s04.htm>
- 51 Guevara Zelaya RS, Palacios Ventura CN, Penado Velásquez MR. Análisis teórico-práctico de la Norma Internacional de Contabilidad N° 41 Agricultura en el área agropecuaria y su relación con la base legal aplicada en El Salvador [Tesis]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas; 2016.

- 52 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. América Central y Caribe: Ficha sector El Salvador [Internet]. Gob.es. [cited 2025 Mar 25]. Available from: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/ministerio-exterior/america-central-caribe/fichasectores_sv_tcm30-579873.pdf
- 53 Alvarado JA, López Posada VB. Evaluación de la política agrícola de subsidios en El Salvador, periodo 2004-2018 [Tesis]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas; 2019.
- 54 Cherlinka V. Tipos de cultivos agrícolas: elegir bien maximiza el beneficio [Internet]. Análisis de datos de EOS; 2020 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://eos.com/es/blog/tipos-de-cultivos-agricolas/>
- 55 Impacto del sector agrícola en el crecimiento económico de El Salvador [Internet]. Dakota del Norte: Universidad Centroamericana José Simeón Cañas; [cited 2025 Mar 25]. Available from: <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uca.edu.sv/economia/wp-content/uploads/Impacto-del-sector-agr%C3%ADcola-en-el-crecimiento-econ%C3%B3mico-de-El-Salvador.pdf>
- 56 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La investigación agrícola [Internet]. Fao.org. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.fao.org/4/y2006s/y2006s0a.htm>
- 57 La importancia de la I+D+i en el sector agrícola: una apuesta segura [Internet]. Gisalimentario.es. [cited 2025 Mar 25]. Available from: http://www.gisalimentario.es/empresas-agroalimentarias/reportajes/la-importancia-de-la-idi-en-el-sector-agricola-una-apuesta%20segura_354_36_416_0_1_in.html
- 58 Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Investigación agrícola para el desarrollo [Internet]. Ifad.org. [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://www.ifad.org/es/iniciativas/investigacion-agricola-para-desarrollo>
- 59 Aplicaciones de la química en agricultura y medioambiente [Internet]. Dakota del Norte. [cited 2025 Mar 25]
- 60 Sistema Bibliotecario [Internet]. Sistema Bibliotecario de la Universidad de El Salvador; 2024 Feb 13 [cited 2025 Mar 25]. Available from: <https://biblioteca.ues.edu.sv/>

- 61 Solís-Castro Y, Zúñiga-Zúñiga LA, Mora-Alvarado D. La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Rev Tecnol Marcha* [Internet]. 2018 [cited 2025 Mar 27];31(1):35. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf>
- 62 Core.ac.uk [Internet]. [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/70988347.pdf>
- 63 Cálculo de la densidad de plantación en configuraciones silvopastoriles [Internet]. Org.py. [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://crea.org.py/wp-content/uploads/2020/12/CF-Calculo-de-la-densidad-de-plantacion-en-configuraciones-silvopastoriles.pdf>
- 64 Ecosiglos.com [Internet]. [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://ecosiglos.com/conoce-los-tipos-de-sustratos-para-tu-cultivo-hidroponico/>
- 65 Coelho A. ¿Qué es la fertirrigación? Beneficios y aplicaciones [Internet]. AZUD; 2024 [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://azud.com/blog/que-es-la-fertirrigacion-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- 66 Mejores sustratos para hidroponía y cómo hacerlos [Internet]. Hydroponicspace.com. [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://hydroponicspace.com/mejores-sustratos-para-hidroponia-y-como-hacerlos/>
- 67 Mohedano JDD. ¿Qué es la hidroponía? ¿Se puede cultivar sin tierra a gran escala? [Internet]. Tiempo.com; 2024 [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/que-es-la-hidroponia-se-pueden-cultivar-a-gran-escala-sin-tierra.html>
- 68 Información - Concepto, tipos, usos y características [Internet]. [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://concepto.de/informacion/>
- 69 Mohedano JDD. ¿Qué es la hidroponía? ¿Se puede cultivar sin tierra a gran escala? [Internet]. Tiempo.com; 2024 [cited 2025 Mar 26]. Available from: <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/que-es-la-hidroponia-se-pueden-cultivar-a-gran-escala-sin-tierra.html>
- 70 Morales-Fernández SD, Mora-Aguilar R, Rodríguez-Pérez JE, Salinas-Moreno Y, Colinas-León MT, Lozoya-Saldaña H. Desarrollo y rendimiento de papa en respuesta a la siembra de semilla-tubérculo inmadura. *Rev Chapingo Ser Hortic* [Internet]. 2011 [cited 2025 Mar

- 27];17(1):67–75. Available from:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000100011
- 71 Productividad: Tipos, características y fórmula [Internet]. Clientify; 2024 [cited 2025 Mar 27]. Available from: <https://clientify.com/blog/productividad>
- 72 Perfeccione el pH de la solución nutritiva [Internet]. Groho.es. [cited 2025 Mar 27]. Available from: <https://www.groho.es/post/perfeccione-el-ph-de-la-solucion-nutritiva>
- 73 Edu.sv [Internet]. [cited 2025 Mar 27]. Available from: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/df398450-d557-42e8-b908-37b17783eb48/content>
- 74 Edu.bo [Internet]. [cited 2025 Mar 27]. Available from: https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac_css/doc_num.php?explnum_id=25470
- 75 Edu.sv [Internet]. [cited 2025 Mar 27]. Available from: <https://www.fia.ues.edu.sv/wp-content/uploads/2024/05/manual-de-uso-de-repositorio-ues-1-1.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.

GUÍA DETALLADA PARA LA BÚSQUEDA DE INVESTIGACIONES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR ⁽⁷⁵⁾

Acceso al repertorio de la Universidad de El Salvador.

<https://repositorio.ues.edu.sv/home>

- Pasos para realizar la búsqueda

Paso 1: Acceder al Repositorio

1. Abrir un navegador web (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, etc.).
2. Ingresar la siguiente dirección en la barra de búsqueda:

<https://repositorio.ues.edu.sv/home>

3. Una vez dentro, visualizar la página principal del repositorio.

Paso 2: Usar la Barra de Búsqueda

1. Ubicar la barra de búsqueda en la parte superior de la página.
2. Escribir palabras clave relacionadas con el tema de interés, por ejemplo:
 - "productos agrícolas"
 - "café salvadoreño"
 - "fertilizantes orgánicos"
 - "hidroponía en El Salvador"
3. Presionar la tecla "Enter" o hacer clic en el ícono de lupa

Paso 3: Aplicar Filtros de Búsqueda

Para refinar los resultados y encontrar información específica, es recomendable aplicar filtros.

Cómo aplicar filtros:

1. En la página de resultados, buscar la sección de filtros en el lado izquierdo.
2. Aplicar los siguientes criterios según sea necesario:
 - Fecha de publicación: Seleccionar el rango 2014-2024.
 - Facultad: Elegir la facultad de interés, por ejemplo:
 - Facultad de Química y Farmacia
 - Facultad de Ciencias Agronómicas
 - Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
 - **Tipo de documento: Seleccionar "Trabajo de grado" o "Tesis".**

Paso 4: Seleccionar una Investigación

1. Revisar la lista de resultados obtenidos.
2. Hacer clic en el título del documento que sea de interés.
3. Se abrirá una nueva página con detalles de la investigación, incluyendo:
 - Resumen
 - Autores
 - Año de publicación
 - Enlace de descarga

3. Ejemplo de búsqueda realizada

Para esta tesis, se realizó una búsqueda en el repositorio siguiendo los pasos anteriores.

Término buscado: "productos agrícolas"

Filtros aplicados:

- Fecha: 2014-2024
- Facultad: Ciencias Agronómicas

Ejemplo de resultado obtenido:

Título	Facultad	Autor(es)	Año	Enlace
Evaluación de tres dosis de etileno comercial sobre la maduración de piña	Ciencias Agronómicas	Fátima Gabriela Guardado Guardado	2024	Ver aquí