

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN
AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:
EFECTOS DE UNA BIOPELÍCULA CON ACEITES ESENCIALES
DE NARANJA Y EUCALIPTO EN EL CRECIMIENTO DE HONGOS
DE LA MALANGA DE EXPORTACIÓN**

**AUTORAS:
RAISSA LISETTE MARCILLO MOLINA
MAYRA MARICELA VILLAVICENCIO CEDEÑO**

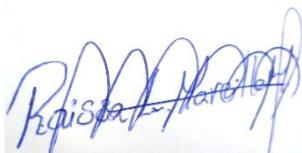
**TUTOR:
ING. JULIO VINICIO SALTOS SOLÓRZANO, Ph.D.**

CALCETA, NOVIEMBRE 2021

DERECHO DE AUTORÍA

RAISSA LISETTE MARCILLO MOLINA y MAYRA MARICELA VILLAVICENCIO CEDEÑO declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



RAISSA MARCILLO MOLINA



MAYRA VILLAVICENCIO CEDEÑO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. JULIO VINICIO SALTOS SOLÓRZANO, Ph.D, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTOS DE UNA BIOPELÍCULA CON ACEITES ESENCIALES DE NARANJA Y EUCALIPTO EN EL CRECIMIENTO DE HONGOS DE LA MALANGA DE EXPORTACIÓN**, que ha sido desarrollado por **RAISSA LISETTE MARCILLO MOLINA** y **MAYRA MARICELA VILLAVICENCIO CEDEÑO**, previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JULIO VINICIO SALTOS SOLÓRZANO, Ph.D.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación EFECTOS DE UNA BIOPELÍCULA CON ACEITES ESENCIALES DE NARANJA Y EUCALIPTO EN EL CRECIMIENTO DE HONGOS DE LA MALANGA DE EXPORTACIÓN, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por RAISSA LISETTE MARCILLO MOLINA y MAYRA MARICELA VILLAVICENCIO CEDEÑO, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Mg. Francisco Manuel Demera Lucas

MIEMBRO

Mg. José Fernando Zambrano Ruedas

MIEMBRO

Mg. Pablo Israel Gavilanes López

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

"En la ruta hacia el éxito, jamás olvides aquellos que estuvieron a tu lado, tus verdaderos amigos."

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad, en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestros padres gracias por ser fieles amigos, consejeros incondicionales y pilares fundamentales en nuestras vidas, apoyo moral y económico para cumplir con todas nuestras metas.

Gracias a la vida que tenemos, la cual con tanto amor nos ha regalado Dios, a nuestros hermanos y amigos por ayudarnos y apoyarnos sin condiciones. Gracias por facilitar nuestro camino y permitirnos llegar hasta donde hemos llegado.

A todos ellos,

Muchas gracias.

RAISSA MARCILLO MOLINA

MAYRA VILLAVICENCIO CEDEÑO

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Tobías y Anita, por su comprensión y ayuda en todo momento, quienes me han enseñado a encarar las adversidades sin desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor.

A mi esposo Miguel, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Realmente él me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permite dar el máximo de mí para bien de nuestra familia.

Para mi pequeño hijo, Mikel Benjamín. Su nacimiento ha coincidido con el final de la tesis, y ha llegado para darme el último empujón para terminar el trabajo. Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro y lo mejor que me ha pasado.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

RAISSA LISETTE MARCILLO MOLINA

DEDICATORIA

Este trabajo lo he realizado con mucho esmero y sacrificio, pasando momentos de dificultad que he podido superar para obtener este título de gran importancia en mi vida, el cual me servirá para ser mejor cada día y para desenvolverme en una nueva vida profesional, por lo tanto, una de las personas a quienes dedico este esfuerzo es a mí misma, por la constancia que tuve para poder cumplir con cada una de las actividades programadas.

A Dios, por mantenerme con salud hasta alcanzar este momento tan importante en mi vida profesional.

A mi hija, que es mi inspiración para superarme cada día y me da fuerzas para seguir adelante cumpliendo con cada uno de mis propósitos.

A mi madre, quien con su apoyo emocional me motivó para no desistir y poder alcanzar esta meta.

A mi compañera de tesis, la cual ha confiado en mí para realizar este trabajo investigativo y que más que ser una compañera fue una luchadora a lo largo de esta tesis. Gracias por su paciencia, responsabilidad y dedicación, que sin ellos no hubiéramos terminado.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron a mi lado, que me enseñaron y me dieron ánimos.

Gracias a todos.

MAYRA MARICELA VILLAVICENCIO CEDEÑO

CONTENIDO GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
1.5. VARIABLES.....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. MALANGA Y CRECIMIENTO DE HONGO	6
2.2. ACEITES ESENCIALES	9
2.2.1. ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.....	10
2.2.2. ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	11
2.3. EFECTO INHIBIDOR DE LOS ACEITES ESENCIALES SOBRE MICROORGANISMOS.....	12

2.4. MATERIAL EXPERIMENTAL E INSUMOS UTILIZADOS	14
2.4.1. MALANGA.....	14
2.4.2. BIOPELÍCULA.....	15
2.4.3. ANTIMICROBIANO.....	16
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	19
3.1. UBICACIÓN.....	19
3.2. DURACIÓN.....	19
3.3. FACTORES EN ESTUDIO.....	19
3.4. NIVELES DEL FACTOR	19
3.5. TRATAMIENTOS	20
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	21
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
3.8.1. ELABORACIÓN DE LA BIOPELÍCULA CON ALMIDÓN DE MALANGA.....	22
3.8.2. APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA CON ACEITE ESENCIAL A LA MALANGA	25
3.9. VARIABLES Y MÉTODO DE EVALUACIÓN	27
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. DETERMINACIÓN DE PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN LA MALANGA DE EXPORTACIÓN	29
4.2. IDENTIFICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y LA DOSIS QUE CONTRIBUYE AL MENOR CRECIMIENTO DE HONGOS EN LA MALANGA.....	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. CONCLUSIONES.....	37
5.2. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	43

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. PRINCIPIOS ACTIVOS DEL EUCALIPTO	12
Tabla 2. COMBINACIÓN DE LOS NIVELES DE LOS FACTORES EN ESTUDIO.	20
Tabla 3. ESQUEMA DE ADEVA.....	20
Tabla 4. RECUENTO DE HONGOS EN MALANGA DURANTE CINCO SEMANAS DE ALMACENAMIENTO EN FUNCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS.....	29
Tabla 5. CODIFICACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	30
Tabla 6. PRUEBA ÓMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO RELACIONADOS A LA PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN MALANGA DURANTE EL ALMACENAMIENTO (5 SEMANAS)	30
Tabla 7. RESUMEN DEL MODELO	32
Tabla 8. PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW PARA LOS DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	32
Tabla 9. TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	33
Tabla 10. VARIABLES EN LA ECUACIÓN QUE EXPLICAN EL MODELO EN REFERENCIA PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN MALANGA DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	34

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ALMIDÓN DE MALANGA.....	23
Figura 2. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULA.....	25
Figura 3. DIAGRAMA DE APLICACIÓN DE BIOPELÍCULA A LA MALANGA	27
Figura 4. INHIBICIÓN DE HONGOS EN MALANGA PRESENTADA POR CONCENTRACIONES DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA Y EUCALIPTO AL 0.2, 0.3 Y 0.4% RESPECTIVAMENTE.....	35

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la planta empacadora de malanga Tropical expor, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, con el objetivo de evaluar los efectos de una biopelícula con aceites esenciales de naranja y eucalipto en el crecimiento de hongos de la malanga de exportación. El proceso inició con la obtención del almidón de malanga con el cual, se elaboró la biopelícula con los aceites esenciales de naranja y eucalipto en dosis de 0.2%, 0.3% y 0.4%. Los análisis microbiológicos de presencia o ausencia de hongos en malanga de exportación se realizaron en el laboratorio de microbiología de la ESPAM MFL durante un tiempo de cinco semanas utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad con la norma NTE INEN 1529-10:2013. El experimento se condujo con un arreglo factorial 2x3 en diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres réplicas; los resultados se analizaron mediante la técnica estadística de regresión logística binaria utilizando el software estadístico IBM SPSS 28 versión libre, lo cual indicó que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, todos reducen el crecimiento de hongos, aunque los resultados son muy variables, sin embargo, se pudo apreciar que el mejor tratamiento fue el de aceite esencial de eucalipto con dosis de 0.4%, debido a que es el que presentó mayor capacidad de inhibición de hongos, en relación a las demás concentraciones, con un porcentaje de inhibición al término de las 5 semanas de 83.87% tomando como referencia la carga microbiana inicial.

PALABRAS CLAVE:

Tubérculos, película comestible, antifúngico, aceite esencial, regresión logística binaria.

ABSTRACT

The present work was carried out at the Tropicalexport packing plant, located in Santo Domingo de los Tsáchilas, with the objective of evaluating the effects of a biofilm with essential oils of orange and eucalyptus on the growth of taro fungi for export. The process began with obtaining taro starch with which the biofilm was made with essential oils of orange and eucalyptus in doses of 0.2%, 0.3% and 0.4%. The microbiological analyzes of the presence or absence of fungi in export taro were carried out in the ESPAM MFL microbiology laboratory for a period of five weeks using the plate count technique by deep seeding with the NTE INEN 1529-10 standard: 2013. The experiment was conducted with a 2x3 factorial arrangement in a completely randomized design, with six treatments and three replications; the results were analyzed using the binary logistic regression statistical technique using the IBM SPSS 28 free version statistical software, which indicated that there is a significant difference between the treatments under study, all of which reduce the growth of fungi, although the results are highly variable, however, it was observed that the best treatment was that of eucalyptus essential oil with a dose of 0.4%, because it is the one that presented the highest capacity to inhibit fungi, in relation to the other concentrations, with a percentage of inhibition at the end of the 5 weeks of 83.87% taking as reference the initial microbial load.

KEY WORDS:

Tubers, edible film, antifungal, essential oil, binary logistic regression.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La malanga (*Colocasia esculenta*), es una planta de rápido desarrollo vegetativo, aprovechable en su totalidad y aceptable valor nutricional (Ferreira et al., 1990). Es un cultivo, cuyo uso como alimento se remonta a la sociedad neolítica. Su nombre se originó en la Isla de Trinidad y, paulatinamente, fue expandiéndose a través de los demás países (Saucedo et al., 2007).

En Ecuador el cultivo de la malanga genera un ingreso de divisas como productos no tradicionales menor al 1%. Estos recursos generados por concepto de malanga están directamente relacionados al precio internacional debido a que el 80% de la producción se exporta (Solano, 2010).

Actualmente Santo Domingo los Tsáchilas, Quevedo, Esmeraldas y la región Amazónica de Ecuador son las zonas productoras. Este tubérculo es uno de los productos no consumidos por productores ni comercializado en el país debido a que toda la producción se destina a la exportación. Esto se atribuye a la cultura de consumo, desconocimiento sobre sus usos, de preparación, falta de conocimientos sobre sus propiedades nutricionales y palatables con relación al resto de tubérculos y raíces (Saucedo et al., 2007).

Las plantas afectadas por las pudriciones no logran alcanzar un desarrollo normal y generalmente se marchitan, producen pérdidas entre 9 y 27% de la producción en el momento de la cosecha del cultivo y hasta 80% del producto cosechado en el almacén (Espinoza et al., 2011).

Campoverde (2020) indica que a pesar del cuidadoso proceso que se da a la malanga en la empresa Tropicalexpor, tienen el problema de presencia de hongos 14 días después, es decir cuando el producto llega a su destino de exportación (Estados Unidos), se hacen notorios hongos del género *Fusarium* spp., al

evidenciarse pintas negras en los tubérculos lo que provoca que el producto sea rechazado o que exista un recorte en el precio acordado del producto.

De la misma manera, Campoverde (2020) indica que han probado otros mecanismos para evitar la presencia de hongos en la malanga, como por ejemplo el uso de vaselina, ácido cítrico, sal en grano, dióxido de cloro, y que ninguno de ellos ha provocado un efecto representativo, porque disminuye el hongo en una mínima proporción, el único procedimiento que ha resultado es la aplicación del producto benomil en gran cantidad, pero su uso en EE. UU es restringido.

Una gran variedad de empaques se utiliza en la industria de alimentos. Empaques como las películas plásticas son recubrimientos independiente que envuelve a un alimento con el objetivo de prevenir el deterioro del mismo, además, esta estructura pretende alargar la vida útil de anaquel así como proteger al producto de daños mecánicos, también de facilitar la distribución y la comercialización de los productos alimenticios (D. Sánchez et al., 2015).

De acuerdo a lo mencionado se formula la siguiente pregunta:

¿Qué efecto tiene la aplicación de aceites esenciales (naranja, eucalipto) como biopelícula de protección en el crecimiento de hongos en la malanga de exportación?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La malanga es un tubérculo poco conocido y consumido en Ecuador, la mayor parte se cultiva en la región Amazónica y después de cosechar inmediatamente se la traslada en su totalidad a las empresas exportadoras, se lo realiza de manera tradicional en sacos de polipropileno, se la transporta en camiones hasta las diferentes empresas que se encargan de su exportación hacia los diferentes destinos.

Ya dentro de la empresa Tropicalexport, la malanga es lavada con agua y sumergida en una solución de cloro de 200 ppm, con el propósito de inhibir la presencia de

algún microorganismo que pueda afectarla, después de este proceso se realiza la clasificación y selección de la malanga por tamaño (grande, pequeña o mediana) y por aceptabilidad del tubérculo apto o no para su exportación, se colocan en gavetas de plástico y pasan a un cuarto frío a 8-15°C para su conservación hasta que se proceda con el debido embarque para su traslado en cajas de cartón hacia el país de destino.

Los almidones de raíces y tubérculos representan una alternativa para solventar problemas de hambre y dependencia de importaciones. Debido a sus altas cantidades de almidón, la malanga puede utilizarse para reemplazar materias primas convencionales en la industria alimentaria (Torres et al., 2013).

El almidón es una de las biomoléculas más, debido a los bajos costos que este presenta, además, posee una alta tasa de biodegradación y abundancia en la naturaleza. Algunos estudios reportan que el uso del almidón representa una de las fuentes principales en la elaboración de películas comestibles así como de coberturas para alimentos con distintas propiedades (Aila et al., 2013)

La actividad antimicrobiana que presentan diferentes hierbas y plantas se le atribuye los compuestos fenólicos presentes en sus extractos o esencias; sin embargo, ya se ha demostrado que ciertos compuestos como la grasa, proteína, concentración de sal, pH y temperatura afectan esta actividad antimicrobiana de metabolitos secundarios como los fenoles antes mencionados (Rodríguez, 2011)

En su mayoría, los antifúngicos necesitan nuevas estrategias para combatir hongos, con nuevos mecanismos de acción, es por tal razón que esta propuesta se basa en la elaboración de una biopelícula a base del almidón del mismo rechazo de la malanga, con la adición de dos aceites esenciales antifúngicos: de naranja y eucalipto, para observar el efecto que causan en el crecimiento de hongos en la malanga y de igual forma disminuyendo las pérdidas económicas que sufren las empresas actualmente debido al problema antes mencionado.

Los aceites esenciales son considerados una alternativa a los fungicidas químicos para controlar los hongos durante la postcosecha y se utilizan como recubrimientos

solos o combinados en forma de películas, con ceras u otro soporte de aditivos, se consideran inocuos para el ambiente y los consumidores, con un gran potencial para el control de enfermedades postcosecha de frutas y hortalizas (Guédez et al., 2014).

Estudios han demostrado que el aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) presentan un alto contenido de monoterpenos en donde el compuesto de mayor proporción es el limoneno con una concertación entre 90-96%, además, también posee monoterpenos oxigenados como cineol (1%) y el linalol (1-2%), los cuales que se encuentran en menor proporción. Los compuestos antes mencionados, han tener una actividad antimicótica importante en diferentes hongos postcosecha como: *P. digitatum*, , *P. verrucosum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *P. italicum* y *P. chrysogenum* (Guédez et al., 2014).

Según investigaciones realizadas, un aceite esencial que también tiene efecto inhibidor de hongos es el aceite esencial de eucalipto, con un halo de inhibición de 25, 30 y 32 mm en *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum* y *Epidermophyton floccosum* respectivamente, con una concentración mínima a 1000 ppm (Flores et al., 2004).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los efectos de una biopelícula con aceites esenciales de naranja y eucalipto en el crecimiento de hongos de la malanga de exportación.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a través de análisis microbiológicos la presencia o ausencia de hongos en la malanga de exportación en cada tratamiento.
- Identificar el aceite esencial y la dosis que contribuya al menor crecimiento de hongos en la malanga de exportación.

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de una biopelícula de almidón con aceites esenciales disminuye el crecimiento de hongos en la malanga de exportación.

1.5. VARIABLES

Para el presente estudio se han planteado las siguientes variables:

Variable Independiente: Aceites esenciales

Variable Dependiente: Crecimiento de hongos en la malanga

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MALANGA Y CRECIMIENTO DE HONGOS

Algunos productos alimenticios están propensos a la contaminación provocada por microorganismos patógenos, problemas que también dan durante el almacenamiento, el procesamiento después de la cosecha, en el transporte, lo que genera pérdidas significativas en cuanto a calidad, así como cantidad y composición nutricional, con la consecuente reducción del valor en el mercado. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Gustavsson y Cederberg, 2012), los casos registrados de pérdidas de alimentos en mal estado, se reportan en cifras equivalentes a toneladas métricas de alimentos cada año.

En el procesamiento de alimentos, el principal objetivo es proveer de bienestar al ser humano a través de alimentos seguros y de esta manera, cubrir las expectativas en cuanto a sabor, aroma, apariencia y mayor comodidad, por lo que ha incrementado la popularidad de los alimentos “mínimamente o parcialmente procesados”. Esta clase de alimentos siguen los pasos mínimos de preparación, tratando así de cambiar sus cualidades de “alimento fresco” en la medida que sea posible, pero al mismo tiempo haciéndolos alimentos seguros y con una vida en anaquel extensa para su transporte hasta el consumidor (E. Rodríguez, 2011).

Los tubérculos, raíces y rizomas son ideales para la alimentación, contiene gran cantidad de nutrientes, la malanga pertenece a este tipo de plantas, se estima una producción mundial de cuatro millones de toneladas concentradas en la zona central y occidental de África Tropical, las Antillas, Venezuela y Oceanía (Espinosa et al., 2012).

La malanga ecuatoriana es reconocida en los mercados internacionales porque su agradable sabor y textura la hacen la preferida para la población centroamericana residente en los EEUU (Vega et al., 2017). En el año 2016 se registró la exportación

de 700 mil cajas de este producto y su principal destino fue Estados Unidos (Velasco, 2017).

Estudios de Antonio-Estrada establece a la malanga como un tubérculo comestible, con una pulpa blanca almidonosa y una cáscara de color marrón oscura, es un producto altamente perecedero debido a su alto contenido de humedad, por lo que las pérdidas postcosecha son altas; al analizar los tubérculos de malanga se ha determinado en su composición bromatológica encontrando que estos poseen en su forma cruda 71.91% de agua, 0.38% de proteína, 0.63% de cenizas, 0.68% de grasa, 0.16% de fibra cruda y 26.24% de carbohidratos (Hernández et al., 2019).

La demanda mundial de productos agrícolas aumenta cada vez más con el pasar de los años, el crecimiento poblacional es el principal factor por lo tanto es indispensable el abastecimiento de productos a bajo costo siempre cumpliendo con la tendencia a disminuir el uso de fertilizantes o cualquier regulador de la industria química (Rodríguez, 2017).

Todos los alimentos, incluso la malanga, sufre un deterioro en relación a su vida útil y la principal causa de este problema, se da a causa de diferentes tipos de microorganismos como: hongos y bacterias. Este deterioro causado por microorganismos en los alimentos tiene implicaciones económicas significativas para los fabricantes, tal como; daños de materias primas y productos procesados antes de su comercialización, pérdida de imagen, así como de marca, etc. Por otra parte, para consumidores y distribuidores existen los siguientes problemas: deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo (Rodríguez, 2011).

● PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN LA MALANGA

La afección conocida como “mal seco” de la malanga, se considera el factor que más ha propiciado la baja producción de cormelos frescos en la malanga, esta enfermedad es producida por los hongos *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.* y las bacterias *Erwinia spp.* y *Pseudomonas spp.* y es considerada un problema complejo en la reducción de los rendimientos (Dávila et al., 2010).

Dávila et al. (2010) menciona que Espinosa (2003) determinó que los agentes causales de las pudriciones secas son: *Fusarium oxysporum*, *Schlecht*, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Rhizoctonia solani* Sacc., que provocan cinco tipos de síntomas en *Xanthosoma* y dos en colocasia.

- **PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS PARA PROLONGAR SU VIDA ÚTIL**

Se entiende la preservación como el conjunto de tratamientos que prolonga la vida útil de los alimentos, manteniendo de esta manera aquellos atributos de calidad, así como organolépticos donde se incluyen sabor, textura, color y su valor nutritivo. En esta definición se incluye una gran escala de conservación y va desde períodos cortos que se dan por métodos domésticos como la cocción y almacenamiento en frío, hasta períodos muy prolongados, a través de procesos industriales rigurosamente controlados como lo es el caso de la deshidratación y la congelación (Rodríguez, 2011).

Con el afán de prolongar la vida post - cosecha de aquellos productos hortofrutícolas se están utilizando diferentes tecnologías, entre estas, el almacenamiento que involucra bajas temperaturas, empaques plásticos que permiten crear atmósferas modificadas, irradiación, tratamientos hidrotérmicos, y formulaciones con agentes biológicos, entre otras (Ramos et al., 2010).

- **PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS CON BIOPELÍCULAS**

Las biopelículas o cubiertas comestibles son una alternativa promisoría para solventar los problemas de pérdidas de alimentos debido al deterioro y la infestación. Las mismas han sido evaluadas probando su efectividad para así prolongar el tiempo de vida útil en ciertas frutas. Estas biocubiertas de empaque significan una ventaja al uso de materiales biodegradables, en relación con macromoléculas sintéticas (plásticos).

Las biopelículas actúan a manera de barreras físicas sobre la superficie de las frutas, lo que permite disminuir la permeabilidad al O₂, CO₂ y vapor de agua, retrasando las reacciones metabólicas que se dan a raíz de la maduración

fisiológica e inhibiendo de esta manera el pardeamiento enzimático, conservando la textura y sabor, lo que permite incrementar la vida útil de la fruta. Estas cubiertas actúan como vehículos de aditivos como antioxidantes, antimicrobianos, nutrientes, etc. (Aguilar et al., 2020).

La tasa de respiración y la pérdida de peso por deshidratación en frutas y vegetales, pueden ser retrasadas aplicando recubrimientos comestibles partir de fuentes renovables, como lípidos, polisacáridos y proteínas, incluso, mezclas de estos, el hacerlo, puede además mejorar y prolongar la firmeza y la despigmentación causada por microorganismos.

El usar recubrimientos comestibles bien siendo una tecnología que se ha usado desde hace algunos años. Actualmente se ha convertido en objeto de investigación con un gran alcance, debido a la necesidad por consumir alimentos saludables con un mínimo procesamiento y libres de aditivos sintéticos (Vázquez y Guerrero, 2013).

2.2. ACEITES ESENCIALES

Resultan ser una mezcla de compleja que se derivan de plantas aromáticas pudiendo contener hasta 60 compuestos en distintas concentraciones lo que determina sus propiedades biológicas, además, están conformados por terpenos, compuestos aromáticos, terpenoides y alifáticos, todos estos volátiles y con bajo peso molecular (Dornic et al., 2018).

Los aceites esenciales se encuentran en abundancia en el reino vegetal y se pueden localizar en diferentes partes de la planta como en hojas, raíces, corteza, flores, en la cáscara de algunos frutos. Los aceites esenciales presentan una mezcla de diferentes componentes volátiles, los cuales se producen del metabolismo secundario de las plantas (Ramos et al., 2010).

En general, los aceites esenciales son considerados por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) como sustancias generalmente reconocidas como seguras (GRAS, Generally Recognized As Safety) y tienen una

amplia variedad de aplicaciones en las industrias cosmética, farmacéutica, sanitaria, agrícola y alimenticia (Ambrosio et al., 2017). Una gran variedad de estudios han demostrado que diversos aceites esenciales derivados de plantas medicinales y comestibles causan efecto inhibitorio en el crecimiento de hongos fitopatógenos (Acosta et al., 2016).

Rosas et al. (2019) observaron dentro de su investigación, que los aceites esenciales tienen distintos efectos sobre las conidias, donde las diferentes cepas microbianas ofrecen diferentes respuestas a los aceites esenciales. Observaron además que este mismo aceite esencial puede causar diferentes efectos en varias cepas, lo que significa que estos aceites esenciales tienen especificidad en el modo de acción, dependiendo de la concentración a la que se aplican (Arslan y Dervis, 2010).

Son muchas las investigaciones donde se ha utilizado los aceites esenciales como aditivos para formulaciones de recubrimientos. La utilización de metabolitos secundarios con efecto antimicrobiano como los presentes en el aceite esencial de anís, cárdamo y tomillo, se vienen usando en películas, cubiertas o empaques, para varios productos alimenticios como carne y productos de panadería, y se ha demostrado un efecto positivo en la inhibición de hongos, bacterias y levaduras (Ramos et al., 2018).

2.2.1. ACEITE ESENCIAL DE NARANJA

El cítrico como lo la naranja genera residuos que muy poco se usan por su acidificación en el medio. En zonas rurales generalmente se usan para alimentar a animales de corral; sin embargo, en las ciudades estos desechos orgánicos y que son mayores tienen como destino los basureros; lo que sin un tratamiento previo puede ocasionar diversos problemas ambientales, entre otros. Un uso importante de este residuo es la obtención de aceite esencial, debido a presenta múltiples aplicaciones en la industria química, farmacéutica, alimenticia, perfumería y agronómica (Hernández et al., 2015).

Según Yang et al. (2017) en el aceite de naranja se destacan por medio del análisis CG-EM técnica por Head-space, los siguientes compuestos: el D-limoneno y

linalool, otro compuesto de presencia notable es el alcohol perílico, importantes por sus propiedades medicinales.

Castañeda et al. (2018) manifiestan que el limoneno es un metabolito secundario muy destacado en relación a otros compuestos debido a su rendimiento. Son muchos los beneficios que se les atribuyen a los aceites esenciales provenientes de cítricos y esto se debe a sus componentes D-limoneno y alcohol perílico, los cuales les otorgan propiedades quimioterapéuticas y quimiopreventivas de cáncer de mama, pulmón, estómago y piel. Mientras que en otros compuestos como el linalool, β -mirceno, decanal y pineno (flavonoides, antraquinonas, curaminas, etc) reportan una gran actividad biológica atribuyéndoles a estos aceites propiedades antimicrobianas (Geraci et al., 2017).

Castañeda et al. (2018) indica dentro de su investigación que el aceite de naranja sí contiene compuestos con propiedades inhibitorias para *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* por lo cual se sugiere como auxiliar de tratamientos para inhibir este tipo de microorganismos siempre y cuando su aplicación sea tópica, no se ingiera y se tenga la confirmación de cualquiera de estos agentes etiológico.

2.2.2. ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

Los aceites esenciales aromáticos como productos naturales y las plantas medicinales han recibido mucha atención como posibles agentes para la conservación de los alimentos (Burt, 2004). De hecho, diversas investigaciones han demostrado que los aceites esenciales y sus componentes poseen una amplia actividad antimicrobiana (Gachkar et al., 2007). El eucalipto es una planta que se puede aprovechar industrialmente debido a que las glándulas de las hojas segregan aceites esenciales (Moreno et al., 2010).

- **EFFECTO INHIBIDOR DEL ACEITE DE EUCALIPTO**

En la investigación realizada por Ticona (2019) establece el efecto inhibitorio con dos fuentes de aceites, por lo cual se concluye que a mayor dilución del aceite mayor inhibición microbiana, el aceite de eucalipto presentó mayor inhibición que el aceite de muña, ya que cada especie cuentan con sus respectivos principios activos como monoterpenos, alcoholes, cetonas y óxidos terpénicos que impiden el crecimiento microbiano.

● INFORMACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO DEL EUCALIPTO

Según Afif et al. (2010) los principios activos de eucalipto en la tabla 1 con el contenido de ácidos cloro genético, gálico y no tóxico para la naturaleza.

Tabla 1.

PRINCIPIOS ACTIVOS DEL EUCALIPTO

Principios activos	Componentes
Aceite esencial	0.5 – 3.5%
Sesquiterpenos	
Monoterpenos	
Monoterpénicos y alcoholes enfáticos	
Sesquiterpenoles	
Óxidos terpénicos	Eucaliptol (70-80%)
Aldehídos	
Ácidos polifenólicos:	Cafeico, gálico, ferúlico y gentísico
Flavonoides	
Elagitaninos y Taninos	
Resina	
Triterpenos:	Ácidos ursólico y derivados.

2.3. EFECTO INHIBIDOR DE LOS ACEITES ESENCIALES SOBRE MICROORGANISMOS

Alzate et al. (2009) evaluaron la actividad antifúngica de los aceites de eucalipto y cáscara de naranja, determinando que el aceite de eucalipto inhibió completamente el crecimiento del hongo *Fusarium oxysporum* a 3000 ppm. Otras especies de hongos como el *Trichoderma harzianum* y *Absidia spp* presentaron una mayor susceptibilidad a los componentes presentes en aceite esencial, además, se

demostró que su crecimiento con una concentración de aceite de 1000 ppm, fue inhibido por completo. Por otra parte, el aceite esencial de cáscara de naranja fue menos efectivo, mostrando solamente actividad fungicida sobre el hongo *Trichoderma harzianum* a 11000 ppm.

Rangel (2007) determinaron mediante su investigación que la fracción timol 77.40% del aceite esencial de orégano presenta un poder antifúngico en concentraciones de 0.5, 0.2, 0.15 y 0.1%, y García et al. (2006) en su estudio menciona que el aceite esencial de orégano presenta actividad fungicida a partir de 1000 ppm.

Guédez et al. (2014) evaluaron el efecto del aceite esencial de naranja (AEN) en el crecimiento micelial de los hongos “in vitro” para lo cual utilizaron concentraciones de 0; 1; 2.5 y 5% del AEN en medio de cultivo PDA. Agregaron cantidades determinadas de aceite esencial, según la concentración utilizada. Como control absoluto se utilizó medio de cultivo PDA sin los aceites esenciales. Desde las 24 horas de la siembra se efectuaron las mediciones de los diámetros de crecimiento de las colonias, las cuales permitieron obtener los porcentajes de inhibición.

$$\%I = (\emptyset \text{ Testigo} - \emptyset \text{ Tratamiento} / \emptyset \text{ Testigo}) * 100$$

Donde:

- %I: Porcentaje de inhibición.
- \emptyset Diámetro testigo en medio de cultivo PDA.
- \emptyset Diámetro tratamiento (Dosis de AEN en medio PDA).

En el crecimiento micelial se realizaron mediciones diarias hasta que cada hongo completara su proliferación en la placa.

Efecto del AEN como recubrimiento de frutos de lechosa:

Tratamiento previo: En su totalidad se utilizaron 12 lechosas, es decir 3 por cada tratamiento con un índice de maduración 2 (de color verde con trazas amarillas con proporciones inferiores al 25% del área total), el tamaño así como el color uniformes y libres de daños físicos e infecciones fúngicas, esto de acuerdo a la técnica propuesta por Rueda (1999). Con agua potable se lavan los frutos y se

desinfectaron con hipoclorito de sodio (0.2%) para después se secarlos a temperatura ambiente para su recubrimiento (Guédez et al., 2014).

Recubrimiento: Los frutos de lechosa se procedieron a separar y se impregnaron por aspersión al recubrimiento de las dosis de AEN mientras que para el tratamiento control se asperjaron utilizando agua destilada. Seguidamente los frutos se dejaron secar al aire a temperatura ambiente y se mantuvieron en envases plásticos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ con humedad relativa (HR) entre el 65 y 70%, durante 7 días (Guédez et al., 2014).

2.4. MATERIAL EXPERIMENTAL E INSUMOS UTILIZADOS

2.4.1. MALANGA

Es un tubérculo que se ubica en el sexto puesto en las áreas de producción y plantación mundial después de la yuca, papa, camote, ñame y (Morales y Santacruz, 2017). Además de esto, se ha demostrado que tiene un alto contenido de tiamina, vitamina C, hierro y riboflavina. Es un excelente alimento por su contenido de proteína del producto (Saucedo et al., 2007).

El tubérculo de la malanga presenta dos géneros de carácter geográficos: el primero de ellos, *colocasio*, procedente del sureste de Asia para luego introducirse al continente americano; por otra parte, el género *xanthosoma*, el cual se origina de américa (antillas), es una planta herbácea que no presenta tallos aéreos, además, posee hojas grandes que provienen de un cormo subterráneo primario, el cual es vertical de donde nacen cormos laterales, así como horizontales que también son comestibles. Presenta un gran porcentaje de carbohidratos, siendo un buen alimento para niños en crecimiento y adultos (Solano, 2010).

Este tubérculo tiene una variada utilización; los cormelos se consumen cocidos, fritos, o como harina para algunos usos. En sopas y estofados la papa es sustituida por este tubérculo, además, tiene un contenido de almidón que supera a la yuca. Por otra parte, algunos ecotipos de malanga hojas verdes que presentan un bajo

contenido de oxalatos; sin embargo, pueden consumirse cocinados como una hortaliza (Solano, 2010).

2.4.2. BIOPELÍCULA

Los recubrimientos comestibles y películas, pueden proveer un incremento en los efectos inhibitorios contra la pudrición causada por hongos y bacterias patógenas a través de concentraciones efectivas de los compuestos antimicrobianos activos en la superficie de los productos hortofrutícolas (Ramos et al., 2018).

Una manera de disminuir la tasa de respiración, retrasar la pérdida de peso por deshidratación, prolongando su pérdida de firmeza y pigmentación, causado por microorganismos es aplicando recubrimientos comestibles elaborados a partir de fuentes renovables, como lípidos, polisacáridos y proteínas, también se puede utilizar mezclas de estos (Vázquez y Guerrero, 2013).

Uno de los materiales más por la industria son los polímeros sintéticos, estos contribuyen al aumento de desechos, teniendo así una gran influencia en los daños para el medio ambiente. En general, se puede afirmar que de esto se deriva el dióxido de carbono, componentes celulares microbianos, gas metano, y otros productos; esto permite que surja la intención de sustituir estos embalajes sintéticos, por aquellos materiales con capacidad de biodegradable (Sánchez y Valdez, 2019).

Se ha demostrado que los recubrimientos pueden ser vehículos para una gran variedad de aditivos, incluso los antimicrobianos, esto, con la finalidad de proporcionarles mayores atributos en el control de microorganismos, por ejemplo. Entre los aditivos naturales están los aceites esenciales. Existen evidencia sólida de que los aceites esenciales extraídos de diferentes partes de plantas presentan inhibición contra bacterias y hongos (Ramos et al., 2010).

Una de las ventajas de los recubrimientos es la que mencionan Vázquez y Guerrero (2013), quienes indican que los recubrimientos forman una barrera en la superficie del fruto, lo cual permite modificar la composición gaseosa interna, lo que a su vez

disminuye la tasa de respiración, de esta manera, prolongan la vida postcosecha del producto.

- **BIOPELÍCULAS A BASE DE ALMIDÓN**

Aquellos problemas causados por materiales sintético de embalajes, ha conllevado a la industria alimentaria a fijar su atención en las películas de polímeros naturales que se convierten en una alternativa real en la disminución de materiales no degradables y no renovables, es por esto que científicos de todo el mundo están desarrollando películas a base de un biopolímero como lo es el almidón (Sánchez y Valdez, 2019).

Entre los polímeros biodegradables que se han utilizado para la fabricación de películas para envasado de alimentos se encuentran los polisacáridos como el almidón, y el quitosano que son ampliamente conocidos por su disponibilidad al provenir de una fuente renovable, muy amplia, estable y de bajo costo.

El almidón se ha utilizado en la fabricación de películas biodegradables y comestibles para reducir la pérdida de humedad, restringir la absorción de oxígeno, disminuir la migración de grasas, controlar la transferencia de los componentes del sabor, con el fin de aumenta la vida útil y evitar el deterioro de la calidad de los productos alimenticios, es uno de los polímeros más estudiados para el desarrollo de películas delgadas biodegradables porque presenta un bajo costo, es fácil de obtener y tiene una buena capacidad para formar películas (Flores et al., 2020).

2.4.3. ANTIMICROBIANO

Los agentes con actividad antimicrobiana se vienen usando de forma muy frecuente en la industria de los alimentos ya por mucho tiempo y generalmente se están utilizando los sintetizados químicamente los cuales ya se han demostrado que causan daños en la salud de los consumidores al utilizarlos a grandes dosis como en el caso de los sulfitos, generando un rechazo de productos procesados por parte de los consumidores. Esto permitido buscar otras opciones encontrado nuevos

agentes antimicrobianos de origen natural, como sustitutos de los tradicionalmente utilizados (Rodríguez, 2011).

Rodríguez (2011) indica que los antimicrobianos continúan estando entre los aditivos alimentarios de mayor importancia para la industria. En la actualidad, debido a la exigencia de productos frescos y que sean mínimamente tratados, ha aumentado el interés por los antimicrobianos de origen natural, los cuales puedan extraerse con la finalidad de utilizarlos para prolongar la vida útil y la seguridad para el consumidor.

La mayoría de los olores y sabores de las plantas se les atribuye a los aceites esenciales, estos han sido utilizados desde la antigüedad y en la actualidad tiene gran importancia para la industria cosmética, así como en la alimentaria para la fabricación de saborizantes, condimentos y conservantes, también en la industria farmacéutica como antimicrobiano u antifúngicos (Sánchez y Valdez, 2019).

- **AGENTES ANTIMICROBIANOS**

Son compuestos químicos añadidos o presentes en los alimentos que retardan el crecimiento microbiano o inactivan a los microorganismos y por lo tanto detienen el deterioro de la calidad y mantienen la seguridad del alimento. En la actualidad, la industria de alimentos utiliza una gran cantidad de agentes antimicrobianos. Estos difieren según el país, su uso está restringido por las leyes alimentarias de cada nación (Rodríguez, 2011).

La mayor parte de los agentes antimicrobianos utilizados en alimentos solo inhiben el crecimiento de bacterias y hongos; sin embargo, no eliminan su crecimiento, lo que implica que el producto tenga una vida de anaquel más restringida, y es necesario el uso de otros factores de conservación que aumenten la vida media del producto (Rodríguez, 2011).

- **AGENTES MICROBIANOS NATURALES**

Existe una gran variedad de alimentos que contienen compuestos antimicrobianos naturales. Estos compuestos en estado natural, pueden prolongar de la vida útil de los alimentos. Incluso muchos de ellos han sido estudiados por su potencial como antimicrobianos alimentarios directos y se pueden clasificar en: (Rodríguez, 2011).

1. **Origen animal:** incluye enzimas líticas tales como lisozima, proteínas, hidrolasas tales como lipasas y proteasas y polisacáridos como el quitosán.
2. **Origen vegetal:** Incluye tallos, hojas, flores, ácidos orgánicos presentes en frutos y fitoalexinas producidas en plantas, así como compuestos fenólicos provenientes de cortezas.
3. **Origen microbiano:** Incluye compuestos producidos por los microorganismos.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la planta empacadora de malanga Tropicalexport, situada en Sto. Domingo de los Tsáchilas, Vía Quinindé Km 20, entre los paralelos 0° 07' 53.8" de Latitud Sur y los meridianos 79° 14' 30.8" de Longitud Oeste de Greenwich. Los tratamientos fueron almacenados en el cuarto frío de esta planta a una temperatura de 8-15°C.

Bajo la normativa NTE INEN 1529-10:2013 utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad, se realizaron los estudios microbiológicos de los tratamientos en el laboratorio de Microbiología ubicado en la carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), sitio "El Limón", de parroquia Calceta, cantón Bolívar, Manabí, ubicada geográficamente entre las coordenadas 0°49'27.9" de latitud sur y 80°10' 27.2" de Longitud Oeste a una altitud de 15.5 msnm, provincia de Manabí.

3.2. DURACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en 6 meses desde febrero - julio 2021.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

- Factor A: Aceites esenciales
- Factor B: Dosis de aceites esenciales

3.4. NIVELES DEL FACTOR

Factor A:

- a₁: Aceite esencial de naranja
- a₂: Aceite esencial de eucalipto

Factor B:

- b_1 : 0.2%
- b_2 : 0.3%
- b_3 : 0.4%

3.5. TRATAMIENTOS

En la combinación de niveles de cada factor en estudio se obtuvo como resultado 6 tratamientos los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.

COMBINACIÓN DE LOS NIVELES DE LOS FACTORES EN ESTUDIO

Tratamientos	Códigos	Aceite esencial	Dosis (%)
T1	a_1*b_1	Naranja	0.2
T2	a_1*b_2	Naranja	0.3
T3	a_1*b_3	Naranja	0.4
T4	a_2*b_1	Eucalipto	0.2
T5	a_2*b_2	Eucalipto	0.3
T6	a_2*b_3	Eucalipto	0.4

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se manejó un arreglo factorial 2x3 analizado por la vía de en un Diseño Completamente al Azar [DCA]. A continuación, la tabla 3 muestra el esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Tabla 3.

ESQUEMA DE ADEVA

Fuente de variación	g libertad
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
A*B	2
Error	12

3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Estuvo constituida por 18.22 Kg de malanga y se colocaron en un ambiente cerrado a una temperatura de 8 a 15°C tal y como se lo hace en la empresa empacadora Tropicalxpor; la cantidad total de malanga utilizada para la elaboración de los 6 tratamientos con sus respectivas réplicas fue de 328 Kg.

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Los aceites esenciales de naranja y eucalipto (ver anexo # 7 y 8) fueron adquiridos en la empresa dōTERRA, estos aceites cuentan con certificado de garantía total de procesos llamados CPTG (certificado puro de grado terapéutico).

- **¿CÓMO ASEGURA DÕTERRA DE QUE SUS ACEITES ESENCIALES SEAN PUROS?**

La misión de dōTERRA es ofertar aceites esenciales con una alta pureza y de gran calidad. Sin embargo, sin un estándar definitivo que avale la pureza del aceite esencial, dōTERRA decidió implementar el estándar de pureza en la industria de los aceites esenciales. Generalmente las compañías productoras de estos aceites esenciales eligen aplicar altos estándares de prueba para sus aceites. De hecho, suelen omitir procesos importantes de prueba con tal de ahorrar dinero o tiempo. Desafortunadamente, cuando se trata de tomar las medidas de prueba adecuadas, es imposible poder garantizar la pureza de un aceite esencial. Para lograr esto, cada botella de aceite esencial debe ser pura y libre de contaminantes, así como de rellenos sintéticos, dōTERRA creó el protocolo CPTG Certificado y Probado como Puro y de Calidad (ver Anexo # 6) . El proceso CPTG incluye un examen riguroso de cada lote de aceite, junto con pruebas de terceros para garantizar la transparencia.

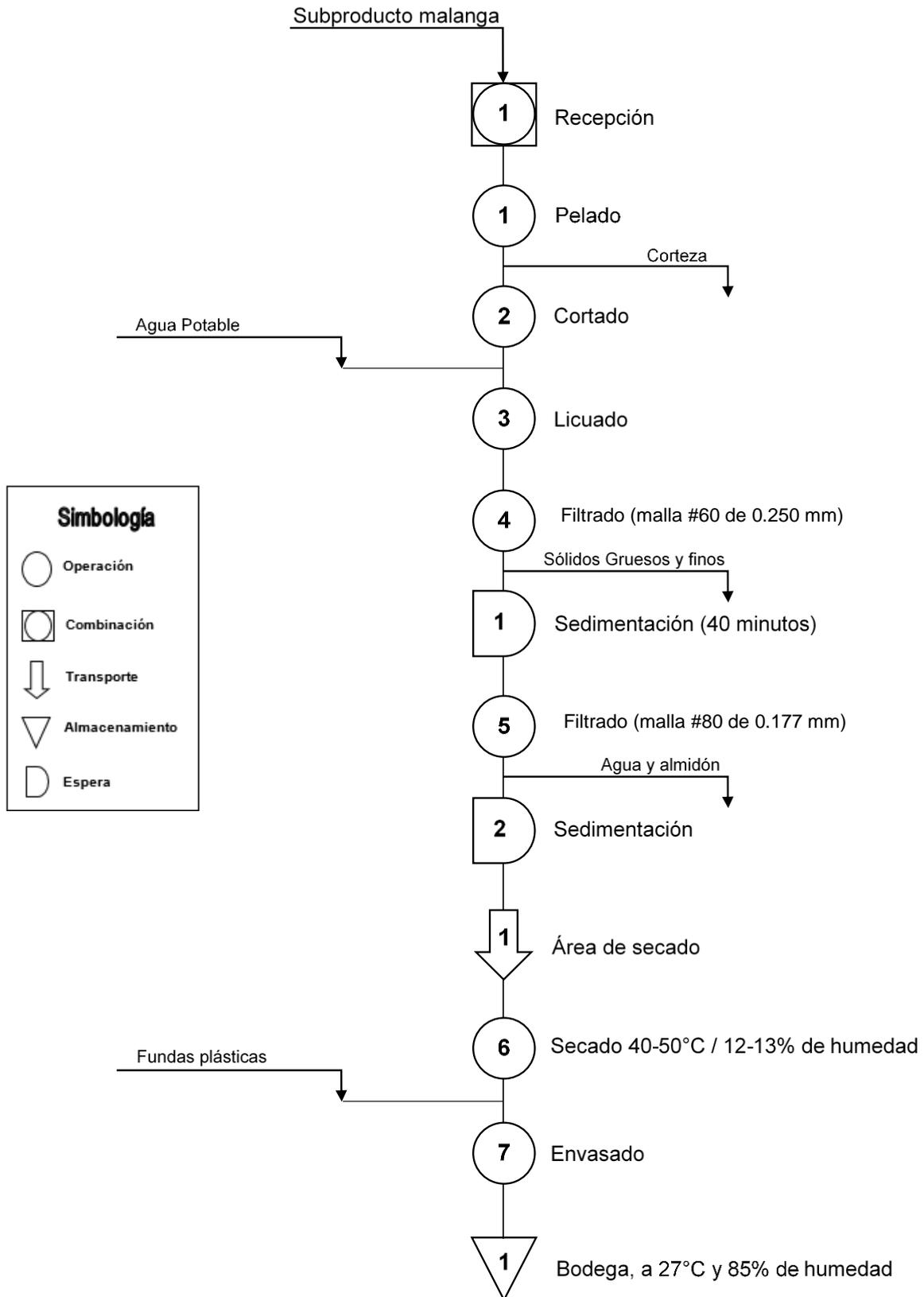
Para la ejecución de los objetivos planteados en esta investigación se desarrollaron los siguientes procedimientos:

3.8.1. ELABORACIÓN DE LA BIOPELÍCULA CON ALMIDÓN DE MALANGA

Para cada tratamiento se elaboró 10 kg de biopelícula. Primero se obtuvo el almidón de malanga con el mismo procedimiento que realizó Arévalo et al. (2018) con la yuca, la cual se reemplazó por la malanga; dicho procedimiento se detalla a continuación:

- **Recepción:** Receptar el subproducto de la malanga (tubérculos que no están aptos para exportación por peso o apariencia general, como se evidencia en el anexo # 2).
- **Pelado:** Quitar la corteza de la malanga de forma manual.
- **Cortado:** Con un cuchillo de acero inoxidable realizar cortes manuales en cuadros de dimensiones de 5 cm aproximadamente.
- **Licuada:** En una licuadora industrial de acero inoxidable de marca EXHIBIR triturar a 2000 RPM los trozos de tubérculo de malanga, añadiendo agua potable. Colocar los 15 Kg de pasta en un recipiente, añadir agua necesaria con la finalidad de igualar en masa la cantidad de malanga obtenida y así proceder a mezclar bien.
- **Filtrado:** Proceder a tamizar con ayuda de un tamiz marca ENDECOTTS modelo ASTM E11 de filtro # 60, el líquido blanco se coloca en un recipiente para realizar el posterior proceso de sedimentación.
- **Sedimentado:** Se deja sedimentar el líquido blanco por 40 minutos aproximadamente.
- **Filtrado:** El residuo del filtrado anterior se procede a filtrar nuevamente para un mayor rendimiento.
- **Sedimentado:** Se deja decantar el líquido nuevamente.
- **Secado:** Secar el almidón en una estufa MEMMERT modelo TwinDISPLAY, a temperatura de 40-50°C durante una hora para proceder a envasar y almacenar en una bodega a temperaturas entre 24-28 °C.
- **Envasado:** Se envasa el almidón de malanga en fundas plásticas para su posterior almacenamiento a temperatura ambiente.

Figura 1
DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ALMIDÓN DE MALANGA



Una vez obtenido el almidón de malanga se elabora la biopelícula con el método de Sánchez et al. (2012).

Los insumos utilizados para la elaboración de la biopelícula son los siguientes:

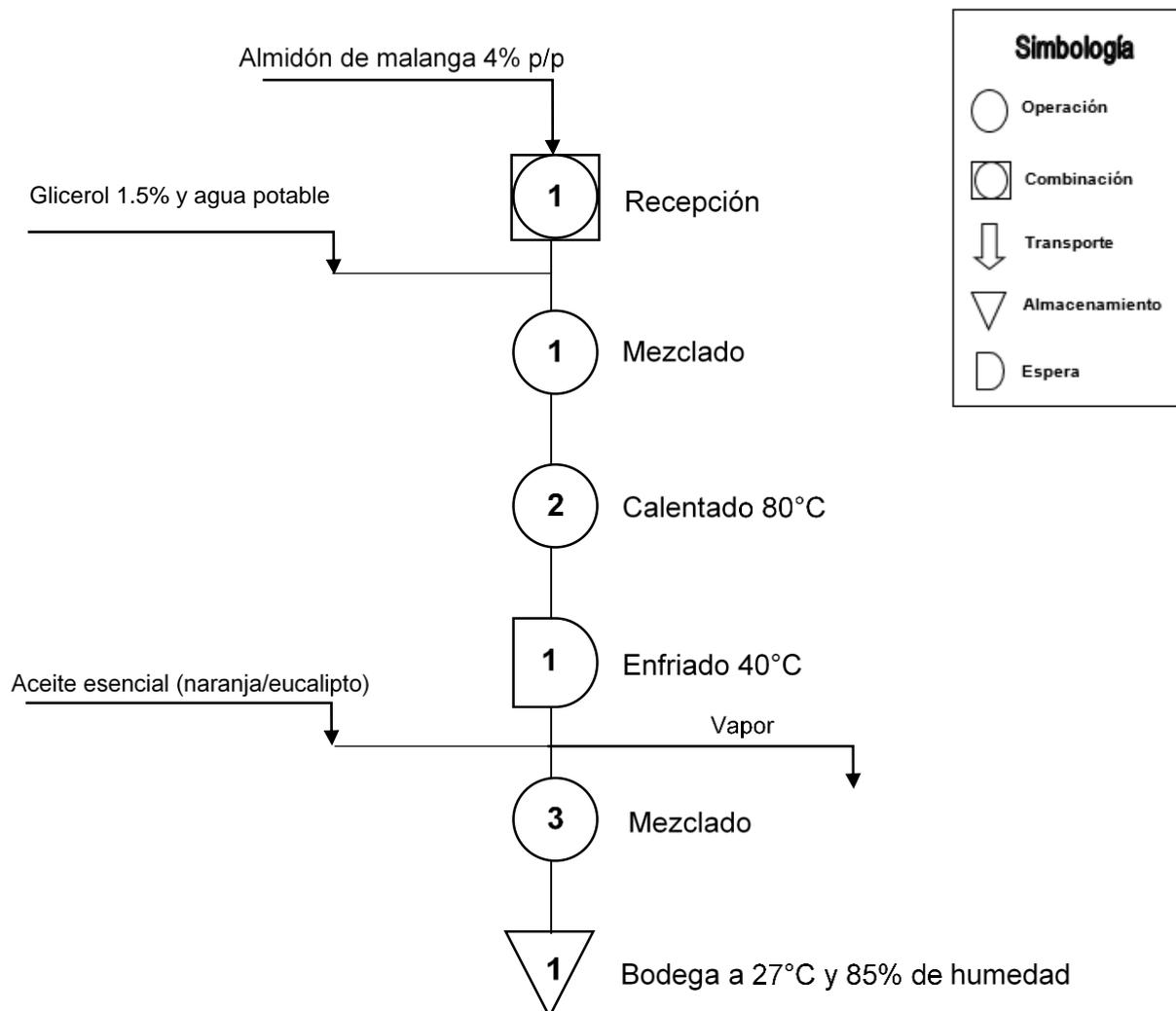
- Almidón de 4% p/p
- Plastificante glicerol de grado alimenticio al 99.7% en concentración de 1.5% p/p.
- Agua purificada de marca comercial Antártida.

El procedimiento de elaboración de la biopelícula con almidón de malanga es:

- En una cocina industrial se calienta el 4% del almidón de malanga con agua purificada por medio de agitación constante hasta lograr la gelatinización completa.
- El 1.5% de glicerol se mezcla con agitación continua hasta llegar a los 80°C y se controla la temperatura con un termómetro bimetalico modelo A52.
- Dejar enfriar al ambiente la mezcla hasta descender la temperatura a 40°C.
- Se agrega el aceite esencial de naranja y eucalipto en concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4% respectivamente y se mezcla con la biopelícula hasta lograr la homogenización de ambos líquidos (Arévalo et al., 2018).
- Una vez obtenida la mezcla de la biopelícula con el aceite esencial, se procede a almacenar en una bodega a 27°C hasta su posterior uso.

Figura 2

DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULA



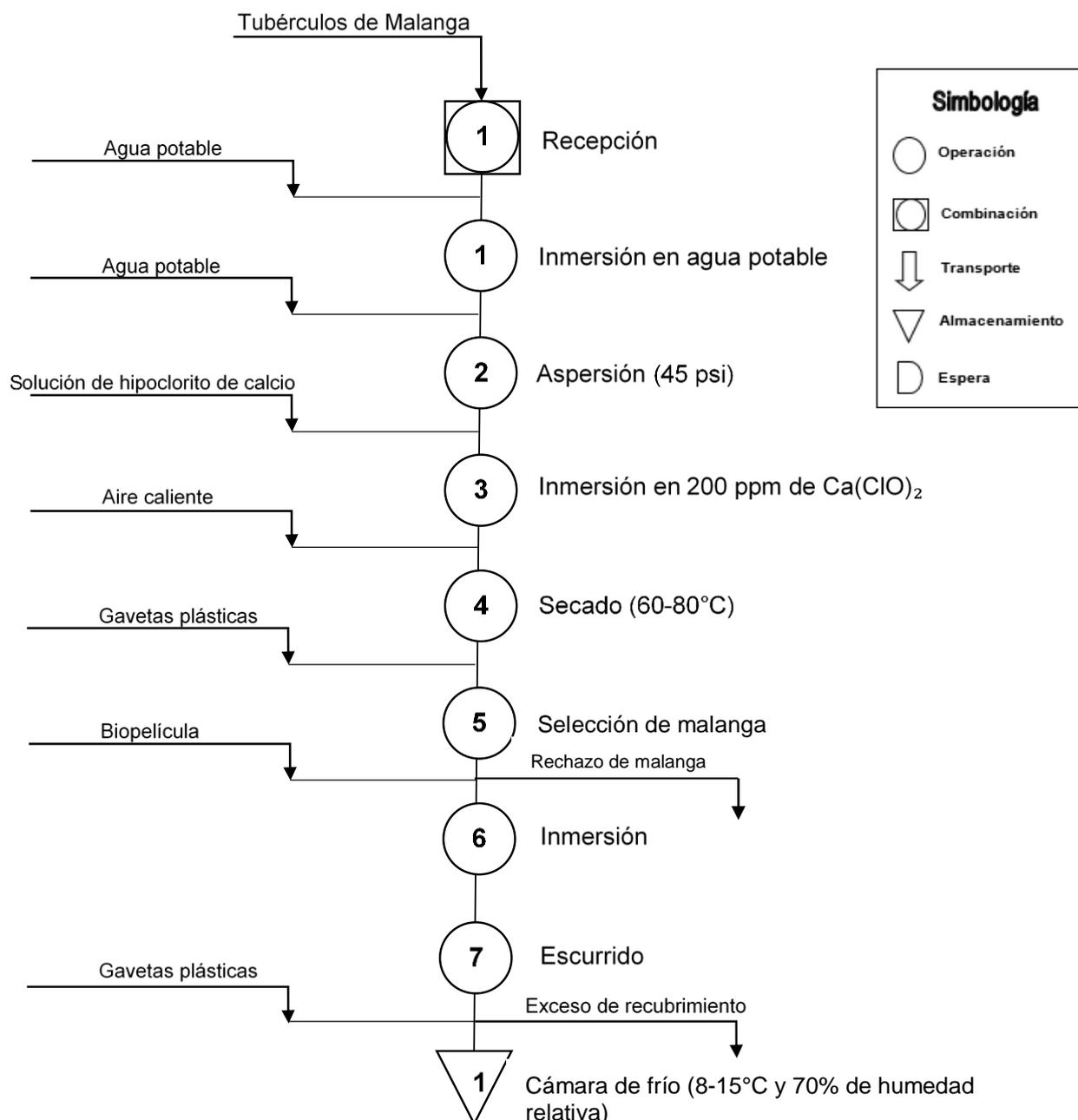
3.8.2. APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA CON ACEITE ESENCIAL A LA MALANGA

Vázquez y Guerrero (2013) indican que, aquellas frutas con morfología irregulares, el procedimiento más adecuado para aplicar una biopelícula es por inmersión, debido a que esto proporciona un recubrimiento uniforme. Para ello se deben llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- Por el método de inmersión en agua potable a temperatura ambiente se realiza el primer lavado de la malanga con el objetivo de retirar el exceso de tierra.
- Mediante duchas de aspersion con agua potable a una presión de 45 psi se eliminan los residuos de tierra adheridos a los tubérculos de malanga.
- A través de una banda transportadora se pasa la malanga a una tina con una solución de 200 ppm de hipoclorito de calcio al 70%.
- Los tubérculos de malanga transitan por un túnel de secado de acero inoxidable elaborado dentro de la misma empresa, en donde se someten a temperaturas de 60 a 80°C con ayuda de aire caliente.
- Se seleccionan las malangas de exportación de acuerdo a su peso en grande (peso de nueve onzas en adelante) y mediana (hasta 8 onzas), además toda la malanga de exportación debe de cumplir con los siguientes parámetros de calidad: no tener nematodo, hongos, daños físicos, pudriciones y no estar nacida.
- Se sumergen directamente las malangas en la formulación del recubrimiento o biopelícula.
- En gavetas plásticas caladas se deja drenar durante 15-20 minutos el material sobrante o exceso de biopelícula.
- Almacenar en un cuarto frío a una temperatura entre 8-15°C (Arévalo et al., 2018).

Figura 3

DIAGRAMA DE APLICACIÓN DE BIOPELÍCULA A LA MALANGA



3.9. VARIABLES Y MÉTODO DE EVALUACIÓN

La variable respuesta a medir fue el crecimiento de hongos en la malanga de exportación. Los tratamientos se conservaron en refrigeración a una temperatura de 8-12 °C durante 5 semanas, en cada una se realizó un análisis de hongos (presencia o ausencia), utilizando el procedimiento de recuento en placa por

siembra en profundidad, los análisis se realizaron en el laboratorio de microbiología ubicado en el área de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL. En el caso de presencia se realizó el conteo de hongos, el cual indicó de acuerdo a la norma NTE INEN 1529-10:2013 si la malanga es aceptable o no.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron con la técnica estadística de regresión logística binaria, para lo cual se dicotomizó la variable dependiente (carga microbiana fúngica), como presencia o ausencia de acuerdo a los parámetros determinados por la norma técnica NTE INEN 1529-10:2013 para la elección del mejor tratamiento. Estos datos fueron analizados en el software estadístico IBM SPSS 28, donde se ejecutaron las siguientes procedimientos estadísticos.

- Pruebas ómnibus sobre los coeficientes del modelo.
- Resumen del modelo.
- Prueba de Hosmer y Lemeshow.
- Clasificación de los datos de la variable dependiente.
- Variables en la ecuación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN LA MALANGA DE EXPORTACIÓN

Aceite esencial de naranja y eucalipto en relación del 0.2, 0.3 y 0.4% respectivamente, fueron inoculados en una biopelícula de almidón (malanga) con la intención de comprobar la capacidad de inhibición de éstos extractos frente a hongos que se desarrollan en la malanga durante el almacenamiento. Este proceso se desarrolló a cabo durante cinco semanas consecutivas, donde se utilizó el método de recuento en placa, en base a lo establecido en la normativa NTE INEN 1529-10: 2013 para determinar que extracto y en qué concentración reduce la proliferación de hongos en este tubérculo (malanga) durante la etapa de almacenamiento.

La tabla 4 muestra los resultados promedio de recuento de hongos en escala logarítmica, mismos que van desde la semana cero (sin tratamientos) hasta la semana cinco de acuerdo a los tratamientos planteados, donde se comprobó que las concentraciones de aceite esencial de eucalipto fueron las que más redujeron la carga microbiana en relación a las del aceite esencial de naranja, siendo la concentración de 0.4% (T6: aceite esencial de eucalipto) la que mayor capacidad de inhibición presentó, llegando a niveles aceptables al término del almacenamiento (semana cinco) con cantidades de 1.53 Log para hongos en relación a lo determinado por la norma NTE INEN 1529-10:2013.

Tabla 4.
RECuento DE HONGOS EN MALANGA DURANTE CINCO SEMANAS DE ALMACENAMIENTO EN FUNCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS

Tratamientos	Concentración de extractos (aceite esencial)	Carga microbiana de hongos (recuento expresado en escala logarítmica)					
		Semana 0 (sin tratamiento)	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
T1	N – 0.2%	9.52	9.33	8.37	7.69	7.33	5.96
T2	N – 0.3%	9.42	9.28	7.97	7.52	6.72	2.13
T3	N – 0.4%	9.83	9.39	7.03	4.25	4.49	1.9
T4	E – 0.2%	9.47	7.49	7.5	5.71	4.03	3.55
T5	E – 0.3%	9.39	9.28	7.55	7.11	3.43	1.76
T6	E – 0.4%	9.48	9.27	8.21	5.43	5.06	1.53

N: extracto de naranja; **E:** extracto de eucalipto

La eficiencia del aceite esencial de eucalipto comparado con el de naranja, se debe a los metabolitos secundarios presentes en este extracto. Es así que Amaya y Sandoval (2020), en su investigación *“Evaluación de la obtención y uso del aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus globulus) como fungicida”* reportaron los siguientes constituyentes: 1,8-cineol o eucaliptol (éter óxido terpénico), y además, alfa-pineno, d-limoneno, p-cimeno, alfa-felandreno, canfeno, gamma-terpineol, sesquiterpenos, ácidos, taninos, pigmentos flavónicos, entre otros, los cuales le otorgan propiedades antisépticas, bacteriostáticas, insecticidas y fungicidas.

En la misma línea Trejo et al. (2015), mencionan que el eucalipto ha mostrado capacidad antifúngica contra varios hongos, entre estos, los filamentosos como: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Phytophthora* y *Botrytis*. Es por esto que en su investigación *“Extracción de aceite esencial de eucalipto y su aplicación como agente antifúngico en un envase activo para conservación de frambuesa”* mostraron resultados alentadores, donde demostraron que los frutos recubiertos con mucílago y aceite esencial de eucalipto presentaron 20% menos de incidencia a enfermedad y daños por hongos, en comparación con frambuesas sin recubrir. Con los resultados obtenidos concluyeron que los recubrimientos si previenen la incidencia de podredumbre gris (hongos) sobre las frambuesas y el uso de aceite esencial eucalipto a concentraciones de 2000 ppm mejora este resultado. Esto coincide con los resultados encontrados en esta investigación frente a la malanga.

Los resultados referentes a la variable dependiente correspondiente al recuento de hongos durante las cinco semanas (Ver anexo 1) fueron analizados estadísticamente mediante regresión logística binaria, para lo cual se procedió a dicotomizar la variable dependiente, asignando 0 al valor no aceptable (presencia) y 1 al aceptable (ausencia) de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 1529-10:2013 para el recuento de hongos, codificando siempre 1 al valor esperado en la investigación, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.

<i>CODIFICACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE</i>	
Valor original	Valor interno
No aceptable (presencia)	0
Aceptable (ausencia)	1

En la tabla 6, la prueba de Omnibus indicó que el modelo es aceptable (Sig<0.05), debido a que este explica la variabilidad de los datos en la variable dependiente, es decir, al menos una relación de aceite esencial de naranja o eucalipto inhibe de manera significativa la proliferación de hongos en la malanga durante el almacenamiento, al término de la quinta semana.

Tabla 6.

PRUEBAS OMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO RELACIONADOS A LA PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN MALANGA DURANTE EL ALMACENAMIENTO (5 SEMANAS)

PRUEBAS OMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	35.632	5	0.000
	Bloque	35.632	5	0.000
	Modelo	35.632	5	0.000

Lo antes mencionado se comprobó con el R^2 de Nagelkerke, el cual se muestra en la tabla 7, mismo que con un valor de 0.437 explica la variabilidad de los datos, lo que además se contrasta con la desviación del log de la verosimilitud, el cual es pequeño (88.422) lo que significa que el modelo es aceptable, indicando que este porcentaje de la variable respuesta es explicada aquellas variables introducidas en el modelo, es decir, hay un 11.58% que no explican las variables introducidas y puede predecir que si al aplicar diferentes porcentajes de aceite esencial de naranja o eucalipto a través de un recubrimiento en la malanga, estos reducirán o no la carga microbiana de hongos al término de las cinco semanas de almacenamiento.

En este sentido, los resultados obtenidos respecto a la inhibición de la carga microbiana, se confirma con lo establecido por Rodríguez (2011), quien indica que la mayoría de los agentes antimicrobianos usados en alimentos solo inhiben el crecimiento de bacterias y hongos, más no eliminan su crecimiento, lo cual concuerda con lo mostrado en la tabla 4, donde la carga microbiana para el mejor tratamiento (T6: 0.4% de eucalipto) no se eliminó por completo, solamente se redujo hasta niveles aceptables según la norma NTE INEN 1529-10:2013.

Tabla 7.

RESUMEN DEL MODELO

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	88.422 ^a	0.327	0.437

En la tabla 8 se muestra que el reparto de los datos no es estadísticamente significativo (Sig > 0.05), por lo que el modelo es aceptable, es decir, las probabilidades pronosticadas no se desvían de las probabilidades observadas, de una manera que la distribución binomial predice. Es decir, se puede estimar que, al menos una relación de aceite esencial de naranja o eucalipto funciona frente a los hongos que proliferan en la malanga durante su almacenamiento. En conclusión, el modelo propuesto se ajusta bien a los datos.

Tabla 8.

PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW PARA LOS DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Prueba de Hosmer y Lemeshow			
Paso	Chi cuadrado	gl	Sig.
1	35.632	6	1

Esta inhibición de hongos en la malanga se debió a los aceites esenciales, en específico, a los niveles del factor dosis, debido a que según Arslan y Dervis (2010) los aceites esenciales tienen especificidad en el modo de acción y esta a su vez, puede depender de la concentración a la que se aplican, es por eso que en esta investigación a más concentración de aceite esencial de eucalipto (0.4%), mayor fue la inhibición de hongos, sumado a esto, Afif et al. (2010) indica que los metabolitos secundarios presentes en este extracto como: monoterpenos, sesquiterpenos, flavonoides, taninos y elagitaninos y el principal principio activo, el eucaliptol, tienen un mayor efecto fungicida en comparación a los del aceite esencial de naranja, recordando además que estos se probaron bajo la misma concentraciones y condiciones experimentales.

Por otra parte, en la tabla 9 se detalla que los tratamientos aplicados a la malanga aportan en la inhibición de hongos, debido a que la probabilidad de que la carga

microbiana (hongos) esté de acuerdo a los parámetros aceptables en la norma NTE INEN 1529-10:2013 es del 67.8% valor que supera el punto de corte (50%), es decir, el modelo se ajusta y puede predecir y explicar más del 50 % de los casos analizados (67.8%).

Tabla 9.

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla de clasificación^a					
Observado		Pronosticado			
		Hongos		Porcentaje correcto	
		No aceptable	Aceptable		
Paso 1	Hongos	No aceptable	35	19	64.8
		Aceptable	10	26	72.2
Porcentaje global					67.8

a. El valor de corte es 0.500

Por esta razón, durante el tiempo que se evaluaron los tratamientos no hubo proliferación excesiva de hongos en la malanga, debido a que es común ver manchas de diferentes colores que hace alusión a presencias fúngicas, lo que indica que el crecimiento de estos agentes patógenos disminuyó progresivamente en función del tiempo de almacenamiento (5 semanas) y de acuerdo a la concentración de extractos utilizadas. Esto concuerda con lo reportado por Campoverde (2020), quien indica que, en el transcurso de las dos primeras semanas de almacenamiento de malanga, la alta concentración de hongos, se expresa con manchas de distintas tonalidades, siendo la más común, las negras, indicando una alta contaminación de hongos en este producto.

La inhibición fúngica en la malanga, no solo se atribuye a la aplicación de los aceites esenciales, también a la biopelícula, la cual, debido a su impermeabilidad, aportó en la disminución de hongos y en la preservación organoléptica del producto, debido a que según Vázquez y Guerrero (2013), este recubrimiento disminuye la tasa de respiración en este tubérculo, retrasando así, la pérdida de peso ocasionada por la deshidratación, prolongando también su pérdida de firmeza y pigmentación, causada por estos microorganismos (hongos).

Como se observa en la tabla 10 existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que ayudan a explicar el modelo y el que resalta por encima de los demás. En este caso, el análisis toma como blanco al T1 (0.2 % de aceite esencial de naranja), debido a que no influye en la inhibición de hongos en función del tiempo. En este caso, los tratamientos T2 y T3 (3 y 4% de aceite esencial de naranja), T4 y T5 (2 y 3% de aceite esencial de eucalipto) son diferente del T6 (0.4% de aceite esencial de eucalipto), es decir, estos explican el modelo y son los que se pueden utilizar en contrastes con el tratamiento T6, sobre la presencia o ausencia de Hongos en malanga durante el almacenamiento. Esta misma tabla explica que, el T6 (aceite esencial de eucalipto al 0.4%) presentó una mayor probabilidad de ocurrencia (Exp (B) 1) de que, si se aplica en la malanga a través de una biopelícula, se presentará menor inhibición de hongos al término de las cinco semanas establecidas. Esto ratifica lo presentado en la tabla 4, donde se puede apreciar que el aceite esencial de eucalipto al 0.4% (T6) fue el que mayor capacidad de inhibición fúngica presentó durante y al término de la etapa de almacenamiento, siendo este tratamiento el que mejor se ajusta al modelo por su valor cercano a 1.

Tabla 10.

VARIABLES EN LA ECUACIÓN QUE EXPLICAN EL MODELO EN REFERENCIA PRESENCIA O AUSENCIA DE HONGOS EN MALANGA DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

	B	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)		Sig.
			Inferior	Superior	
Tratamientos					0.025
T2: Naranja 0.3%	-2.277	0.103	0.017	0.628	0.014
T3: Naranja 0.4%	-2.277	0.103	0.017	0.628	0.014
Paso 1 ^a T4: Eucalipto 0.2%	-0.811	0.444	0.103	1.915	0.277
T5: Eucalipto 0.3%	-0.272	0.762	0.179	3.241	0.713
T6: Eucalipto 0.4%	0	1	0.232	4.31	1
Constante	0.405	1.5			0.442

Valor cercano a 1 para la sig. se ajusta al modelo

4.2. IDENTIFICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y LA DOSIS QUE CONTRIBUYE AL MENOR CRECIMIENTO DE HONGOS EN LA MALANGA

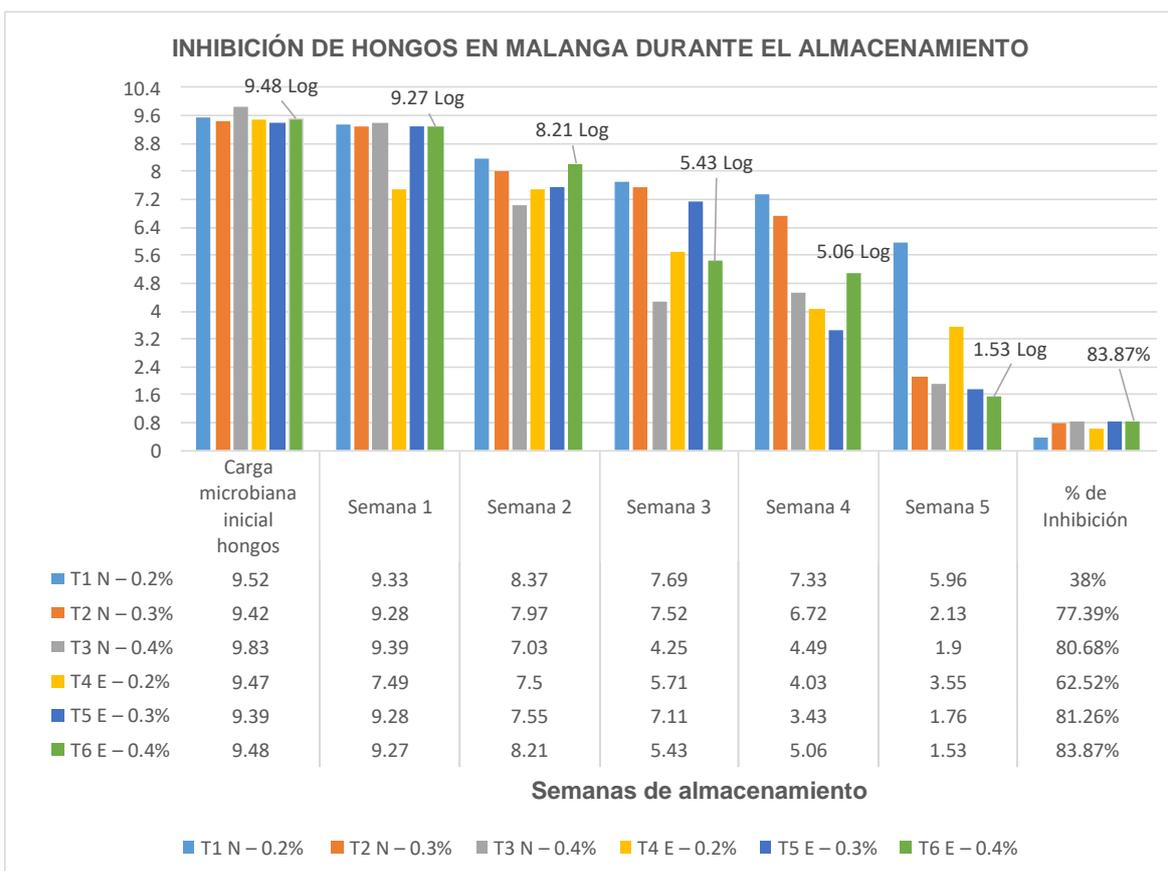
Para realizar la identificación del mejor tratamiento se analizó la prueba de ómnibus la cual, indicó que el modelo planteado es aceptable por lo que existe diferencias

significativas entre los tratamientos del modelo estadístico, influyen sobre la variable dependiente, mientras que, las variables de la ecuación indicaron que el tratamiento más efectivo para inhibir el crecimiento de hongos en la malanga durante el periodo de almacenamiento es el tratamiento 6 (aceite esencial de eucalipto 0.4%), debido a la probabilidad presentada.

En la figura 4 se puede apreciar la capacidad de inhibición presentada por cada tratamiento en función de las relaciones de aceite esencial de naranja y eucalipto utilizadas durante las cinco semanas de almacenamiento de la malanga. Se determinó que el aceite de eucalipto al 0.4% (T6) ostentó mayor capacidad inhibitoria, en relación de las demás concentraciones, con un porcentaje inhibitorio, al término de la quinta semana, fue de 83.87% tomando como referencia la carga microbiana inicial, antes de aplicar los tratamientos.

Figura 4

INHIBICIÓN DE HONGOS EN MALANGA PRESENTADA POR CONCENTRACIONES DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA Y EUCALIPTO AL 0.2, 0.3 Y 0.4% RESPECTIVAMENTE



Los resultados presentados están en relación a lo establecido por Ticona (2019) quien, en su investigación de similares índoles, reportó que entre el aceite esencial de eucalipto y de muña, el de eucalipto presentó mayor capacidad de inhibición microbiana (hongos). En la misma línea Alzate et al. (2009) indica que el aceite de eucalipto inhibe completamente el crecimiento del hongo *Fusarium oxysporum* a 3000 ppm y el aceite esencial de naranja muestra actividad fungicida a 11000 ppm.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se comprobó un descenso progresivo de la carga fúngica en la malanga en función de las cinco semanas de almacenamiento en todos los tratamientos, siendo más eficiente el recubrimiento que poseía aceite esencial de eucalipto, reduciendo la carga microbiana fúngica, siendo este último, un parámetro aceptable según la norma NTE INEN 1529-10:2013.
- El aceite esencial que presentó mayor capacidad de inhibición de hongos en la malanga en función del tiempo de almacenamiento fue el de eucalipto a una concentración de 0.4% (T6), con una efectividad del 83.87%
- La biopelícula con aceites esenciales de naranja y eucalipto contribuyó a la disminución del crecimiento de hongos en la malanga de exportación, disminuyendo la tasa de respiración en la malanga durante el almacenamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

- El aceite esencial de eucalipto al 0.4% sería una alternativa para inhibir la proliferación de hongos en la malanga y otros productos de exportación.
- Determinar en estudios posteriores los factores extrínsecos e intrínsecos que influyen en la presencia de hongos de la malanga de exportación.
- Repetir este estudio con otros intervalos de dosis mayores de los mismos aceites esenciales.
- Comprobar el uso de los aceites esenciales de naranja y eucalipto con dosis de 0.4% en biopelículas para uso comercial elaboradas a base de otros almidones.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, S., Chiralt, A., Santamarina, P., Rosello, J., González, C., y Cháfer, M. (2016). Antifungal films based on starch gelatin blend, containing essential oils.
- Afif, E., Canga, E., Oliveria, J., Gorgoso, J., y Cámara, M. (2010). Crecimiento en volumen y estado nutricional de eucalyptus globulus labill y pinus radiata. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 1–8.
- Aguilar, J., García, I., y Quiroz, J. (2020). Alargamiento de la vida de anaquel de las frutas por el uso de biopelículas. *Bolivian Journal of Chemistry*, 37(1), 40–45. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.1.6>
- Aila, S., Palma, H., Rodríguez, A., Hernández, J., Bello, L., y Vargas, A. (2013). Characterization of films made with chayote tuber and potato starches blending with cellulose nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*, 98(1), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.05.022>
- Alzate, N., López, V., Marín, H., y Murillo, A. (2009). Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*, Myrtaceae) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*, Rutaceae) sobre algunos hongos filamentosos.
- Amaya, P., y Sandoval, J. (2020). Evaluación de la obtención y uso del aceite esencial de eucalipto (*eucalyptus globulus*) como fungicida. Fundación Universidad de América.
- Ambrosio, C., De Alencar, S., de Sousa, R., Moreno, A., y Da Gloria, E. (2017). Antimicrobial activity of several essential oils on pathogenic and beneficial bacteria. *Industrial crops and products*, 97, 128-136. [doi:https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.045](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.045)
- Arévalo, V., Azucena, G., y Laínes, S. (2018). Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench) y yuca (*Manihot esculenta*).
- Arslan, M., y Dervis, S. (2010). Antifungal activity of essential oils against three vegetative-compatibility groups of *Verticillium dahliae*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(10), 1813–1821. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0362-2>

- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. In *International Journal of Food Microbiology* (Vol. 94, Issue 3, pp. 223–253). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Campoverde, E. (20 de octubre de 2020). Entrevista de M. Villavicencio. Presencia de hongo en la malanga. Santo Domingo, Ecuador.
- Castañeda, D., Rivera, A., Choy, E., Munguía, R., Portillo, R., y Muñoz, J. (2018). Actividad antimicrobiana del aceite de naranja residual (Vol. 10, Issue 2).
- Dávila, A., Herrera, L., Espinosa, E., y Folgueras, M. (2010). Hongos asociados a las pudriciones secas en malanga (Género *Colocasia*) en varias localidades de Cuba Fungi associated with dry rot in taro (Genus *Colocasia*) in several localities in Cuba.
- Dornic, N., Roudot, A., Batardiére, A., Nedelec, A., Bourgeois, P., Hornez, N., y Ficheux, A. (2018). Aggregate exposure to common fragrance compounds: Comparison of the contribution of essential oils and cosmetics using probabilistic methods and example of limonene. *Food and Chemical Toxicology*, 77-85. doi: 10.1016/j.fct.2018.04.017
- Espinosa, E., Herrera, L., Espinosa, A., Dávila, A., Bernal, A., y Simó, J. (2012). Respuesta de cultivares de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) a las pudriciones secas. 44(1), 13–22. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Espinosa, E., Herrera, L., Folgueras, M., Cabrera, M., Espinosa, A., y Fandiño, Y. (2011). Efecto depresivo de los agentes causales de las pudriciones secas en plantas producidas in vitro de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*). In *Cuba Rev. Colomb. Biotecnol*: Vol. XIII (Issue 2).
- Ferreira, S., Ortiz, E., y Pardo, C. (1990). Estudio Químico Bromatológico de la *Colocasia Esculenta* (Taro) (Issue 18).
- Flores, A., Hernández, A., y Valladares, M. (2004). Determinación de la actividad antifúngica de aceites esenciales extraídos de *Lippia graveolens* (orégano), *Rosmarinus officinalis* (romero) y *Eucalyptus globulus* (eucalipto) en *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum* y *Epidermophyton floccosum*.
- Flores, A., López, C., Chavarría, C., Estrada, A., Hernández, J., Olivas, I., y Rodríguez, C. (2020). Elaboración de biopelículas de quitosano-almidón y nanopartículas de ZnO para empaques biomédicos.

- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., y Rasooli, I. (2007). Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils.
- García, E., Quezada, M., Moreno, J., Sánchez, G., Moreno, E., y Pérez, M. (2006). Actividad Antifúngica de Aceites Esenciales de Canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y Orégano (*Origanum vulgare* L.) y su Efecto sobre la Producción de Aflatoxinas en Nuez Pecanera [*Carya illinoensis* (F.A. Wangenh) K. Koch]. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24(1), 8–12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61224102>
- Geraci, A., Stefano, V., Schillaci, E., Schicchini, R., y Schillaci, D. (2017). Essential oil components of orange peels and. *Natural Product Research*, 31(6), 653-659. doi: 10.1080/14786419.2016.1219860
- Guédez, C., Cañizalez, L., Avendaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R., Méndez, Y., y Sánchez, L. (2014). Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 34(2), 81–85.
- Gustavsson, J., y Cederberg, C. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención.
- Hernández, J., Ochoa, A., Ruiz, F., Valdez, A., Suárez, Y., Ramos, N., y Hernández, A. (2019). Composición nutrimental y estudio de vida útil en un producto elaborado a base de harina de malanga y cocoa. *Investigaciones científicas y agrotecnológicas para la seguridad alimentaria*. <https://www.researchgate.net/publication/337756120>
- Hernández, J., Valdez, J., Welti, J., y Mújica, H. (2015). Tracing phenolic compounds through manufacturing of edible films from orange and grapefruit peels. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(3), 567–578.
- Morales, V., y Santacruz, S. (2017). Uso de películas comestibles a base de carboximetilcelulosa y goma xantana para la disminución de absorción de grasa de malanga frita (*xanthosoma sagittifolium*) (Vol. 40, Issue 1).
- Moreno, J., López, G., y Siche, R. (2010). Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

- Ramos, M., Bautista, S., Barrera, L., Bosquez, E., Alia, I., y Estrada, M. (2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas.
- Ramos, M., Romero, C., y Bautista, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Rangel, S. (2007). Aplicación del aceite esencial de orégano (*lippia berlandieri schauer*) como antimicrobiano contra patógenos alimenticios.
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas (Vol. 7).
- Rodríguez, P. (2017). Impacto de residuos orgánicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*, schott).
- Rosas, N., Alba, I., Mireles, M., y Villegas, J. (2019). Evaluación de la compatibilidad del proceso de germinación de *Metarhizium anisopliae* con aceites esenciales. *Acta Universitaria*, 29, 5–6.
- Rueda, S. (1999). Manejo post-cosecha y comercialización de la papaya. (C. A. SENA, Ed.) Programa nacional de capacitación en manejo postcosecha y comercialización de frutas y hortalizas.
- Sánchez, D., Contreras, J., Nevárez, G., y Aguilar, C. (2015). Caracterización de películas comestibles a base de extractos pécticos y aceite esencial de limón mexicano. *CYTA - Journal of Food*, 13(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.904929>
- Sánchez, J., y Valdez, L. (2019). Biopelícula activa a base de almidón de mandioca (*Manihot Esculenta*) aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) reforzado con organoarcillas.
- Sánchez, T., García, O., y Pinzón, M. (2012). Elaboración y caracterización de películas de almidón de yuca (*manihot esculenta*) variedad ica cultivada en el departamento de Quindío.
- Saucedo, S., Ramos, L., y Reyes, T. (2007). Efecto de los Reguladores de crecimiento para la propagación in vitro de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (l) schott). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4045210.pdf+%&cd=1&hl=es419&ct=clnk&gl=ec>

- Solano, M. (2010). Plan de exportación de malanga orgánica a Estados Unidos. (Tesis de grado). *Universidad Internacional SEK*. Quito - Ecuador. doi: <https://repositorio.uisek.edu.ec>.
- Ticona, L. (2019). Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*); muña (*Minthostachys mollis*) frente a *Staphylococcus aureus* y Coliformes fecales.
- Torres, A., Montero, P., y Duran, M. (2013). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). *Lasallista*, 10(2), 52–61. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69529816007>
- Trejo, V., Trejo, Ma., Pascual, S., y Lira, A. (2015). Extracción de aceite esencial de eucalipto y su aplicación como agente antifúngico en un envase activo para conservación de frambuesa. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(2), 228–233. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81343176012>
- Vázquez, M., y Guerrero, J. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Revista TSIA (Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos)*. Universidad de las Américas, Puebla, 7(2), 5-14.
- Vega, G., Vega, B., y Solórzano, S. (2017). Oportunidad de Mercado Internacional: Caso Malanga (*xanthosoma*)-provincia de Orellana. In *Conference Proceedings UTMACH* (Vol. 2). <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index>
- Velasco, B. (2017). EEUU es el destino de su malanga. *Revistas Líderes*. Recuperado de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/malanga-eeuu-destino-exportaciones-alimento.html>
- Yang, C., Chen, H., Chen, H., Zhong, B., Luo, X., y Chun, J. (2017). Antioxidant and anticancer activities of essential oil from gannan navel orange peel. *Molecules*, 22(8). <https://doi.org/10.3390/molecules22081391>

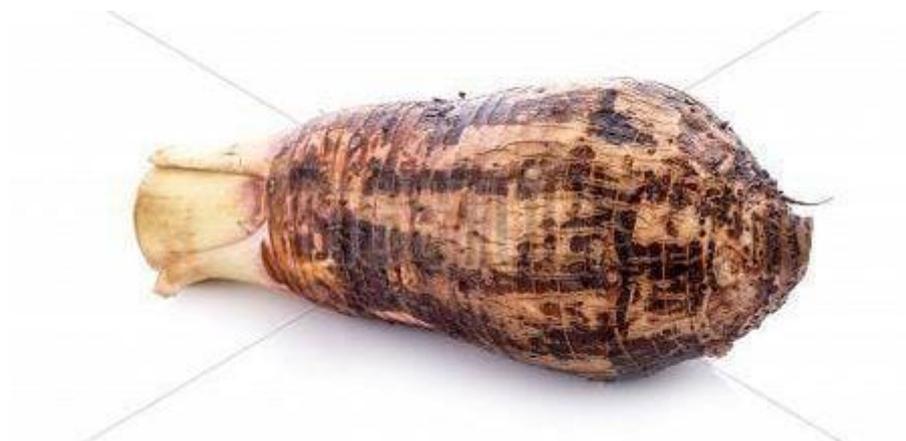
ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS 5 SEMANAS DE ESTUDIO EN NOTACIÓN CIENTÍFICA

#	TRATAM.	Simbología	SEMANA # 1		SEMANA # 2		SEMANA # 3		SEMANA # 4		SEMANA # 5	
1	T1 R1	Naranja - 0,2%	113,0x10 ²	No Aceptable	43,0x10 ²	No Aceptable	23,0x10 ²	no acceptable	25,0x10 ²	No acceptable	10,0x10 ²	No acceptable
2	T2 R1	Naranja - 0,3%	109,0x10 ²	No Aceptable	18,0x10 ²	No Aceptable	11,0x10 ²	no acceptable	12,0x10 ²	No acceptable	6,0x10 ²	No acceptable
3	T3 R1	Naranja - 0,4%	117,0x10 ²	No Aceptable	9,0x10 ²	No Aceptable	5,0x10 ²	Aceptable	9,0x10 ²	No acceptable	3,0x10 ²	Aceptable
4	T4 R1	Eucalipto - 0,2%	98,0x10 ²	No Aceptable	26,0x10 ²	No Aceptable	7,0x10 ²	no acceptable	6,0x10 ²	No acceptable	4,0x10 ²	Aceptable
5	T5 R1	Eucalipto - 0,3%	89,0x10 ²	No Aceptable	39,0x10 ²	No Aceptable	5,0x10 ²	Aceptable	3,0x10 ²	Aceptable	2,0x10 ²	Aceptable
6	T6 R1	Eucalipto - 0,4%	116,0x10 ²	No Aceptable	48,0x10 ²	No Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable	Ausencia	Aceptable
7	T1 R2	Naranja - 0,2%	79,0x10 ²	No Aceptable	42,0x10 ²	No Aceptable	21,0x10 ²	no acceptable	11,0x10 ²	No acceptable	3,0x10 ²	Aceptable
8	T2 R2	Naranja - 0,3%	87,0x10 ²	No Aceptable	39,0x10 ²	No Aceptable	23,0x10 ²	no acceptable	6,0x10 ²	No acceptable	Ausencia	Aceptable
9	T3 R2	Naranja - 0,4%	116,0x10 ²	No Aceptable	11,0x10 ²	No Aceptable	Ausencia	Aceptable	Ausencia	Aceptable	Ausencia	Aceptable
10	T4 R2	Eucalipto - 0,2%	124,0x10 ²	No Aceptable	13,0x10 ²	No Aceptable	4,0x10 ²	Aceptable	3,0x10 ²	Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable
11	T5 R2	Eucalipto - 0,3%	146,0x10 ²	No Aceptable	10,0x10 ²	No Aceptable	4,0x10 ²	Aceptable	Ausencia	Aceptable	Ausencia	Aceptable
12	T6 R2	Eucalipto - 0,4%	111,0x10 ²	No Aceptable	39,0x10 ²	No Aceptable	4,0x10 ²	Aceptable	2,0x10 ²	Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable
13	T1 R3	Naranja - 0,2%	149,0x10 ²	No Aceptable	44,0x10 ²	No Aceptable	22,0x10 ²	no acceptable	13,0x10 ²	No acceptable	2,0x10 ²	Aceptable
14	T2 R3	Naranja - 0,3%	133,0x10 ²	No Aceptable	35,0x10 ²	No Aceptable	25,0x10 ²	no acceptable	8,0x10 ²	No acceptable	Ausencia	Aceptable
15	T3 R3	Naranja - 0,4%	127,0x10 ²	No Aceptable	15,0x10 ²	No Aceptable	7,0x10 ²	no acceptable	8,0x10 ²	No acceptable	Ausencia	Aceptable
16	T4 R3	Eucalipto - 0,2%	67,0x10 ²	No Aceptable	18,0x10 ²	No Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable	Ausencia	Aceptable	Ausencia	Aceptable
17	T5 R3	Eucalipto - 0,3%	96,0x10 ²	No Aceptable	18,0x10 ²	No Aceptable	12,0x10 ²	Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable	Ausencia	Aceptable
18	T6 R3	Eucalipto - 0,4%	94,0x10 ²	No Aceptable	27,0x10 ²	No Aceptable	3,0x10 ²	Aceptable	2,0x10 ²	Aceptable	1,0x10 ²	Aceptable

ANEXO 2
MALANGA QUE SE UTILIZA PARA MEJORAR EL ALMIDÓN



ANEXO 3 OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MALANGA



ANEXO 4

ELABORACIÓN DE LA BIOPELÍCULA CON ACEITES ESENCIALES





ANEXO 5 APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA A LOS TRATAMIENTOS



ANEXO 6

CERTIFICACIÓN DEL GRADO DE PUREZA

CPTG®



CPTG Certified Pure Therapeutic Grade® (certificado como puro y de grado terapéutico)

Los aceites esenciales dōTERRA CPTG® (certificados como puros y de grado terapéutico) son compuestos puros, naturales y aromáticos extraídos cuidadosamente de plantas. No contienen rellenos o ingredientes artificiales capaces de diluir sus cualidades activas; ni tampoco contienen contaminantes u otros residuos químicos.

De igual importancia que mantener contaminantes alejados de nuestros aceites es asegurar la presencia de sus compuestos activos en los niveles correctos para garantizar su inocuidad y eficacia. Muchos aceites aseguran ser de grado terapéutico — y algunos podrán ser puros— pero pocos son sometidos a normas rigurosas de prueba de su composición química. Los aceites esenciales CPTG (certificados como puros y de grado terapéutico) dōTERRA pasan por pruebas cruzadas de espectrometría de masas y cromatografía de gases para asegurar tanto la pureza del extracto como la potencia de la composición de cada lote.

dōTERRA trabaja de cerca con una red global de químicos y agricultores líderes en el campo de los aceites esenciales para seleccionar materiales botánicos de las especies correctas, cultivados en entornos ideales y cosechados cuidadosamente en el momento correcto. Los compuestos aromáticos de las plantas son diestramente extraídos por destiladores experimentados y son sometidos al análisis químico para asegurar su pureza y composición. Los aceites esenciales CPTG (certificados como puros y de grado terapéutico) dōTERRA representan los aceites más seguros y benéficos que se encuentran disponibles en el mundo actualmente.



Normas de seguridad y eficacia igualmente rigurosas se aplican a todos los productos de bienestar esencial dōTERRA. Bajo la dirección de nuestro Comité Científico Asesor, en dōTERRA nos asociamos solamente con los más destacados desarrolladores y fabricantes que mantienen actualizadas sus certificaciones de buenas prácticas y cuya innovación y calidad gozan de excelente reputación en la industria. Cada producto dōTERRA conlleva la garantía de exceder las expectativas del usuario con respecto a satisfacción y calidad.

ANEXO 7

ESPECIFICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA



• Wild Orange Oil *Citrus sinensis*

Con múltiples beneficios de salud y un aroma energizante que puede edificar la mente y el cuerpo, el aceite de naranja silvestre (Wild Orange) se ha convertido en uno de los aceites más vendidos de doTERRA.*



Descripción

Prensado en frío de la cáscara, la naranja silvestre es uno de los aceites esenciales más vendidos de doTERRA debido a su energizante aroma y beneficios múltiples de salud.* Alto contenido en monoterpenos, la naranja silvestre posee cualidades estimulantes y purificadoras, lo que lo hace ideal para apoyar la función saludable del sistema inmune cuando las amenazas estacionales sean altas.* Al igual que muchos aceites cítricos de cáscaras, la naranja silvestre contiene antioxidantes poderosos que ayudan a mantener la salud en general.* Puede tomarse diariamente para limpiar el cuerpo* o utilizarse en superficies como un limpiador natural. Al difundir naranja silvestre, energizará y edificará la mente y el cuerpo mientras purifica el aire. La naranja silvestre mejora cualquier mezcla de aceite esencial con un fresco aroma dulce.

Usos

- Utilízalo como un spray de uso múltiple para limpiar y purificar superficies.
- Agrega una gota a tu agua de cada día para una explosión de sabor y para promover la salud en general.*
- Difunde para elevar el estado de ánimo y los niveles de energía y para refrescar el aire.
- Para un impulso energizante, pon una a dos gotas en la palma de tu mano junto con partes iguales de menta e incienso. Frota las palmas, luego frota en la nuca.

Instrucciones de uso

Difusión: Utiliza tres a cuatro gotas en el difusor de tu elección.

Uso interno: Diluye una gota en 4 oz. fl. de líquido.

Uso tópico: Diluye con aceite fraccionado de coco de doTERRA para minimizar cualquier sensibilidad en la piel. A continuación precauciones adicionales.

PRECAUCIONES

Posible sensibilidad de la piel. Mantén fuera del alcance de los niños. Si estás embarazada, amamantando o bajo cuidado médico, consulta a tu médico. Evita el contacto con los ojos, oídos internos y zonas sensibles. Evita la luz solar o rayos UV hasta por 12 horas después de aplicar el producto.

ESPECIFICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO



🌿 Eucalyptus Oil *Eucalyptus radiata*

Usado para limpiar las superficies y el aire, el aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus) puede ayudar a promover sentimientos de relajamiento y a despejar la respiración.



Descripción

Los árboles de eucalipto son árboles altos de hoja perenne que crecen hasta 50 pies de altura y a veces se les refiere como árboles de goma. Sus componentes químicos principales son el eucaliptol y alfa-terpineol, por lo que es un aceite ideal para promover la sensación de una respiración despejada y vías respiratorias abiertas y por crear una experiencia de masaje relajante. El eucalipto tiene propiedades purificadoras que pueden ser beneficiosas para la piel y para limpiar superficies y el aire. Los estudios han demostrado que el eucalipto es eficaz en ayudar a disminuir la tensión. El eucalipto se puede encontrar en los enjuagues bucales para refrescar el aliento y promover la salud oral.

Usos

- Combina con limón y menta en un atomizador y utilízalo para limpiar las superficies en tu cocina o cuarto de baño.
- Agrega una gota al humectante y aplica en la piel para beneficios revitalizantes.
- Mientras te duchas, pon unas gotas en las manos, colócalas sobre la nariz e inhala profundamente para vigorizar y promover la vitalidad.

Instrucciones de uso

Difusión: Utiliza tres a cuatro gotas en el difusor de tu elección.

Uso tópico: Aplica una o dos gotas en la zona deseada. Diluye con aceite fraccionado de coco de doTERRA para minimizar cualquier sensibilidad en la piel. A continuación precauciones adicionales.

Precauciones

Posible sensibilidad de la piel. Mantén fuera del alcance de los niños. Si estás embarazada, amamantando o bajo cuidado médico, consulta a tu médico. Evita el contacto con los ojos, oídos internos y zonas sensibles.

ANEXO 9

ESTADO FÍSICO DE LA MALANGA EN LA SEMANA 5



ANEXO 10

RESULTADOS ENTREGADOS POR EL LABORATORIO EN LA SEMANA 5



REPORTE DE ANÁLISIS - TESIS

ESTUDIANTE:	Raissa Marcillo Molina Mayra Villavicencio Cedeño	IDENTIFICACIÓN:	1311302572 1722391735
DIRECCIÓN:	Santo Domingo de los Tsáchilas	CORREO:	raissi-2726@hotmail.es maymavico@hotmail.com
TELÉFONO:	0995131184	N. DE ANÁLISIS:	031
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Tuberculo Malanga Exportación	FECHA DE RECIBIDO Y ANÁLISIS:	04/05/2021
CANTIDAD RECIBIDA:	1500g	FECHA DE MUESTREO	06/05/2021
EXAMEN SOLICITADO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	07/05/2021

RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	1,0x10 ²	No Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₂	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₃	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	3,0x10 ²	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₄	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	9,0x10 ²	No Aceptable	NTE INEN 1529-10



Laboratorio
de
Microbiología



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio
de
Microbiología

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	6,0x10 ²	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	24,0x10 ²	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁ R ₁	Determinación de hongos ufc/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10



Laboratorio
de
Microbiología



ESPAM MFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio
de
Microbiología

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₁	Determinación de hongos ufo/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₂	Determinación de hongos ufo/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	8,0x10 ²	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₃	Determinación de hongos ufo/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₄	Determinación de hongos ufo/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	18,0x10 ²	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
T ₅	Determinación de hongos ufo/g	3,0x10 ²	5,0x10 ²	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10



MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tufts	Determinación de hongos ufb/g	$3,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$17,0 \times 10^2$	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tufts	Determinación de hongos ufb/g	$3,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tufts	Determinación de hongos ufb/g	$3,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	Aceptable	NTE INEN 1529-10

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	Índice Mínimo	Índice Máximo	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tufts	Determinación de hongos ufb/g	$3,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	Ausencia	Aceptable	NTE INEN 1529-10

OBSERVACIÓN:

- El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de las muestras
- Resultados validos únicamente para las muestras analizadas, no es aceptable para otros productos de la misma procedencia.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Dr. Johnny Navarrete Alava - MPA
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL
Correo: labmicrobiologiamv@espam.edu.ec

ANEXO 11

GRÁFICO DE TENDENCIA DEL RECUENTO DE HONGOS EN LA MALANGA DE EXPORTACIÓN DURANTE 5 SEMANAS.