



REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADOS**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA

TEMA:

**Estudio de la calidad fisicoquímico y microbiológica del té de
Amaranthus hybridus y *Lavándula angustifolia* con posibles
efectos terapéuticos.**

AUTOR:

Ing. Manuel Geovanny Cárdenas Dávila

TUTOR:

MSc. Karen Rodas Pazmiño

Milagro, 2024

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabrizio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Manuel Geovanny Cárdenas Dávila en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de Magister en Biotecnología, como aporte a la Línea de Investigación Producción experimental de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Informe de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 17 de Julio 2024



firmado electrónicamente por:
MANUEL GEOVANNY
CARDENAS DAVILA

Cárdenas Dávila Manuel Geovanny
C.C.: 0918309485

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **MSc. Karen Rodas Pazmiño** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por Manuel Geovanny Cárdenas Dávila , cuyo tema es **Estudio de la calidad fisicoquímico y microbiológica del té de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* con posibles efectos terapéuticos**, que aporta a la Línea de Investigación Producción experimental que requieren de ensayos a escala natural , previo a la obtención del Grado Magister en biotecnología, Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 17 de Julio 2024



Firmado electrónicamente por:
**KAREN ALEXANDRA
RODAS PAZMIÑO**

MSc. Karen Rodas Pazmiño
C.C: 092348648-4

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **LIC. CARDENAS DAVILA MANUEL GEOVANNY**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "ESTUDIO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL TÉ DE AMARANTHUS HYBRIDUS Y LAVÁNDULA ANGUSTIFOLIA CON POSIBLE EFECTOS TERAPÉUTICOS", las siguientes calificaciones:

TRABAJO ESCRITO	58.33
SUSTENTACIÓN	40.00
PROMEDIO	98.33
EQUIVALENTE	Excelente



Tramite el escaneo por:
LUIS EDUARDO CAGUA
MONTANO

Mgs CAGUA MONTAÑO LUIS EDUARDO
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Tramite el escaneo por:
JOSE FRANCISCO
FALCONI NOVILLO

Mgtr. FALCONI NOVILLO JOSE FRANCISCO
VOCAL



Tramite el escaneo por:
DIEGO GEOVANNY
BARZALLO GRANIZO

Mgs. BARZALLO GRANIZO DIEGO GEOVANNY
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por darme el razonamiento necesario para seguir aprendiendo, por el tiempo y paciencia, a mis hijas que son el pilar fundamental de mi vida, a mi padre y a mi esposa por apoyarme de una u otra manera y estar al pendiente en este proceso de estudio para obtener un título más en mi vida profesional y así cumplir con una meta que me propuse y la cumplí.

Ing. Manuel Geovanny Cárdenas Dávila

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por brindarme salud y vida y permitirme cumplir una meta más en mi vida, además me siento muy agradecida con quienes forman parte de mi familia y están muy alegres de que continúe estudiando para surgir y salir adelante. Gracias por creer en mí.

También agradezco a cada docente que formó parte del aprendizaje de esta maestría en Biotecnología, y de manera muy cordial a la MSc. Karen Rodas por ser nuestra guía y por brindarnos su dedicación en este proceso de titulación.

Ing. Manuel Geovanny Cárdenas Dávila

RESUMEN

Este estudio investiga la calidad fisicoquímica y microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, explorando su potencial terapéutico en el contexto de la medicina herbal. El objetivo principal fue evaluar los parámetros físicos, analizar los componentes químicos y caracterizar la carga microbiológica de las infusiones mencionadas para determinar su idoneidad y seguridad para el consumo humano. Se emplearon métodos estandarizados para medir la humedad (AOAC 927.05) y las cenizas insolubles (AOAC 923.03), así como técnicas de recuento en placa y método más probable para evaluar la carga microbiológica conforme a normativas específicas. Los resultados principales mostraron que *Amaranthus hybridus* demostró un contenido de humedad del 7.40%, dentro del rango aceptable, mientras que *Lavándula angustifolia* presentó un porcentaje de cenizas insolubles del 7.58%, excediendo el límite establecido del 2%, indicando contaminación potencial. Estos hallazgos sugieren que *Amaranthus hybridus* cumple con estándares de calidad y seguridad, potenciando su viabilidad como ingrediente en infusiones terapéuticas. En contraste, se recomienda mejorar los procesos de producción de *Lavándula angustifolia* para mitigar la contaminación detectada. Este estudio subraya la importancia del control riguroso de calidad y las buenas prácticas de manufactura en la producción de infusiones herbales, destacando áreas específicas para la mejora y el desarrollo futuro de productos seguros y efectivos. En conclusión, este estudio contribuye al conocimiento científico sobre las infusiones herbales, proporcionando datos fundamentales para su regulación y aplicación en medicina herbal, con implicaciones directas en la salud pública y el bienestar del consumidor.

Palabras clave: Calidad fisicoquímica, microbiología, infusiones herbales, *Amaranthus hybridus*, *Lavándula angustifolia*.

ABSTRACT

This study investigates the physicochemical and microbiological quality of infusions made from *Amaranthus hybridus* and *Lavandula angustifolia*, exploring their potential therapeutic benefits in the context of herbal medicine. The primary objective was to evaluate the physical parameters, analyze chemical components, and characterize the microbiological load of these infusions to determine their suitability and safety for human consumption. Standardized methods were used to measure moisture content (AOAC 927.05) and insoluble ash (AOAC 923.03), along with plate count and most probable number techniques to assess microbiological load according to specific regulations. The main findings revealed that *Amaranthus hybridus* exhibited a moisture content of 7.40%, within acceptable limits, while *Lavandula angustifolia* showed insoluble ash content of 7.58%, exceeding the established limit of 2%, indicating potential contamination. These findings suggest that *Amaranthus hybridus* meets quality and safety standards, enhancing its viability as an ingredient in therapeutic infusions. In contrast, improvements in *Lavandula angustifolia* production processes are recommended to mitigate the detected contamination. This study underscores the importance of rigorous quality control and good manufacturing practices in herbal infusion production, highlighting specific areas for enhancement and future development of safe and effective products. In conclusion, this study contributes to scientific knowledge on herbal infusions, providing fundamental data for their regulation and application in herbal medicine, with direct implications for public health and consumer well-being.

Keywords: Physicochemical quality, microbiology, herbal infusions, *Amaranthus hybridus*, *Lavandula angustifolia*.

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de 100 de bolsas de té de 50% <i>Amaranthus hybridus</i> y 50% <i>Lavándula angustifolia</i>	32
Figura 2. Diagrama de flujo de requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007	38
Figura 3. Resultados de la evaluación sensorial de la variable olor	40
Figura 4. Comparación del parámetro Humedad (%) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 Vs. Muestra del estudio.....	42
Figura 5. Comparación del parámetro cenizas (%) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 Vs. Muestra del estudio.....	43
Figura 6. Amarantho en estado Natural.....	56
Figura 7. Lavado y esterilización de ambas materias primas	57
Figura 8. Desecación a una temperatura de 70°C.....	57
Figura 9. Producto final	58
Figura 10. Producto envasado.....	58
Figura 11. Producto envasado en empaques para té	59
Figura 12. Pesado de la muestra en la preparación de la muestra del análisis microbiológico	59
Figura 13. Inoculación de la muestra en el análisis microbiológico.....	60
Figura 14. Medio de cultivo del análisis microbiológico	60
Figura 15. Incubación del análisis microbiológico.....	61
Figura 16. Lectura de la muestra del análisis microbiológico	61

Lista de tablas

Tabla 1. Declaración de las variables dependientes.....	20
Tabla 2. Declaración de las variables independientes.....	21
Tabla 3. Relación desinfectante y agua para el proceso de desinfección del material vegetal.....	34
Tabla 4. Esquema de evaluación sensorial.....	39
Tabla 5. Resultados de los parámetros químicos.....	41
Tabla 6. Resultados de los parámetros microbiológicos.....	44

Índice

INTRODUCCIÓN	13
Capítulo I: El problema de la investigación.....	16
114.1. Planteamiento del problema	16
114.2. Delimitación del problema.....	17
114.3. Formulación del problema	17
114.4. Preguntas de investigación	18
114.5. Determinación del tema	18
114.6. Objetivo general	19
114.7. Objetivos específicos	19
114.8. Hipótesis	19
114.9. Declaración de las variables	20
114.10.....	Justificació
n.....	21
114.11.....	Alcance y
limitaciones	23
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. Contenido teórico que fundamenta la investigación	25
2.2.1. Taxonomía <i>Amaranthus hybridus</i>	25
2.2.2. Características botánicas del amaranto	26
2.2.3. Componentes Bioactivos de <i>Amaranthus hybridus</i>	27
2.2.4. Componentes Bioactivos de <i>Lavándula angustifolia</i>	27

2.2.5. Factores que Influyen en la Calidad Fisicoquímica de las Infusiones	27
2.2.6. Microorganismos Indicadores de Contaminación	27
2.2.7. Factores que Afectan la Carga Microbiológica de las Infusiones	28
2.2.8. Métodos de Análisis Microbiológico de Infusiones	28
2.2.9. Efectos Antioxidantes de <i>Amaranthus hybridus</i>	29
2.2.10. Efectos Ansiolíticos de <i>Lavándula angustifolia</i>	29
2.2.11. Revisión de Estudios Clínicos sobre los Efectos Terapéuticos	29
2.2.12. Microorganismos Indicadores de Contaminación	30
2.2.13. Factores que Afectan la Carga Microbiológica de las Infusiones ...	30
2.2.14. Métodos de Análisis Microbiológico de Infusiones	31
CAPÍTULO III: Diseño metodológico	32
3.1. Tipo y diseño de investigación	32
3.2. La población y la muestra	34
3.2.1. Características de la población	34
3.2.2. Delimitación de la población	35
3.2.3. Tipo de muestra	36
3.2.4. Tamaño de la muestra	36
3.2.5. Proceso de selección de la muestra	36
3.3. Los métodos y las técnicas	37
3.4. Procesamiento estadístico de la información	38

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados	40
4.1. Análisis de los resultados.....	40
4.1.1. Determinación los parámetros físicos de las infusiones de <i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Lavándula angustifolia</i>	40
4.1.2. Análisis de los resultados químicos de las infusiones de <i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Lavándula angustifolia</i>	41
4.1.3. Caracterización de la carga microbiológica presente en la bebida a partir de <i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Lavándula angustifolia</i>	43
4.2. Interpretación de los resultados	46
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones	49
5.1. Conclusiones	49
5.2. Recomendaciones	50

INTRODUCCIÓN

El consumo de té herbales ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la percepción de sus beneficios para la salud y su uso en la medicina tradicional (Bussmann y Sharon, 2016). Entre las muchas plantas utilizadas en la preparación de infusiones, *Amaranthus hybridus* (conocido comúnmente como bledo) y *Lavándula angustifolia* (lavanda) se destacan por sus propiedades terapéuticas, incluyendo efectos antioxidantes, antiinflamatorios y ansiolíticos. Sin embargo, la falta de estudios científicos rigurosos que evalúen la calidad fisicoquímica y microbiológica de estos productos plantea riesgos potenciales para la salud pública. Además, la variabilidad en la calidad de las materias primas y las condiciones de procesamiento puede afectar tanto la seguridad microbiológica como la estabilidad y concentración de los compuestos bioactivos presentes en las infusiones.

El uso tradicional de plantas medicinales ha sido una práctica común en muchas culturas a lo largo de la historia (Caballero y Cortés, 2001). Las comunidades indígenas y tradicionales han utilizado plantas para tratar una amplia variedad de enfermedades y dolencias, basándose en el conocimiento transmitido de generación en generación. Este conocimiento empírico ha contribuido a la identificación de plantas con propiedades terapéuticas y a la elaboración de preparaciones herbales para diferentes usos medicinales. Por ejemplo, *Amaranthus hybridus* ha sido utilizado en la medicina tradicional por sus propiedades nutritivas y medicinales, mientras que *Lavándula angustifolia* ha sido empleada por sus efectos calmantes y relajantes (Zumárraga, 2020).

La composición química de *Amaranthus hybridus* incluye una variedad de compuestos bioactivos (Villacrés et al., 2013), como flavonoides, saponinas, taninos, polifenoles y vitaminas. Estos compuestos han demostrado tener propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antidiabéticas en estudios científicos. Los flavonoides y polifenoles, en particular, son conocidos por su capacidad para neutralizar los radicales libres y proteger las células del daño oxidativo. Sin embargo, la composición química de *Amaranthus hybridus* puede variar dependiendo de factores como la variedad, el suelo, el clima y las

condiciones de crecimiento, lo que puede influir en la calidad y eficacia de las infusiones (Conislla, 2018).

Por otro lado, *Lavándula angustifolia* contiene aceites esenciales ricos en compuestos como linalol, acetato de linalilo, cineol y alcanfor (Carrasco et al., 2016). Estos compuestos no solo son responsables del aroma característico de la lavanda, sino que también poseen propiedades terapéuticas. Los aceites esenciales de lavanda han mostrado efectos relajantes, ansiolíticos y antiinflamatorios. Al igual que con *Amaranthus hybridus*, la composición química de la lavanda puede ser influenciada por factores como las condiciones de cultivo y el procesamiento (Montgomery et al., 2020).

La calidad fisicoquímica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* es crucial para garantizar sus beneficios terapéuticos (Varban et al., 2018). Los parámetros fisicoquímicos como el pH y el contenido de cenizas pueden proporcionar información sobre la estabilidad y calidad de las infusiones. Además, la evaluación de la composición química mediante técnicas analíticas como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y la espectrofotometría UV-visible permite cuantificar los compuestos bioactivos y asegurar la consistencia de los productos.

La seguridad microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* es una preocupación importante debido al riesgo de contaminación con microorganismos patógenos. Los microorganismos indicadores de contaminación incluyen bacterias como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, que son indicativos de contaminación fecal, así como *Staphylococcus aureus*, un indicador de manipulación inadecuada. Además, la presencia de mohos y levaduras puede indicar condiciones de almacenamiento inadecuadas que favorecen el crecimiento microbiano.

La carga microbiológica de las infusiones puede estar influenciada por diversos factores, incluyendo la calidad higiénica de las materias primas, las condiciones de procesamiento y almacenamiento, así como las prácticas de manipulación durante la preparación y consumo (Taipe, 2021). La contaminación puede ocurrir

en cualquier etapa de la cadena de producción, desde la cosecha de las plantas hasta el empaquetado y distribución de las infusiones.

Los efectos terapéuticos potenciales de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* han sido objeto de numerosos estudios científicos (Quilumbaquin, 2023). Los efectos antioxidantes de *Amaranthus hybridus* están relacionados con su contenido de compuestos bioactivos como los polifenoles y flavonoides (Campos et al., 2023). Estos compuestos tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo en el cuerpo, lo que puede ayudar a prevenir enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer. Estudios han demostrado que el consumo regular de infusiones de *Amaranthus hybridus* puede aumentar la actividad antioxidante del cuerpo y mejorar la salud general.

Por otro lado, *Lavándula angustifolia* ha sido ampliamente estudiada por sus efectos ansiolíticos y calmantes (Ramírez et al., 2022). Los aceites esenciales presentes en la lavanda, como el linalol y el acetato de linalilo, tienen propiedades relajantes que pueden ayudar a reducir la ansiedad y el estrés. El consumo de infusiones de lavanda se ha asociado con una disminución en los niveles de cortisol, la hormona del estrés, así como una mejora en el estado de ánimo y la calidad del sueño (Vila, 2019). Además, la lavanda ha demostrado tener efectos antiinflamatorios y analgésicos, lo que puede ser beneficioso para el tratamiento de condiciones como la artritis y el dolor crónico (Ruizet al., 2017).

Una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre los efectos terapéuticos de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* proporcionará una visión general de la evidencia disponible sobre los posibles beneficios para la salud de estas plantas (Angelova et al., 2018). Se analizarán estudios preclínicos y clínicos que investiguen los efectos biológicos y los mecanismos de acción de los compuestos bioactivos presentes en estas plantas, así como su seguridad y eficacia en diferentes poblaciones y condiciones de salud (Koiou et al., 2020). Esta revisión contribuirá a una mejor comprensión de los beneficios terapéuticos potenciales de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, y proporcionará una base científica sólida para su uso en la medicina herbal y la fitoterapia

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

El consumo de té herbales ha experimentado un notable incremento en los últimos años, motivado por la creciente conciencia sobre la salud y el bienestar, así como por la revalorización de los remedios naturales en la medicina tradicional. Los consumidores recurren a estas infusiones en busca de beneficios terapéuticos, tales como la reducción del estrés, la mejora del sistema inmunológico y la prevención de enfermedades crónicas (Benítez y Rodríguez, 2017). En este contexto, *Amaranthus hybridus* (bledo) y *Lavándula angustifolia* (lavanda) se destacan por sus supuestas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y ansiolíticas, atrayendo un interés particular tanto del público general como de la comunidad científica (Andrei et al., 2018).

Sin embargo, la popularidad de estas bebidas herbales contrasta con la escasez de estudios científicos rigurosos que evalúen su calidad fisicoquímica y microbiológica (Poma y Banchón, 2023). Esta carencia representa un riesgo significativo para la salud pública, ya que la variabilidad en la calidad de las materias primas y las condiciones de procesamiento puede llevar a la presencia de contaminantes microbianos y a la inestabilidad de los compuestos bioactivos. La ingestión de infusiones contaminadas con microorganismos patógenos puede resultar en infecciones graves, especialmente en personas con sistemas inmunológicos comprometidos (Zschau, 2018)

Además, la concentración y estabilidad de los compuestos bioactivos, como los flavonoides en *Amaranthus hybridus* y los aceites esenciales en *Lavándula angustifolia*, son cruciales para garantizar los beneficios terapéuticos esperados (Santiago et al., 2019). Sin un control riguroso y estandarizado, estos productos pueden no ofrecer los efectos deseados, llevando a una pérdida de confianza por parte del consumidor, afectando negativamente la percepción de la medicina herbal en general (Pérez et al., 2019).

El objetivo del presente trabajo se centra en evaluar propiedades físicas, químicas y comprobar la ausencia de patógenos mediante análisis microbiológicos de la infusión ortomolecular de *Amaranthus hybridus* y *Lavandula angustifolia*.

1.2. Delimitación del problema

La presente investigación se enfoca en la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del té elaborado a partir de *Amaranthus hybridus* (bledo) y *Lavándula angustifolia* (lavanda), y en la exploración de sus posibles efectos terapéuticos. Este estudio se llevará a cabo en el laboratorio de alimentos de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. Se delimitará a muestras de té preparadas en condiciones controladas de laboratorio, utilizando plantas cultivadas en la región de Milagro.

La investigación se centrará en la determinación de parámetros fisicoquímicos, como pH y contenido de cenizas, y en la caracterización microbiológica, incluyendo la carga de aerobios totales, *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae, mohos y levaduras, *Clostridium*, *Salmonella*, y *Shigella*. Los resultados se compararán con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007, que establece los requisitos para hierbas aromáticas. Además, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica para identificar y analizar los estudios que investiguen los efectos biológicos y mecanismos de acción de los compuestos presentes en estas plantas. La delimitación temporal y geográfica del estudio permitirá obtener resultados específicos y aplicables a las condiciones locales, aunque los hallazgos podrán ser contrastados con estudios similares realizados en otras regiones y contextos.

1.3. Formulación del problema

El consumo de té herbales ha ganado popularidad debido a sus percibidos beneficios para la salud y su uso en la medicina tradicional. Sin embargo, la falta de estudios científicos rigurosos que evalúen la calidad fisicoquímica y microbiológica de estos productos plantea riesgos potenciales para la salud pública. *Amaranthus hybridus* (bledo) y *Lavándula angustifolia* (lavanda) son dos

plantas comúnmente utilizadas en infusiones debido a sus supuestas propiedades terapéuticas, incluyendo efectos antioxidantes, antiinflamatorios y ansiolíticos. La variabilidad en la calidad de las materias primas y las condiciones de procesamiento puede afectar tanto la seguridad microbiológica como la estabilidad y concentración de los compuestos bioactivos presentes en las infusiones.

Esto plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del té elaborado a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, y cuáles son los posibles efectos terapéuticos de estas infusiones?

1.4. Preguntas de investigación

¿Qué evidencia científica reciente respalda los posibles efectos terapéuticos de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, y cuáles son los mecanismos de acción propuestos para sus compuestos bioactivos?

¿Qué impacto tienen las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* en biomarcadores de estrés oxidativo e inflamación en estudios preclínicos y clínicos?

1.5. Determinación del tema

La presente investigación se enfoca en un análisis exhaustivo de la calidad fisicoquímica y microbiológica del té elaborado a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, explorando simultáneamente sus potenciales efectos terapéuticos. Esta elección temática surge de la creciente popularidad de los tés herbales como alternativas naturales para promover la salud y el bienestar, así como de la necesidad de comprender mejor la composición y seguridad de estos productos.

El interés en *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* como materias primas para infusiones radica en sus presuntas propiedades medicinales (Várban et al., 2018). *Amaranthus hybridus*, comúnmente conocido como bledo, ha sido utilizado en la medicina tradicional para tratar una variedad de dolencias, gracias a su contenido de compuestos bioactivos como flavonoides y

antioxidantes (Taga et al., 1984). Por otro lado, *Lavándula angustifolia*, la lavanda, es reconocida por sus aceites esenciales con propiedades relajantes y antiestrés, lo que la convierte en una opción popular para infusiones relajantes y calmantes (Carrasco et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de su amplio uso, la calidad y seguridad de los tés de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* no han sido rigurosamente evaluadas (Torres, 2018). Esta falta de investigación representa un vacío crítico en el conocimiento científico, ya que la variabilidad en la calidad de las materias primas y las condiciones de procesamiento puede influir significativamente en la eficacia y seguridad de estos productos (Jumbo, 2019). Por lo tanto, la determinación del tema de esta investigación busca abordar esta carencia al analizar en profundidad la composición fisicoquímica y microbiológica de las infusiones, así como explorar su potencial terapéutico.

1.6. Objetivo general

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del té de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, y explorar sus posibles efectos terapéuticos.

1.7. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*
- Analizar resultados químicos de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*
- Caracterizar la carga microbiológica presente en la bebida a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*.

1.8. Hipótesis

El té de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* cumplirá con los estándares establecidos por la normativa NTE INEN 2 392:2007 el 90% para hierbas aromáticas en cuanto a calidad fisicoquímica y microbiológica

1.9. Declaración de las variables

Tabla 1. Declaración de las variables dependientes

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas	Instrumentos
Calidad fisicoquímica	Composición química	pH, cenizas	¿Cuál es la composición química de las infusiones de <i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Lavandula angustifolia</i> ?	Análisis químico	pHmetro, equipo de análisis de cenizas
Calidad microbiológica	Presencia de microorganismos	Aerobios totales, Escherichia coli, Enterobacteriaceas, Mohos y levaduras, Clostridium, Salmonella, Shigella	¿Qué microorganismos están presentes en las infusiones y en qué concentraciones?	Recuento en placa	Placas de Petri, equipo de cultivo microbiológico

Cárdenas, 2024

Tabla 2. Declaración de las variables independientes

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas	Instrumentos
Tipo de planta	Especie vegetal	<i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Lavándula angustifolia</i>	¿Cómo influye la especie vegetal utilizada en la calidad fisicoquímica y microbiológica de las infusiones?	Análisis comparativo	-
Condiciones de procesamiento	Métodos de recolección y procesamiento	Secado, procesamiento de hojas y flores	¿Cómo afectan las condiciones de procesamiento en la calidad de las infusiones?	Observación y seguimiento	Registro de procesos

Cárdenas, 2024

1.10. Justificación

El consumo de té herbales ha experimentado un notable incremento en los últimos años, motivado por la creciente conciencia sobre la salud y el bienestar, así como por la revalorización de los remedios naturales en la medicina tradicional. Los consumidores recurren a estas infusiones en busca de beneficios terapéuticos, tales como la reducción del estrés, la mejora del sistema inmunológico y la prevención de enfermedades crónicas (Dwyer et al., 2020). En este contexto, *Amaranthus hybridus* (bledo) y *Lavándula angustifolia* (lavanda) se destacan por sus supuestas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y ansiolíticas, atrayendo un interés particular tanto del público general como de la comunidad científica (Smith y Jones, 2019).

Sin embargo, la popularidad de estas bebidas herbales contrasta con la escasez de estudios científicos rigurosos que evalúen su calidad fisicoquímica y microbiológica (García et al., 2021). Esta carencia representa un riesgo

significativo para la salud pública, ya que la variabilidad en la calidad de las materias primas y las condiciones de procesamiento puede llevar a la presencia de contaminantes microbianos y a la inestabilidad de los compuestos bioactivos (Martínez et al., 2018). La ingestión de infusiones contaminadas con microorganismos patógenos puede resultar en infecciones graves, especialmente en personas con sistemas inmunológicos comprometidos.

Además, la concentración y estabilidad de los compuestos bioactivos, como los flavonoides en *Amaranthus hybridus* y los aceites esenciales en *Lavándula angustifolia*, son cruciales para garantizar los beneficios terapéuticos esperados (Rodríguez y Pérez, 2017). Sin un control riguroso y estandarizado, estos productos pueden no ofrecer los efectos deseados, llevando a una pérdida de confianza por parte del consumidor y afectando negativamente la percepción de la medicina herbal en general.

La presente investigación es necesaria para llenar este vacío en la literatura y proporcionar datos confiables sobre la calidad de estas infusiones herbales. Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los tés de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* permitirá no solo garantizar la seguridad de los consumidores, sino también validar las propiedades terapéuticas atribuidas a estos tés. Esto contribuirá a una mejor regulación y estandarización de los productos herbales, promoviendo así su uso seguro y efectivo (Woychik et al., 2022).

La justificación de este estudio también radica en su potencial para influir en políticas y prácticas de salud pública. Al establecer parámetros claros y confiables para la evaluación de tés herbales, se podrán desarrollar guías y normativas que protejan a los consumidores y aseguren la calidad de estos productos en el mercado (Food and Agriculture Organization [FAO], 2019). Además, la identificación de compuestos bioactivos con efectos terapéuticos confirmados puede abrir nuevas vías para la investigación en el tratamiento de diversas afecciones, utilizando productos naturales accesibles y culturalmente aceptados (Lee et al., 2020).

Esta investigación no solo tiene un valor científico significativo al abordar una brecha importante en el conocimiento, sino que también tiene implicaciones prácticas directas para la salud pública y el bienestar del consumidor. Proporcionar evidencia científica sólida sobre la calidad y seguridad de los tés de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* fortalecerá la confianza en la medicina herbal y promoverá su uso adecuado y seguro.

1.11. Alcance y limitaciones

El alcance de esta investigación abarca la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del té elaborado a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, así como la exploración de sus posibles efectos terapéuticos. Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los parámetros fisicoquímicos, incluyendo pH y contenido de cenizas, y se caracterizará la carga microbiológica presente en las infusiones. Los resultados obtenidos serán comparados con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 para hierbas aromáticas. Además, se realizará una revisión detallada de la literatura científica para identificar y analizar estudios relevantes sobre los efectos biológicos y mecanismos de acción de los compuestos presentes en estas plantas. El estudio se llevará a cabo en el laboratorio de alimentos de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, utilizando muestras preparadas en condiciones controladas de laboratorio. Se delimitará a muestras cultivadas en la región de Milagro durante el año 2024.

Las limitaciones de esta investigación incluyen posibles restricciones en la disponibilidad de muestras debido a factores climáticos y estacionales, así como limitaciones de tiempo y recursos que podrían afectar la profundidad del análisis y la revisión de la literatura científica. Además, se pueden presentar limitaciones técnicas relacionadas con la precisión de los resultados debido a las capacidades de los equipos de laboratorio y las técnicas de análisis utilizadas. Finalmente, la generalización de los resultados podría ser limitada debido a las condiciones específicas de las muestras y el estudio, lo que podría afectar su aplicabilidad a otras regiones o condiciones de cultivo.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1. Antecedentes

Amaranthus hybridus, también conocido como amaranto de hojas, es una planta herbácea anual que ha sido cultivada y utilizada por diversas culturas durante siglos. Originaria de América, esta especie pertenece a la familia *Amaranthaceae* y es apreciada tanto por sus hojas comestibles como por sus semillas nutritivas. Las hojas de *Amaranthus hybridus* son una importante fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes, y se han incorporado en la cocina tradicional de muchas regiones del mundo, donde se utilizan en ensaladas, sopas, guisos y otros platos. Además de su valor nutricional, el amaranto es valorado por su resistencia a condiciones adversas y su capacidad para crecer en suelos pobres, lo que lo convierte en una planta importante para la seguridad alimentaria en diversas comunidades. Su historia como cultivo alimenticio se remonta a tiempos antiguos y su adaptabilidad y versatilidad continúan siendo relevantes en la agricultura contemporánea (Ngoroyemoto et al., 2019).

Lavándula angustifolia, comúnmente conocida como lavanda, es una planta perenne aromática que ha sido valorada por sus múltiples usos a lo largo de la historia. Originaria de la región mediterránea, esta especie pertenece a la familia *Lamiaceae* y es ampliamente reconocida por su fragancia distintiva y sus propiedades medicinales. Desde la antigüedad, la lavanda ha sido apreciada en la medicina tradicional por sus efectos calmantes y relajantes, y sus flores se han utilizado para hacer infusiones, aceites esenciales, perfumes y productos de cuidado personal. Además de sus beneficios terapéuticos, la lavanda es valorada en la jardinería por su atractivo ornamental y su capacidad para atraer polinizadores, como abejas y mariposas, a los jardines. Su presencia en la cultura y la historia se extiende a través de diversas civilizaciones, y su popularidad y utilidad continúan siendo relevantes en la actualidad en campos que van desde la medicina natural hasta la aromaterapia y la jardinería paisajística (Soheili y Salami, 2019).

2.2. Contenido teórico que fundamenta la investigación

2.2.1. Taxonomía *Amaranthus hybridus*

Amaranthus hybridus, comúnmente conocido como amaranto de hojas, es una planta herbácea anual que pertenece a la familia Amaranthaceae. Originaria de América, esta especie se caracteriza por sus hojas verdes y lanceoladas, y por sus flores pequeñas y agrupadas en espigas terminales. El amaranto de hojas es cultivado principalmente por sus hojas comestibles, que son una valiosa fuente de nutrientes, incluyendo vitaminas, minerales y antioxidantes (Montgomery et al., 2020).

En cuanto a la cosecha, las hojas de *Amaranthus hybridus* suelen ser recolectadas cuando son jóvenes y tiernas, generalmente antes de que la planta entre en floración. Este período de cosecha suele ocurrir alrededor de 6 a 8 semanas después de la siembra, dependiendo de las condiciones de crecimiento y el clima. Las hojas se pueden cortar a mano o mediante métodos mecánicos, y se recomienda realizar la cosecha temprano en la mañana para preservar su frescura y calidad (Adhikary y Pratt, 2015).

En términos de clima, el amaranto de hojas es una planta adaptable que puede crecer en una amplia variedad de condiciones climáticas. Prefiere climas cálidos y soleados, pero puede tolerar temperaturas más frías si se siembra en la temporada adecuada. Es importante proporcionarle un suelo bien drenado y rico en nutrientes para un crecimiento óptimo (Ngoroyemoto et al., 2019).

En cuanto a la comercialización, el amaranto de hojas tiene un potencial significativo en el mercado de productos frescos y saludables. Sus hojas son valoradas por su alto contenido de nutrientes y su versatilidad en la cocina, lo que las hace populares entre los consumidores conscientes de la salud. Además, el amaranto de hojas se puede utilizar en la producción de alimentos procesados, como sopas, ensaladas precocidas y productos horneados, lo que amplía su potencial de mercado (Balasubramanian y Karthikeyan, 2016).

En términos de aprobaciones, el amaranto de hojas es reconocido como un cultivo seguro y nutritivo en muchas partes del mundo. Sin embargo, es importante asegurarse de cumplir con las regulaciones locales y nacionales en cuanto a la producción, el etiquetado y la comercialización de este cultivo. En algunos países, el amaranto de hojas puede estar sujeto a controles de calidad y seguridad alimentaria para garantizar su inocuidad y calidad para el consumo humano (Ndukwe et al., 2020).

2.2.2. Características botánicas del amaranto

Según Cocha (2020) el amaranto es una planta herbácea anual que pertenece a la familia *Amaranthaceae*. A continuación, se describen algunas de sus características botánicas más relevantes:

1. **Altura:** El amaranto puede variar en altura, pero típicamente oscila entre 1 y 2 metros, aunque algunas variedades pueden ser más altas o bajas.
2. **Tallo:** El tallo del amaranto es erecto, cilíndrico y ramificado. Puede tener una coloración que va desde el verde hasta el rojizo, dependiendo de la variedad.
3. **Hojas:** Las hojas del amaranto son alternas, simples y lanceoladas u ovals. Pueden tener bordes lisos o ligeramente dentados. La coloración de las hojas puede variar entre verde y rojo, y algunas variedades tienen hojas con vetas rojas o púrpuras.
4. **Flores:** Las flores del amaranto se agrupan en inflorescencias terminales o axilares, que pueden tener forma de espiga, panícula o racimo, dependiendo de la variedad. Las flores individuales son pequeñas y no tienen pétalos vistosos, pero pueden tener colores que van desde el verde hasta el rojo o el morado.
5. **Fruto:** El fruto del amaranto es una cápsula que contiene numerosas semillas pequeñas. Las semillas pueden ser de diferentes colores, como blanco, amarillo, rojo o negro, según la variedad.
6. **Raíces:** Las raíces del amaranto son fibrosas y poco profundas, lo que le permite adaptarse a una amplia variedad de suelos.
7. **Ciclo de vida:** El amaranto es una planta anual que completa su ciclo de vida en un solo año. Germina a partir de semillas en la primavera o

principios del verano, florece en el verano y produce semillas en el otoño antes de morir con las primeras heladas.

2.2.3. Componentes Bioactivos de *Amaranthus hybridus*

El *Amaranthus hybridus* contiene una variedad de compuestos bioactivos, incluyendo flavonoides, saponinas, taninos, polifenoles y vitaminas. Estos compuestos han demostrado tener propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antidiabéticas en estudios científicos (Cantú, 2020). La composición química de *Amaranthus hybridus* puede variar dependiendo de factores como la variedad, el suelo, el clima y las condiciones de crecimiento (Santiago et al., 2019).

2.2.4. Componentes Bioactivos de *Lavandula angustifolia*

La *Lavándula angustifolia* contiene aceites esenciales ricos en compuestos como linalol, acetato de linalilo, cineol y alcanfor. Estos compuestos son responsables del aroma característico de la lavanda y también tienen propiedades terapéuticas, como efectos relajantes, ansiolíticos y antiinflamatorios. Además de los aceites esenciales, la lavanda también contiene flavonoides y taninos con actividad antioxidante (Sierra, 2022).

2.2.5. Factores que Influyen en la Calidad Fisicoquímica de las Infusiones

La calidad fisicoquímica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* puede estar influenciada por diversos factores, como la composición química de las plantas, las condiciones de cultivo, el procesamiento y almacenamiento de las materias primas, así como los métodos de preparación de las infusiones (Sánchez, 2016). Es importante tener en cuenta estos factores para garantizar la consistencia y la calidad de los productos finales.

2.2.6. Microorganismos Indicadores de Contaminación

Los microorganismos indicadores son aquellos microorganismos cuya presencia sugiere la posible contaminación de un producto o ambiente con microorganismos patógenos. En el caso de las infusiones de plantas como

Amaranthus hybridus y *Lavándula angustifolia*, los indicadores comunes de contaminación microbiológica incluyen bacterias como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, que son indicativos de contaminación fecal, así como *Staphylococcus aureus*, un indicador de contaminación por manipulación inadecuada. Además, la presencia de mohos y levaduras puede indicar condiciones de almacenamiento inadecuadas que favorecen el crecimiento microbiano (Badilla y Mora, 2019).

2.2.7. Factores que Afectan la Carga Microbiológica de las Infusiones

La carga microbiológica de las infusiones puede estar influenciada por una variedad de factores, incluyendo la calidad higiénica de las materias primas, las condiciones de procesamiento y almacenamiento, así como las prácticas de manipulación durante la preparación y consumo (Fernandez y Suarez, 2021). La contaminación puede ocurrir en cualquier etapa de la cadena de producción, desde la cosecha de las plantas hasta el empaquetado y distribución de las infusiones. Factores como la humedad, la temperatura, el pH y la actividad del agua pueden afectar el crecimiento y supervivencia de microorganismos en las infusiones, por lo que es crucial controlar estos parámetros para garantizar la seguridad microbiológica del producto final (Zschau, 2018).

2.2.8. Métodos de Análisis Microbiológico de Infusiones

Para evaluar la seguridad microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, se pueden utilizar varios métodos de análisis microbiológico (Sosa y Martínez, 2023). Estos incluyen técnicas de cultivo tradicionales para la detección y enumeración de microorganismos indicadores, así como métodos moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para la identificación de microorganismos patógenos específicos. Además, se pueden emplear métodos de conteo de placa y métodos de detección rápida, como kits de prueba de ATP, para evaluar la carga microbiana total y la viabilidad de microorganismos en las infusiones (Madera, 2022).

2.2.9. Efectos Antioxidantes de *Amaranthus hybridus*

Los efectos antioxidantes de *Amaranthus hybridus* están relacionados con su contenido de compuestos bioactivos como los polifenoles y flavonoides. Estos compuestos tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo en el cuerpo, lo que puede ayudar a prevenir enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer. Estudios han demostrado que el consumo regular de infusiones de *Amaranthus hybridus* puede aumentar la actividad antioxidante del cuerpo y mejorar la salud general (Freire y Rea, 2023).

2.2.10. Efectos Ansiolíticos de *Lavandula angustifolia*

La *Lavándula angustifolia* ha sido ampliamente estudiada por sus efectos ansiolíticos y calmantes. Los aceites esenciales presentes en la lavanda, como el linalol y el acetato de linalilo, tienen propiedades relajantes que pueden ayudar a reducir la ansiedad y el estrés. El consumo de infusiones de lavanda se ha asociado con una disminución en los niveles de cortisol, la hormona del estrés, así como una mejora en el estado de ánimo y la calidad del sueño (Ramírez et al., 2022).

2.2.11. Revisión de Estudios Clínicos sobre los Efectos Terapéuticos

Una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre los efectos terapéuticos de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* proporcionará una visión general de la evidencia disponible sobre los posibles beneficios para la salud de estas plantas. Se analizarán estudios clínicos que investiguen los efectos biológicos y los mecanismos de acción de los compuestos bioactivos presentes en estas plantas, así como su seguridad y eficacia en diferentes poblaciones y condiciones de salud (Quilumbaquin, 2023).

Estos subtemas profundizan en los aspectos relevantes del estudio de la calidad y seguridad de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, así como en la exploración de sus posibles efectos terapéuticos (Barragán, 2024). Cada uno de ellos contribuye a establecer el marco teórico necesario para comprender y abordar los objetivos de la investigación.

2.2.12. Microorganismos Indicadores de Contaminación

Los microorganismos indicadores son aquellos organismos cuya presencia sugiere la posible contaminación de un producto o ambiente con microorganismos patógenos (Rodríguez, 2017). En el caso de las infusiones de plantas como *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, los indicadores comunes de contaminación microbiológica incluyen bacterias como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., que son indicativos de contaminación fecal, así como *Staphylococcus aureus*, un indicador de contaminación por manipulación inadecuada. Además, la presencia de mohos y levaduras puede indicar condiciones de almacenamiento inadecuadas que favorecen el crecimiento microbiano.

Los microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. pueden representar riesgos significativos para la salud pública si están presentes en infusiones consumidas por humanos (Medina y Torres, 2024). Estos microorganismos pueden causar enfermedades gastrointestinales graves, como intoxicaciones alimentarias y gastroenteritis, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, ancianos y personas inmunocomprometidas. Por lo tanto, la detección y cuantificación de estos microorganismos indicadores son fundamentales para evaluar la seguridad microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*.

2.2.13. Factores que Afectan la Carga Microbiológica de las Infusiones

La carga microbiológica de las infusiones puede estar influenciada por una variedad de factores, incluyendo la calidad higiénica de las materias primas, las condiciones de procesamiento y almacenamiento, así como las prácticas de manipulación durante la preparación y consumo. La contaminación puede ocurrir en cualquier etapa de la cadena de producción, desde la cosecha de las plantas hasta el empaquetado y distribución de las infusiones (Gilabert, 2016).

Factores como la humedad, la temperatura, el pH y la actividad del agua pueden afectar el crecimiento y supervivencia de microorganismos en las infusiones (Trejo, 2023). Por ejemplo, las condiciones de almacenamiento inadecuadas,

como la humedad elevada y la temperatura ambiente, pueden favorecer el crecimiento de bacterias y mohos. Del mismo modo, el pH ácido de algunas infusiones puede inhibir el crecimiento de ciertos microorganismos, mientras que otros pueden prosperar en condiciones alcalinas.

Además de los factores ambientales, las prácticas de manipulación durante la preparación y consumo de las infusiones también pueden influir en su carga microbiológica (Taípe, 2021). Por ejemplo, el uso de equipos y utensilios contaminados, la falta de higiene personal y la exposición a contaminantes ambientales pueden introducir microorganismos patógenos en las infusiones, aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos.

2.2.14. Métodos de Análisis Microbiológico de Infusiones

Para evaluar la seguridad microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, se pueden utilizar varios métodos de análisis microbiológico. Estos incluyen técnicas de cultivo tradicionales para la detección y enumeración de microorganismos indicadores, así como métodos moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para la identificación de microorganismos patógenos específicos (Madera, 2022).

Los métodos de cultivo tradicionales implican el crecimiento de microorganismos en medios de cultivo selectivos y diferenciados, seguido de la enumeración de colonias bacterianas o la detección de características microbianas específicas. Estos métodos son útiles para cuantificar la carga microbiana total y la presencia de microorganismos indicadores de contaminación (Ripollés, 2018).

Por otro lado, los métodos moleculares como la PCR permiten la detección específica de material genético de microorganismos patógenos, lo que ofrece una mayor sensibilidad y especificidad en comparación con los métodos de cultivo tradicionales (Rubia, 2023). Estos métodos son especialmente útiles para la identificación rápida y precisa de microorganismos patógenos en muestras de infusiones, lo que permite una evaluación más completa de la seguridad microbiológica

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación seleccionado para este estudio fue descriptivo, con un diseño transversal, correlacional no experimental debido a formulación de una bebida ortomolecular con la cantidad de 50% *Amaranthus hybridus* y 50% *Lavándula angustifolia* para el consumo humano como una alternativa de medicina antidepresiva.

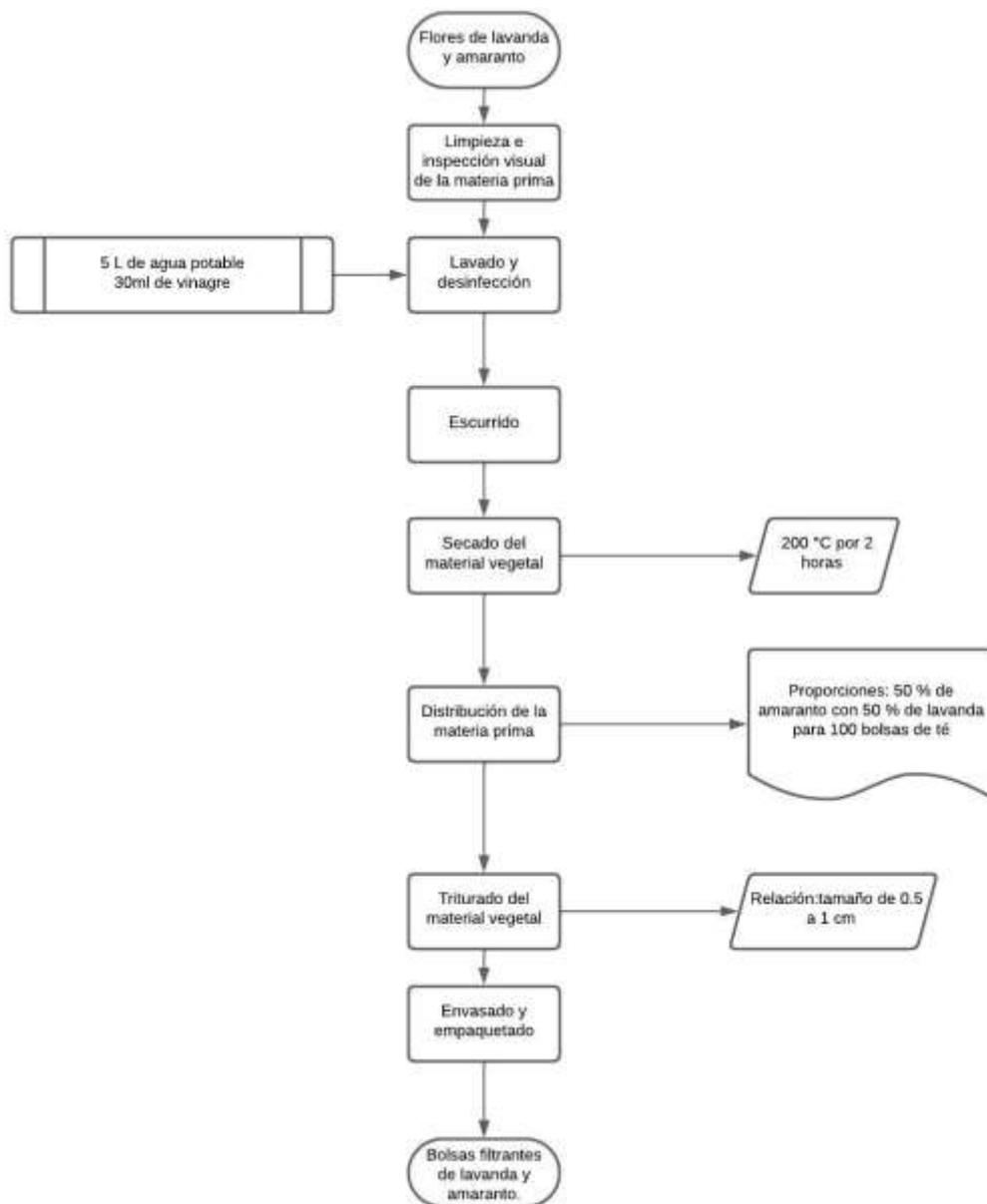


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de 100 de bolsas de té de 50% *Amaranthus hybridus* y 50% *Lavándula angustifolia*.
Cárdenas, 2024

El diseño de investigación nos permitió evaluar las dos plantas basándonos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007. Además, al adoptar un enfoque descriptivo, podremos proporcionar una descripción detallada y precisa de las características y propiedades de la infusión binaria, así como explorar las relaciones entre las variables de interés.

Obtención de materia prima

Las flores de lavanda fueron obtenidas en "Monte Fresko" en Quito, Ecuador. Las flores de *amaranto hybridus* se consiguieron en el mercado de la 28 y J en Guayaquil, Ecuador, donde se seleccionaron las de mejor calidad.

Recepción de flores de lavanda y amaranto

Se decepcionó la materia prima y se separaron las flores de los tallos, tanto de la lavanda como de la flor de *amaranto hybridus*. Una vez separadas, se procedió a colocarlas en la balanza por separado.

Pesaje

Se realizó el pesaje bruto obteniéndose un total de 620 g de materia vegetal: 320 g de lavanda y 300 g de *amaranto hybridus*, para determinar las cantidades de té de hierbas.

Desinfección del material vegetal

El material vegetal seleccionado fue lavado con agua potable. Luego, se traspasó el material vegetal a otro recipiente con 5 litros de agua y 8 ml del desinfectante natural STAR-BAC para frutas y verduras, durante 7 minutos.

Para determinar la cantidad del desinfectante a usar, se realizó una regla de tres directa, ya que en el envase se indica que contiene 200 ml de desinfectante para 125 litros de agua.

Tabla 3. Relación desinfectante y agua para el proceso de desinfección del material vegetal

Agua	Desinfectante
125 L	200 ml
5 L	8 ml

Cárdenas, 2024

Deshidratado

Se realizó el secado de las flores de lavanda y *amaranto hybridus* en una deshidratadora a una temperatura de 71 °C durante 4 horas para la lavanda y 3 horas para el *amaranto hybridus*. Luego, se dejaron enfriar a temperatura ambiente para su posterior trituration.

Triturado

Se recogió la materia que se dejó enfriar a temperatura ambiente y se colocó dentro de un mortero. Se procedió a la trituration con el pilón durante aproximadamente 7 a 10 minutos, hasta observar que las flores de ambas plantas se redujeron a pequeños residuos de no menos de 0,5 a 1 cm.

Envasado del té, lavanda y sangorache

Con las flores de ambas plantas ya procesadas se obtuvo un total de 590 g: 310 g de lavanda y 280 g de *Amaranthus hybridus*. Posteriormente, para lograr una relación de 50% lavanda y 50% *Amaranthus hybridus*, se colocó en cada bolsa 1 g del producto, distribuido en 0,50 g de cada muestra vegetal.

3.2. La población y la muestra

3.2.1. Características de la población

La población de interés para este estudio consistirá en infusiones elaboradas en el laboratorio de alimentos de la Universidad Estatal de Milagro, específicamente a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*. Estas infusiones se

prepararán siguiendo protocolos estandarizados para garantizar la consistencia y reproducibilidad de los resultados.

3.2.2. Delimitación de la población

La delimitación de la población se centró en las infusiones preparadas en el laboratorio de alimentos de la Universidad Estatal de Milagro, utilizando *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* como materias primas. Se excluyeron del estudio las infusiones comerciales disponibles en el mercado, con el fin de mantener un control estricto sobre las condiciones de preparación y los ingredientes utilizados.

Para asegurar la seguridad alimentaria y el control de toxinas producidas por microorganismos, se implementaron diversas medidas. Se seleccionaron plantas frescas y de alta calidad, libres de daños visibles y signos de deterioro. Las flores se lavaron con agua potable y se sumergieron en una solución desinfectante natural STAR-BAC, utilizando una concentración adecuada calculada mediante una regla de tres directa, para asegurar la eliminación de patógenos. Se siguió un protocolo estricto de higiene durante el secado, triturado y empaquetado de las flores, y se desinfectaron el equipo y las superficies de trabajo antes y después del procesamiento.

Se realizaron pruebas microbiológicas para detectar la presencia de bacterias patógenas, hongos y levaduras en las materias primas y en las infusiones terminadas. Las infusiones se almacenaron en condiciones controladas de temperatura y humedad para prevenir el crecimiento microbiano, utilizando envases herméticos y estériles para evitar la contaminación cruzada. Las flores se secaron a una temperatura de 71°C durante el tiempo adecuado para reducir la carga microbiana inicial, y se verificó que la humedad residual estuviera dentro de los límites seguros para evitar el desarrollo de mohos y bacterias.

El personal encargado del procesamiento recibió formación sobre prácticas higiénicas y métodos de control de calidad, y se les instruyó en la identificación de señales de contaminación y en los procedimientos de limpieza y desinfección. Estas medidas garantizaron que las infusiones preparadas en el laboratorio

fueran seguras para el consumo y estuvieran libres de toxinas producidas por microorganismos, cumpliendo con los estándares de seguridad alimentaria.

3.2.3. Tipo de muestra

Se utilizó un muestreo aleatorio de las muestras de té con hojas deshidratadas. Se observaron parámetros físicos y se establecieron tanto un porcentaje como una cantidad específica (1 g cada una) de materia prima para empaquetarlas en bolsas de algodón 100%.

3.2.4. Tamaño de la muestra

Para el análisis químico se utilizó 30 g *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* al 50% como muestra patrón para el análisis de cenizas y humedad. Para el análisis microbiológico se procedió a utilizar 400 g las 2 plantas ortomoleculares.

3.2.5. Proceso de selección de la muestra

Las muestras de infusiones se seleccionarán aleatoriamente de entre las preparadas en el laboratorio de alimentos de la Universidad Estatal de Milagro, utilizando *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* como ingredientes. Se garantizará que las muestras sean representativas de las distintas variedades y lotes preparados durante el período de estudio, para obtener una imagen completa de la calidad y composición de las infusiones.

Para analizar los parámetros físicos (color, olor y sabor) en un té de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, primero se definieron los objetivos del estudio, centrados en evaluar estos parámetros específicos. Se seleccionó y entrenó un panel de jueces representativos o especializados, familiarizándolos con los atributos sensoriales del té. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado para evitar sesgos, asegurando la consistencia en la preparación de las muestras, y se establecieron condiciones de evaluación controladas. Se desarrolló una ficha de evaluación con escalas apropiadas: intensidad del color (claro a oscuro), intensidad del aroma (débil a fuerte) y aceptación del sabor (muy

desagradable a muy agradable). Las muestras se prepararon uniformemente y se presentaron codificadas. Los jueces evaluaron cada muestra y registraron sus percepciones, y los datos recogidos se analizaron estadísticamente para determinar diferencias significativas entre las muestras. Finalmente, se redactó un informe detallado que incluyó la metodología, resultados y conclusiones, junto con recomendaciones para mejorar la aceptabilidad del té.

3.3. Los métodos y las técnicas

Materiales

Material vegetal

- *Amaranthus hybridus*
- *Lavándula angustifolia*

Equipos e instrumentos

- Probetas 1000 ml
- Incubadora
- Balanza
- Autoclave
- Asas de siembra
- Cajas Petri
- Mechero de bunsen
- Mufla

Reactivos

- HCl

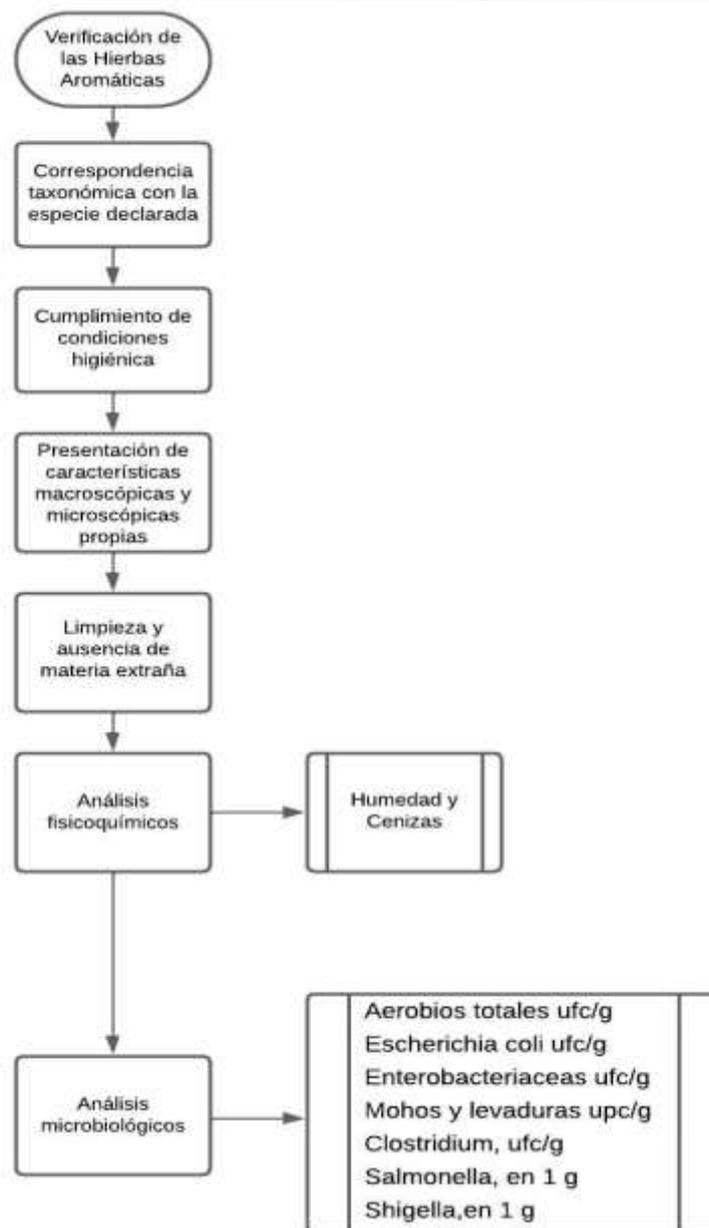


Figura 2. Diagrama de flujo de requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007

3.4. Procesamiento estadístico de la información

Los datos recolectados fueron analizados utilizando técnicas estadísticas descriptivas, con la finalidad de describir las características de las infusiones y explorar las relaciones entre las variables de interés. Los análisis se llevaron a cabo utilizando software estadístico especializado como Rstudio. Para la recolección de datos de la evaluación sensorial se ha utilizado el siguiente esquema de registro.

Tabla 4. Esquema de evaluación sensorial

Sexo	Femenino		Masculino	
Edad	18 a 25 años	26 a 36 años	37 a 50 años	51 o Más
Marque con una (+) según su apreciación				
Categorías	Olor	Color	Sabor	Observaciones
Muy bueno				
Bueno				
Regular				
Malo				
Desagradable				

Cárdenas, 2024

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1. Análisis de los resultados

4.1.1. Determinación los parámetros físicos de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*

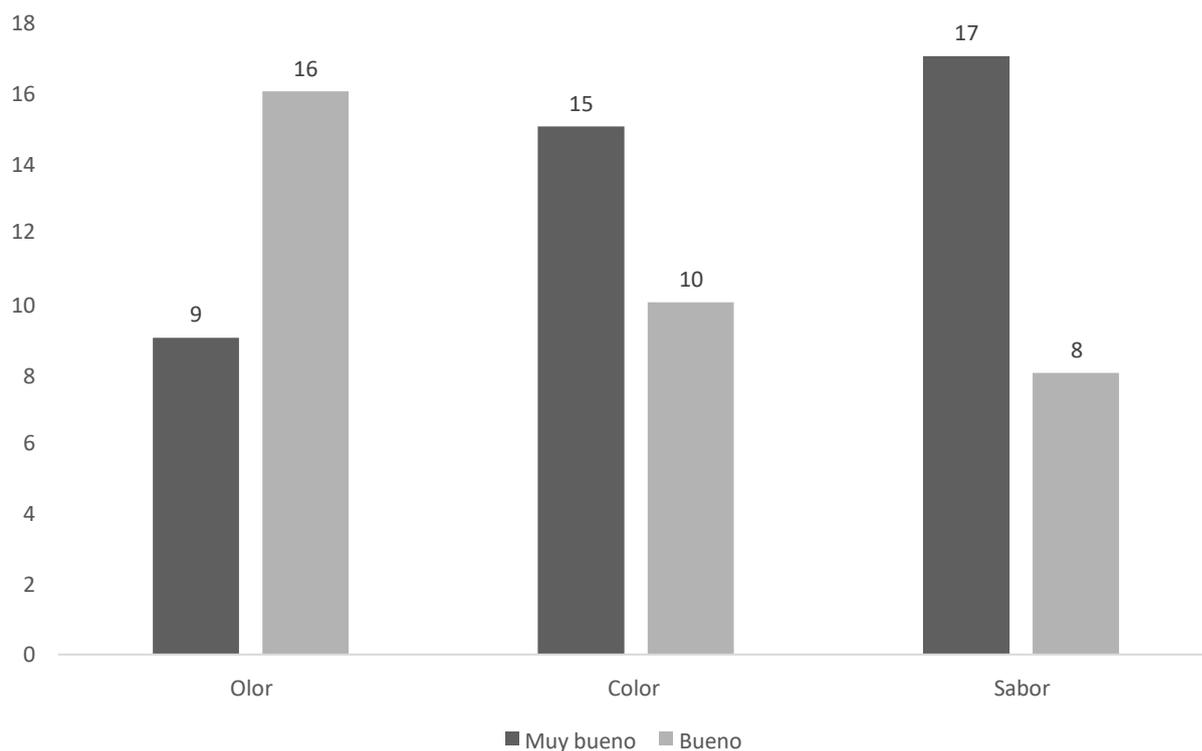


Figura 3. Resultados de la evaluación sensorial de la variable olor
Cárdenas, 2024

El análisis de los resultados muestra que el té de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* es altamente aceptable para los consumidores. Todas las evaluaciones sensoriales (olor, color y sabor) fueron positivas, sin ninguna valoración negativa. Esto implica que el té no solo es agradable en un aspecto sensorial, sino que es consistentemente apreciado en todos los aspectos evaluados.

El olor del té fue considerado positivo por todos los participantes, con ninguna persona evaluándolo de manera negativa. Esto es significativo, ya que el olor es un factor crucial en la aceptación de productos alimenticios. Un olor agradable

puede mejorar la percepción general del producto y predisponer favorablemente al consumidor antes de probarlo. La alta valoración del olor sugiere que los componentes aromáticos del té son atractivos y probablemente bien equilibrados.

Mientras que el color del té también recibió una evaluación positiva de todos los participantes. El color de una bebida puede influir en la percepción de su calidad y pureza. Un color agradable y natural puede asociarse con propiedades saludables y frescas del producto. La preferencia mostrada por los participantes indica que el té tiene un color que es visualmente atractivo y aceptable para los consumidores.

Finalmente, el sabor fue la característica mejor evaluada, con 17 personas calificándolo como "Muy bueno" y 8 personas como "Bueno". El sabor es el aspecto más crítico en la aceptación de un alimento o bebida. Un sabor agradable es esencial para la repetición de compra y la fidelidad del consumidor. La excelente evaluación del sabor sugiere que el té tiene un perfil gustativo equilibrado y placentero.

4.1.2. Análisis de los resultados químicos de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*

Para analizar los resultados con respecto a los parámetros químicos de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*", y comparar su cumplimiento con la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 392:2007 de HIERBAS AROMÁTICAS. Los resultados se presentan de manera clara y concisa en la siguiente tabla.

Tabla 5. Resultados de los parámetros químicos

Requisitos	Límite máximo	Método	Resultados
Humedad (%)	12	ECU.MT.AL.04 AOAC 927.05 Gravimetría	7,40
Cenizas insolubles HCl al 10%		ECU.MT.AL.06 AOAC 923.03 Gravimetría	7,58

Cárdenas, 2024

El primer parámetro químico que se está analizando es la humedad, expresada como porcentaje (%). Según los requisitos establecidos, el límite máximo permitido para la humedad es del 12%. Para determinar la humedad, se utilizó el método de ensayo ECU.MT.AL.04, también conocido como AOAC 927.05, que se basa en la técnica de gravimetría.

Los resultados del análisis muestran que el porcentaje de humedad encontrado en la muestra es del 7.40%. Esto indica que el contenido de humedad en la muestra es inferior al límite máximo permitido por la normativa, lo cual es positivo ya que indica que la muestra está dentro de los estándares establecidos y cumple con los requisitos de humedad. Una humedad más baja puede ser indicativa de una mejor conservación y estabilidad del producto. Lo cual se visualiza en la figura 5.

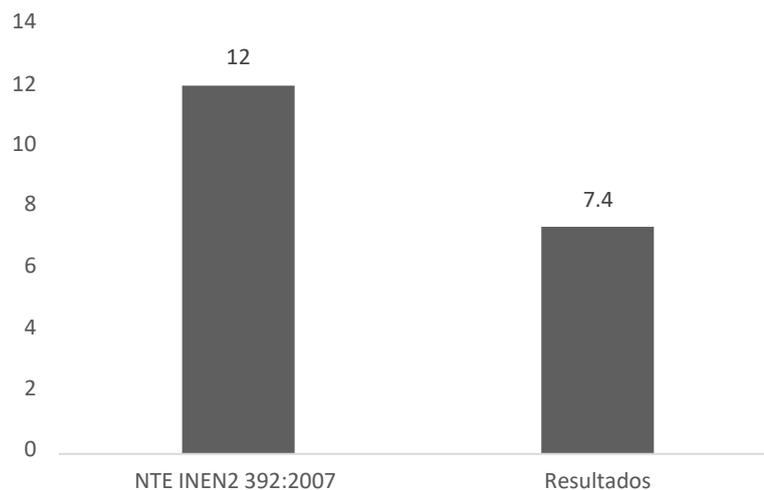


Figura 4. Comparación del parámetro Humedad (%) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 Vs. Muestra del estudio Cárdenas, 2024

Mientras que el segundo parámetro químico que se está analizando es el porcentaje de cenizas insolubles en HCl al 10%. Según los requisitos establecidos, el límite máximo permitido para las cenizas insolubles es del 2%. Para determinar las cenizas insolubles, se utilizó el método de ensayo ECU.MT.AL.06, también conocido como AOAC 923.03, el cual se basa en la técnica de gravimetría.

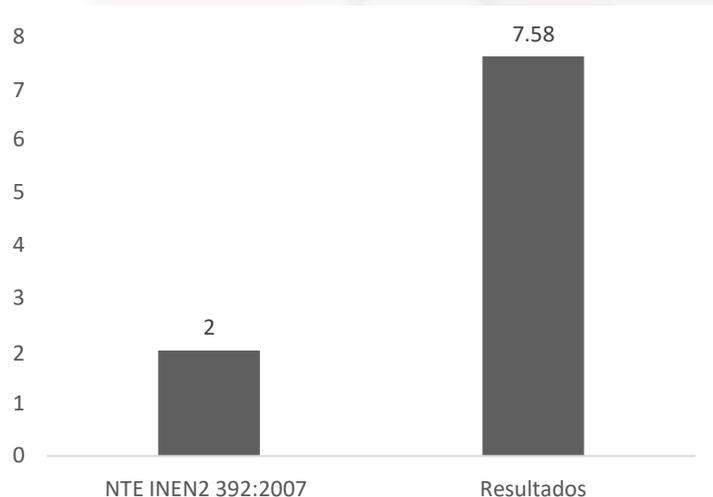


Figura 5. Comparación del parámetro cenizas (%) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 392:2007 Vs. Muestra del estudio Cárdenas, 2024

Los resultados del análisis muestran que el porcentaje de cenizas insolubles en la muestra es del 7.58%. Esto indica que el contenido de cenizas insolubles en la muestra es superior al límite máximo permitido por la normativa. Esta situación podría indicar una posible contaminación o impurezas en la muestra, lo cual podría afectar la calidad del producto. Es importante investigar las causas de esta alta concentración de cenizas insolubles y tomar las medidas necesarias para corregirlo en futuros análisis.

4.1.3. Caracterización de la carga microbiológica presente en la bebida a partir de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*.

Siendo uno de los objetivos específicos de esta investigación la caracterización de la carga microbiológica presente en la bebida elaborada a partir de estas dos plantas. Para ello, se han analizado varios parámetros microbiológicos clave, incluyendo la cuantificación de *aerobios totales*, *Escherichia coli*, *enterobacteriáceas*, *mohos* y *levaduras*, *Clostridium*, *Salmonella* y *Shigella*. Estos parámetros son fundamentales para determinar la seguridad del consumo del té y asegurar que esté libre de contaminantes que puedan representar un riesgo para la salud. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de estos análisis microbiológicos, proporcionando una visión detallada de la carga microbiana y su conformidad con los estándares de seguridad alimentaria.

Tabla 6. Resultados de los parámetros microbiológicos

Parámetros	NTE INEN 2392:2007	Resultados	Método	Unidad	Cumplimiento
Aerobios totales			ECU.SUBC-018		
ufc/g	1X10 ⁷	13X10 ³	BAM CAP 3 Cuenta en placa ECU.SUBC-021	ufc/g	Cumple
Escherichia coli ufc/g	1X10	< 10	BAM CAP 5 Número más probable ECU.SUBC-023	ufc/g	Cumple
Enterobacteriaceas					
ufc/g	1X10 ³	39X10 ¹	BAM CAP 4 Cuenta en placa ECU.SUBC-020	ufc/g	Cumple
Levaduras upc/g	1X10 ⁴	< 10	BAM CAP 18 Cuenta en placa ECU.SUBC-020	ufc/g	Cumple
Mohos upc/g	1X10 ⁴	40	BAM CAP 18 Cuenta en placa ECU.SUBC-024	upc/g	Cumple
Clostridium, ufc/g	Ausencia	< 10	INEN1529 Cuenta en placa ECU.SUBC-022	ufc/g	Cumple
Salmonella, en 1 g	Ausencia	A/P	BAM CAP 5 Ausencia/Presencia ECU.SUBC-025	A/P	Cumple
Shigella, en 1 g	Ausencia	< 10	AOAC 967.26 Cuenta en placa	ufc/g	Cumple

Nota: Condiciones ambientales (Temperatura 19.1°C; Humedad relativa 52%).

AOAC: Official Method Analysis Ed.22

Ufc: unidad formadora de Colonia

Upc: unidades Propagadoras de colonias

<10;<3;<1= ausencia de crecimiento en la menor dilución

(*)NTE INEN 2 392. Requisitos Hierbas Aromáticas

Cárdenas, 2024

Según la NTE INEN 2392:2007, el límite máximo permitido para *aerobios totales* es 1X10⁷ ufc/g. Los resultados obtenidos, utilizando el método ECU.SUBC-018 BAM CAP 3 de cuenta en placa, mostraron un conteo de 13X10³ ufc/g. Este resultado está muy por debajo del límite máximo permitido, indicando que la muestra cumple con los estándares establecidos para aerobios totales.

En el caso de la *Escherichia coli* (ufc/g), la normativa establece un límite máximo permitido de 1X10 ufc/g. Los resultados del análisis, realizados mediante el método ECU.SUBC-021 BAM CAP 5 de número más probable, indicaron niveles

inferiores a 10 ufc/g, lo cual sugiere ausencia de *Escherichia coli* en niveles detectables y cumplimiento con los estándares establecidos.

Para las *Enterobacteriaceas* (ufc/g), el límite máximo permitido para enterobacteriaceas es 1×10^3 ufc/g, según la NTE INEN 2392:2007. Utilizando el método ECU.SUBC-023 BAM CAP 4 de cuenta en placa, los resultados mostraron un conteo de 39×10^1 ufc/g, que está significativamente por debajo del límite máximo permitido, cumpliendo con los estándares de calidad.

En las levaduras (upc/g), de acuerdo con la normativa, el límite máximo permitido para levaduras es 1×10^4 upc/g. Los resultados obtenidos mediante el método ECU.SUBC-020 BAM CAP 18 de cuenta en placa mostraron un conteo inferior a 10 upc/g, indicando la ausencia de levaduras en niveles detectables y el cumplimiento de los estándares establecidos.

Mientras que en los mohos (upc/g), la NTE INEN 2392:2007 establece un límite máximo permitido de 1×10^4 upc/g para mohos. Los resultados del análisis, utilizando el método ECU.SUBC-020 BAM CAP 18 de cuenta en placa, mostraron un conteo de 40 upc/g, muy por debajo del límite máximo permitido, indicando el cumplimiento de los estándares de calidad.

En el *Clostridium* (ufc/g), según la normativa, *Clostridium* debe estar ausente en la muestra. Los resultados del análisis, realizados mediante el método ECU.SUBC-024 INEN1529 de cuenta en placa, indicaron niveles inferiores a 10 ufc/g, lo cual sugiere ausencia de *Clostridium* en niveles detectables y cumplimiento con los estándares establecidos.

La *Salmonella* (en 1 g), la NTE INEN 2392:2007 establece que *Salmonella* debe estar ausente en 1 g de muestra. Los resultados obtenidos mediante el método ECU.SUBC-022 BAM CAP 5 de ausencia/presencia indicaron la ausencia de *Salmonella*, lo cual cumple con los estándares establecidos y no representa un riesgo potencial para la seguridad del producto.

Por otro lado, en la *Shigella* (en 1 g), la normativa establece que *Shigella* debe estar ausente en 1 g de muestra. Los resultados del análisis, utilizando el método ECU.SUBC-025 AOAC 967.26 de cuenta en placa, mostraron niveles inferiores a 10 ufc/g, indicando la ausencia de *Shigella* en niveles detectables y el cumplimiento de los estándares establecidos.

4.2. Interpretación de los resultados

El análisis de resultados del parámetro químico de humedad revela datos significativos sobre la calidad y la conformidad del producto con los estándares establecidos. En primer lugar, la humedad es un factor crucial en la evaluación de la estabilidad y la conservación de los productos, especialmente en el caso de las hierbas aromáticas, donde niveles elevados de humedad pueden propiciar la proliferación de microorganismos y afectar su calidad.

El límite máximo permitido para la humedad, según los requisitos establecidos, es del 12%. Este valor se considera crítico ya que superarlo puede indicar un riesgo de deterioro del producto y una disminución en su vida útil. El método de ensayo utilizado, ECU.MT.AL.04 (AOAC 927.05), se basa en la técnica de gravimetría, la cual es ampliamente reconocida por su precisión y fiabilidad en la determinación de la humedad.

Los resultados obtenidos del análisis indican que el porcentaje de humedad encontrado en la muestra es del 7.40%. Este valor se sitúa significativamente por debajo del límite máximo permitido, lo cual es una noticia alentadora. Una humedad inferior al límite establecido sugiere que el producto cumple con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Además, una humedad más baja puede contribuir a una mejor conservación del producto, ya que reduce el riesgo de deterioro y prolonga su vida útil.

Este resultado refleja un proceso de producción y almacenamiento efectivo, donde se han aplicado medidas adecuadas para controlar la humedad y garantizar la calidad del producto final. Además, sugiere un manejo cuidadoso durante la recolección, el procesamiento y el envasado de las hierbas aromáticas, lo que contribuye a preservar sus propiedades organolépticas y nutricionales. Es decir que el análisis de la humedad revela que la muestra analizada cumple con los requisitos establecidos por la normativa. Este resultado positivo es fundamental para asegurar la calidad y la seguridad de las hierbas aromáticas, y demuestra el compromiso del productor con los estándares de calidad y las buenas prácticas de manufactura. Sin embargo, es importante realizar un monitoreo continuo de la humedad durante todo el proceso de

producción para garantizar la consistencia y la calidad del producto final.

Mientras que, en el análisis de resultados del segundo parámetro químico, el porcentaje de cenizas insolubles en HCl al 10%, proporciona información crucial sobre la calidad y conformidad del producto con los estándares establecidos. Las cenizas insolubles son un indicador importante de impurezas y contaminantes presentes en la muestra, y su concentración debe mantenerse dentro de los límites especificados para garantizar la seguridad y la calidad del producto.

Según los requisitos establecidos, el límite máximo permitido para las cenizas insolubles es del 2%. Este valor se considera crítico ya que superarlo puede indicar la presencia de contaminantes o impurezas en el producto, lo que podría afectar su calidad y seguridad para el consumo humano. El método de ensayo utilizado, ECU.MT.AL.06 (AOAC 923.03), se basa en la técnica de gravimetría, una técnica precisa y confiable para determinar la concentración de cenizas insolubles en una muestra.

Los resultados del análisis muestran que el porcentaje de cenizas insolubles en la muestra es del 7.58%. Este valor está significativamente por encima del límite máximo permitido por la normativa, lo que indica la presencia de una alta concentración de impurezas o contaminantes en la muestra. Esta situación plantea preocupaciones sobre la calidad y la seguridad del producto, ya que la presencia de impurezas puede afectar su sabor, textura y valor nutricional, y representar un riesgo para la salud del consumidor.

Es importante investigar las causas de esta alta concentración de cenizas insolubles y tomar las medidas necesarias para corregirlas en futuros análisis. Esto puede implicar revisar y mejorar los procesos de producción, almacenamiento y manipulación de las hierbas aromáticas para minimizar la contaminación y asegurar la calidad del producto final. Además, se deben implementar controles de calidad más rigurosos para detectar y eliminar cualquier contaminación o impureza antes de que el producto llegue al consumidor. Por ello, el análisis de las cenizas insolubles revela la presencia de impurezas o contaminantes en la muestra, lo que indica una posible falta de conformidad con los estándares de calidad y seguridad establecidos. Es

fundamental investigar y abordar estas preocupaciones para garantizar la calidad y la seguridad de las hierbas aromáticas y proteger la salud y el bienestar de los consumidores.

Según la NTE INEN 2392:2007, los parámetros microbiológicos analizados en las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavandula angustifolia* muestran un cumplimiento riguroso con los estándares establecidos. Para aerobios totales, los resultados obtenidos mediante el método ECU.SUBC-018 BAM CAP 3 de cuenta en placa indicaron un conteo, evidenciaron una carga microbiana muy por debajo del límite. En el caso de *Escherichia coli*, el análisis mediante el método ECU.SUBC-021 BAM CAP 5 de número más probable reveló niveles inferiores a 10 ufc/g, sugiriendo la ausencia de esta bacteria.

Las enterobacteriáceas, presentaron un conteo por el método ECU.SUBC-023 BAM CAP 4, lo que cumple con los requisitos. Las levaduras, mostraron una ausencia de crecimiento detectable con un conteo inferior a 10 upc/g, conforme al método ECU.SUBC-020 BAM CAP 18. Para los mohos, los resultados indicaron 40 upc/g, demostrando un control efectivo de contaminantes fúngicos. En cuanto a *Clostridium*, que debe estar ausente, los resultados obtenidos con el método ECU.SUBC-024 INEN1529 indicaron niveles inferiores a 10 ufc/g, evidenciando ausencia.

La presencia de *Salmonella* y *Shigella* fue evaluada con los métodos ECU.SUBC-022 BAM CAP 5 y ECU.SUBC-025 AOAC 967.26, respectivamente, ambos confirmando su ausencia en 1 g de muestra, lo que asegura la seguridad microbiológica del producto. Este riguroso control garantiza que las infusiones cumplen con los estándares de calidad y seguridad alimentaria exigidos por la normativa vigente, reflejando la efectividad de los procesos de manufactura y el cumplimiento de buenas prácticas higiénicas.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El análisis de la humedad, un parámetro físico crucial, mostró que el porcentaje de humedad encontrado en la muestra fue del 7.40%, significativamente por debajo del límite máximo permitido del 12%, según los requisitos establecidos. Este resultado positivo indica que las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* tienen un contenido de humedad adecuado, lo cual favorece su conservación y estabilidad, evitando la proliferación de microorganismos que podrían afectar la calidad del producto. Esto refleja un manejo y almacenamiento eficaces, asegurando que las infusiones cumplen con los estándares de calidad física establecidos. Es por ello por lo que las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* cumplen con los parámetros físicos establecidos por la normativa, específicamente en términos de humedad, asegurando así una adecuada conservación y calidad del producto.

Mientras que el análisis químico de cenizas insolubles en HCl al 10% reveló un porcentaje de 7.58%, significativamente por encima del límite máximo permitido del 2%. Este hallazgo sugiere la presencia de impurezas o contaminantes en la muestra, indicando una posible falta de conformidad con los estándares de calidad y seguridad. La elevada concentración de cenizas insolubles podría afectar negativamente el sabor, la textura y el valor nutricional del producto, además de representar un riesgo para la salud del consumidor. Es imperativo investigar las causas de esta alta concentración y tomar medidas correctivas para mejorar los procesos de producción y almacenamiento. Dejando claro que las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* no cumplen con los parámetros químicos establecidos por la normativa en términos de cenizas insolubles en HCl al 10%, lo que sugiere la necesidad de revisar y mejorar los procesos de producción para garantizar la seguridad y calidad del producto.

Finalmente, en el análisis microbiológico mostró que todos los parámetros evaluados, incluyendo aerobios totales, *Escherichia coli*, *enterobacteriáceas*, *levaduras*, *mohos*, *Clostridium*, *Salmonella* y *Shigella*, cumplieron con los límites

establecidos por la NTE INEN 2392:2007. Los resultados indicaron niveles muy por debajo de los límites máximos permitidos, sugiriendo una baja carga microbiana y ausencia de patógenos en las infusiones. Esto refleja la efectividad de los procesos de manufactura y el cumplimiento de buenas prácticas higiénicas, asegurando la seguridad microbiológica del producto. Las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia* cumplen con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa, garantizando así la seguridad alimentaria y reflejando una correcta implementación de buenas prácticas de manufactura y control de calidad.

Luego de los análisis realizados han permitido evaluar exhaustivamente la calidad fisicoquímica y microbiológica de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*. Mientras que los parámetros físicos y microbiológicos cumplieron con los estándares establecidos, los resultados químicos de cenizas insolubles destacaron la necesidad de mejorar ciertos aspectos del proceso de producción para garantizar un producto de alta calidad y seguro para el consumo.

5.2. Recomendaciones

Para mejorar la calidad y seguridad de las infusiones de *Amaranthus hybridus* y *Lavándula angustifolia*, se recomienda optimizar el control de humedad mediante el uso de deshumidificadores y envases herméticos, así como verificar las prácticas de manejo de humedad.

Es crucial investigar y reducir las fuentes de impurezas responsables de los altos niveles de cenizas insolubles en HCl al 10%, implementando controles de calidad más rigurosos del proceso de producción.

Fortalecer los controles microbiológicos mediante pruebas regulares, mantener buenas prácticas de manufactura y adoptar técnicas de higiene es fundamental para asegurar la ausencia de patógenos y cumplir con los estándares establecidos. Además, se debe establecer un programa de mejora continua que revise y actualice los procedimientos de control de calidad, promoviendo la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, en futuras investigaciones.

Bibliografía

- Adhikary, D., & Pratt, D. B. (2015). Morphologic and taxonomic analysis of the weedy and cultivated *Amaranthus hybridus* species complex. *Systematic Botany*, 40(2), 604-610.
- Andrei, F., Ersilia, A., Tulcan, C., & Dragomirescu, A. (2018). Chemical composition and the potential of *Lavandula angustifolia* L. oil as a skin depigmentant. *Records of Natural Products*, 12(4), 340.
- Angelova, D., Dobрева, A., & Baeva, G. (2018). The impact of soil herbicides on the yield and quality of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oil. *Facta Univ. Ser. Phys. Chem. Technol*, 16, 70.
- Badilla-Aguilar, A., & Mora-Alvarado, D. A. (2019). Análisis de la calidad bacteriológica de dos playas tropicales: relación de indicadores de contaminación fecal entre el agua de mar y las arenas. *Revista Tecnología En Marcha*, 37.
- Balasubramanian, T., & Karthikeyan, M. (2016). Therapeutic effect of *amaranthus hybridus* on diabetic nephropathy. *J Dev Drugs*, 5, 1.
- Barragán Andino, J. C. (2024). *Desarrollo de una mezcla funcional nutritiva instantánea con base en cacao (Theobroma cacao L.), enriquecida con amaranto (Amaranthus cruentus)*. Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias
- Benítez Vaca, E. M., & Rodríguez Ruíz, M. A. (2017). *Uso y consumo de productos herbales en pacientes ambulatorios con enfermedad renal crónica en el estado de Michoacán: validación de un instrumento*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Bussmann, R. W., & Sharon, D. (2016). Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía-La flora mágica y medicinal del Norte del Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 15(1), 1-293.
- Caballero, J., & Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio Sobre La Relación Entre Seres Humanos y Plantas En Los Albores Del Siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría Del

Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF, México, 79-100.

- Campos-González, N., Sosa-Morales, M. A., & Lopez-Martínez, L. X. (2023). Efecto de tratamientos domésticos de cocción sobre la capacidad antioxidante de quintonil (*Amaranthus hybridus*), un cultivo poco valorado. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 326-330.
- Cantú López, K. (2020). *Compuestos fenólicos, minerales y actividad antioxidante en tres especies de amaranto (Amaranthus sp.) para verdura.*
- Carrasco, A., Martínez-Gutierrez, R., Tomas, V., & Tudela, J. (2016). Lavandula angustifolia and Lavandula latifolia essential oils from Spain: Aromatic profile and bioactivities. *Planta Medica*, 82(01/02), 163-170.
- Cocha Maiquiza, L. E. (2020). *Caracterización Agro-Morfológica de la línea promisorio UTC 008 de Amaranto (amaranthus caudatus l.) en el Barrio Tigualo, Parroquia Panzaleo, Salcedo-Cotopaxi 2020.* Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.
- Conislla Huaroto, R. N. (2018). *DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE LA SEMILLA DE ATAJO (Amaranthus hybridus L.) PROCEDENTES DE LA COMUNIDAD DE CHOCORVO PROVINCIA DE HUAYTARÁ-HUANCAVELICA.*
- Fernandez Almoguer, M. K., & Suarez Cruz, S. M. (2021). *Estudio microbiológico de la infusión de Eucalyptus globulus obtenidas de los mercados de abastos de Lima, en tiempos de pandemia Covid 19, 2020.*
- Freire Chamorro, E. A., & Rea Guambuquete, J. V. (2023). *Efecto de los polifenoles del extracto de amaranto negro (Amaranthus hybridus L.), sobre la actividad antioxidante y vida útil del chorizo.* Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias
- Gilbert Fernández, F. E. (2016). *Efectos sistémicos e intraorales del consumo de bebidas energéticas. Revisión de la literatura.*
- Jumbo, P. P. (2019). *Plan de exportación para ampliar la comercialización de la*

- empresa Induloja de la bebida Forestea en Popayán*. Otavalo: Universidad de Otavalo, 2019.
- Koiou, K., Vasilakoglou, I., & Dhima, K. (2020). Herbicidal potential of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oil components on bristly foxtail (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.): Comparison with carvacrol, carvone, thymol and eugenol. *Archives of Biological Sciences*, 72(2), 223-231.
- Madera Fuentes, T. L. (2022). *Análisis comparativo de dos métodos de secado en la obtención de infusión a partir de hoja de aguacate (Persea Americana) y Ortiga (Urtica dioica)*.
- Medina Orellana, J., & Torres Arias, E. N. (2024). *Determinación de coliformes totales y fecales en fresas expandidas en supermercados y mercados de la ciudad de Cuenca*.
- Montgomery, J. S., Giacomini, D., Waithaka, B., Lanz, C., Murphy, B. P., Campe, R., Lerchl, J., Landes, A., Gatzmann, F., & Janssen, A. (2020). Draft genomes of *Amaranthus tuberculatus*, *Amaranthus hybridus*, and *Amaranthus palmeri*. *Genome Biology and Evolution*, 12(11), 1988-1993.
- Ndukwe, G. I., Clark, P. D., & Jack, I. R. (2020). In vitro antioxidant and antimicrobial potentials of three extracts of *Amaranthus hybridus* L. leaf and their phytochemicals. *European Chemical Bulletin*, 9(7), 164-173.
- Ngoroyemoto, N., Gupta, S., Kulkarni, M. G., Finnie, J. F., & Van Staden, J. (2019). Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L. *South African Journal of Botany*, 124, 87-93.
- Pérez-Vásquez, A., Castillejos-Ramírez, E. V., & Pérez-Herrera, J. G. (2019). Control de calidad de plantas medicinales y su legislación sanitaria en México. *De Formas Farmacéuticas*, 2.
- Poma Cushcagua, E. D., & Banchón Montesdeoca, G. A. (2023). *Elaboración de embutidos artesanales que contengan paico, apio de monte, limoncillo y guayusa*.
- Quilumbaquin Toaquiza, E. J. (2023). *Evaluación de la composición química y actividad antioxidante del aceite de amaranto (amaranthus caudatos)*.

Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

- Ramírez López, M. I., Navas Olano, M. F., Escobar Leguizamo, M. J., & Sánchez Ballén, N. C. (2022). *Efecto de la Lavándula Angustifolia en el manejo de ansiedad, depresión, estrés e insomnio. Revisión bibliográfica de literatura.*
- Ripollés Ávila, C. (2018). *Supervivencia de Listeria monocytogenes sobre superficies de contacto con alimentos: un abordaje multidisciplinar de un problema complejo.*
- RODRÍGUEZ LARES, G. (2017). *Detección de microorganismos indicadores de contaminación durante el proceso de elaboración de queso artesanal a partir de leche sin pasteurizar: producido bajo buenas prácticas de manufactura en la región de Cobachi: Sonora.*
- Rubia-Fernández, A. (2023). *Técnicas y metodología de detección de patógenos en muestras de alimentos.*
- Ruiz Narváez, J. E., Sáenz Silva, R. N., & Salinas Altamirano, A. S. (2017). *Diseño y formulación de una loción contra el estrés a base de aceites esenciales de toronjil (Melissa officinalis) y Lavanda (lavandula angustifolia), durante el periodo abril 2016-septiembre 2017.*
- Sánchez Domínguez, D. V. (2016). *Calidad físico, química y microbiológica de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao (theobroma cacao l.) nacional en la Asociación La Cruz, Cantón Mocache.*
- Santiago-Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M., & Monroy-Torres, R. (2019). Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(5), 593-605.
- Sierra-Diego, M. (2022). *Determinación de antioxidantes en plantas aromáticas. Lavandula angustifolia.*
- Soheili, M., & Salami, M. (2019). Lavandula angustifolia biological characteristics: An in vitro study. *Journal of Cellular Physiology*, 234(9), 16424-16430.

- Sosa-León, J. L., & Martínez-Zurita, M. (2023). Evaluación del tiempo de infusión de una bebida funcional a base de hojas de culén y menta edulcorado con steviósido. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 3(1), 1-10.
- Taga, M. S., Miller, E. E., & Pratt, D. E. (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5), 928-931.
- Taípe Carrasco, C. (2021). *Calidad microbiológica de ensaladas elaboradas en pollerías del centro poblado las amélicas-Abancay*.
- Torres García, L. (2018). *Flora vascular de la Muralla de Lugo. Control del crecimiento y germinación de la dominante Parietaria judaica L.*
- Trejo Vásquez, Z. M. (2023). *Evaluación de infusión de canela (cinnamomum verum) como antifúngico natural para la inhibición de mohos en pan dulce artesanal*. Universidad de El Salvador.
- VÂRBAN, R., Vârban, D. I., Stoie, A., Bogdan, I., Odagiu, A., & GHETE, A. (2018). *Identification of weed species present in lavender crops (Lavandula angustifolia L.) and (Mentha piperita L.) from the UASVM Cluj-Napoca campus*.
- Vila Casanovas, R. (2019). Aceites esenciales y estado de ánimo. *Revista de Fitoterapia*, 2019, Vol. 18, Num. 2, p. 101-136.
- Villacrés, E., Cuadrado, L., & Falconí, F. (2013). *Los granos andinos: Chocho (Lupinus mutabilis Sweet), quinua (Chenopodium quinoa Willd), amaranto (Amaranthus caudatus L.) y sangorache (Amaranthus hybridus L.) fuente de metabolitos secundarios y fibra dietética*.
- Woychik, R. P., Bianchi, D. W., Gibbons, G. H., Glass, R. I., Gordon, J. A., Pérez-Stable, E. J., & Zenk, S. N. (2022). The NIH Climate Change and Health Initiative and Strategic Framework: addressing the threat of climate change to health. *The Lancet*, 400(10366), 1831-1833.
- Zschau Montenegro, E. R. (2018). *Control Microbiológico en variedades de hierbas para infusión (Menta, Manzanilla, Boldo y Cedrón) de diferente origen y tratamiento desinfectante aplicado*.

Zumárraga Ortiz, V. M. (2020). *Evaluación del tiempo y temperatura de infusión en la concentración de taninos en una bebida a base de lavanda (lavándula angustifolia)*. Quito: Universidad de las Américas, 2020.

ANEXOS



Figura 6. Amarantho en estado Natural
Cárdenas, 2024



Figura 7. Lavado y esterilización de ambas materias primas
Cárdenas, 2024



Figura 8. Deseccación a una temperatura de 70°C
Cárdenas, 2024



Figura 9. Producto final
Cárdenas, 2024



Figura 10. Producto envasado
Cárdenas, 2024



Figura 11. Producto envasado en empaques para té.
Cárdenas, 2024



Figura 12. Pesado de la muestra en la preparación de la muestra del análisis microbiológico.
Cárdenas, 2024

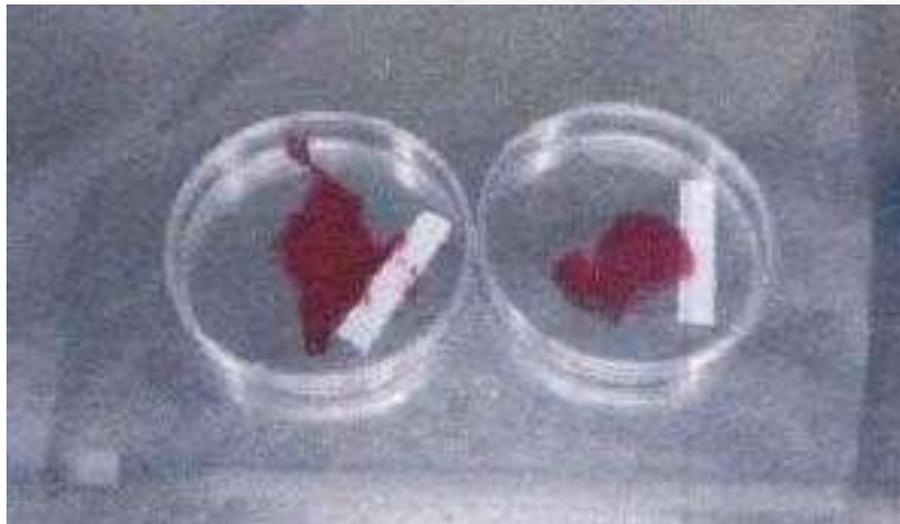


Figura 13. Inoculación de la muestra en el análisis microbiológico.
Cárdenas, 2024

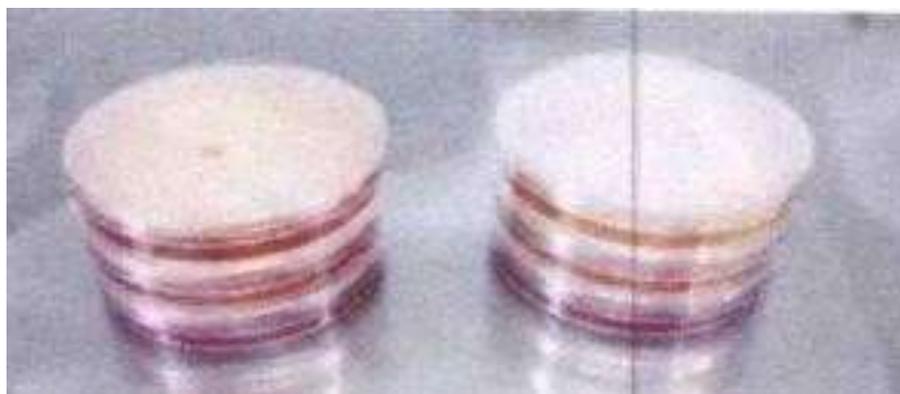


Figura 14. Medio de cultivo del análisis microbiológico.
Cárdenas, 2024



Figura 15. Incubación del análisis microbiológico.
Cárdenas, 2024

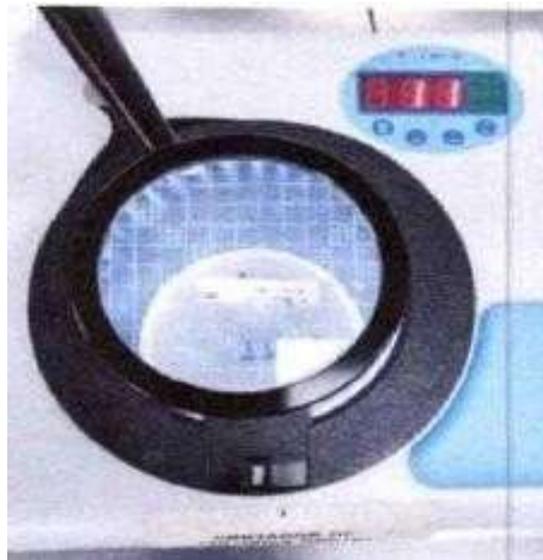


Figura 16. Lectura de la muestra del análisis microbiológico.
Cárdenas, 2024

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

