



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de integración curricular presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad como requisito para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“Caracterización fisicoquímica y microbiológica en chocolate con cannabis
no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.)”

AUTORA:

Martha Lucia Párraga Gómez

TUTOR:

Ing. Fernando Gregorio Espinoza Espinoza, MSc.

Babahoyo – Los Ríos - Ecuador

2024

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
CAPITULO I.- INTRODUCCION	1
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.1.1. Contexto Internacional.....	1
1.1.2. Contexto Nacional	2
1.1.3. Contexto local.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación.	4
1.4. Objetivo de la investigación.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.	6
CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Cacao.....	7

2.1.2. Chocolate.....	8
2.1.3. <i>Cannabis sativa</i> L.	8
2.1.4. CBD.....	9
2.2. Bases Teóricas	10
2.2.1. Propiedades del chocolate	10
2.2.2. Composición del <i>Cannabis sativa</i> L.	11
2.2.3. Beneficios del CBD.....	12
2.2.4. Propiedades nutricionales del CBD	12
2.2.5. Extracción de CBD	13
2.2.6. Métodos de extracción de CBD.....	13
2.2.6.1. Extracción con solventes.....	13
2.2.6.2. Extracción con CO ₂ Supercrítico.....	13
2.2.6.3. Extracción de aceite	14
2.2.7. Propiedades del Cacao	14
2.2.8. Beneficios	14
2.2.9. Composición del cacao	15
CAPITULO III.- METODOLOGIA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.	17
3.1.1. Tipo de investigación.....	17
3.1.2. Diseño experimental.....	17
3.1.3. Flujograma	19

3.1.4. Descripción del proceso de elaboración del producto.....	20
3.1.5. Formulaciones para la elaboración de chocolate con cannabis no psicoactivo (<i>Cannabis sativa</i> L.).....	22
3.1.6. Tabla de materia primas, materiales y equipos a utilizar	24
3.1.7. Operacionalización de variables	25
3.2. Población y muestra de investigación.....	26
3.2.1. Población	26
3.2.2. Muestra	27
3.2.3. Localización	28
3.3. Técnicas e instrumentos de medición.....	28
3.3.1. Técnicas.....	28
3.3.3. Análisis fisicoquímico	29
3.3.4. Análisis de microbiológico	31
3.3.5. Análisis sensorial	31
3.3.6. Tipo de prueba.....	31
3.4. Procesamiento de datos	32
3.4.1. Recolección de datos	32
3.4.2. Organización de datos.....	32
3.4.3. Análisis de datos.....	32
3.5. Aspectos éticos.....	32
CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados	33

4.2. Discusión:	41
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones:	43
5.2. Recomendaciones:	44
REFERENCIAS	46
ANEXOS	56
7.1. Elaboración de productos.....	56
7.2. Análisis organoléptico.....	59
7.3. Análisis microbiológico	66
7.4. Análisis físico químico	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición nutricional del chocolate	11
Tabla 2 Composición nutricional del cacao	16
Tabla 3 Factores de estudio e interacciones	18
Tabla 4 Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (Cannabis sativa L.) sin CBD (Testigo)	22
Tabla 5 Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (Cannabis sativa L.) con 0,2 % CBD	23
Tabla 6 Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (Cannabis sativa L.) con 0,4 % CBD	23
Tabla 7 Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (Cannabis sativa L.) con 0,6 % CBD	24
Tabla 8 Materias primas, materiales y equipos a utilizar	25
Tabla 9 Operacionalización de variables	26
Tabla 10 Población.....	27
Tabla 11 Muestra.....	27
Tabla 12 Técnicas	29
Tabla 13 Análisis microbiológico.....	40
Tabla 14 ANOVA para °Brix por Tratamientos	59
Tabla 15 ANOVA para pH por Tratamientos	59
Tabla 16 ANOVA para Aroma por Tratamientos	60

Tabla 17 ANOVA para Acidez por Tratamiento.....	61
Tabla 18 ANOVA para Amargor por Tratamientos.....	62
Tabla 19 ANOVA para Sabor por Tratamientos	62
Tabla 20 ANOVA para Aceptabilidad por Tratamientos.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo para la elaboración del chocolate.....	19
Figura 2 Diagrama de aroma para tratamientos.	35
Figura 3 Diagrama de acidez para tratamientos.	36
Figura 4 Diagrama de amargor para tratamientos.....	37
Figura 5 Diagrama de sabor para tratamientos.	38
Figura 6 Diagrama de aceptabilidad para tratamientos.	39

RESUMEN

En este estudio se evalúan las propiedades físico-químicas y microbiológicas del chocolate con *Cannabis sativa* L. no psicoactivo. El interés creciente en ingredientes naturales y funcionales ha destacado la necesidad de nuevas alternativas alimentarias, como el *Cannabis sativa* L., conocido por su alta concentración de cannabidiol (CBD), un compuesto con múltiples beneficios terapéuticos. La investigación se centra en cómo la inclusión de *Cannabis sativa* L. influye en sus propiedades fisicoquímica, organolépticas y la seguridad microbiológica del chocolate. A nivel global, la demanda de productos con CBD está en expansión, aunque las regulaciones varían significativamente, por ejemplo, en el Ecuador según las normativas de la (ARCSA) que significa (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria), esto, solo se puede usar un nivel inferior al 0,3 % de THC en lo que corresponde a alimentos. Este estudio tiene como objetivo contribuir al desarrollo de alimentos funcionales e innovadores, así como analizar los efectos potenciales del CBD en un producto ampliamente consumido y socialmente aceptado como el chocolate. Potenciando de manera positiva al mercado del comercio de cannabis, incentivando a crear productos que complementen o combinen de manera exitosa como lo es el chocolate pues es uno de los productos que más se venden obteniendo un lugar en el mercado, provocando así un gran incentivo en el desarrollo de un nuevo producto que conlleva consigo la oportunidad del desarrollo de nuevas oportunidades de negocio, empleo y por supuesto la innovación. Este estudio también logra ejemplificar sobre el responsable uso del cannabis con el desarrollo de un chocolate que puede ser consumido por cualquier persona para así poder demostrar y promover el uso del cannabis de manera segura y consiente

Palabras clave: cacao, chocolate, CBD, cannabis, propiedades

ABSTRACT

In this study, the physicochemical and microbiological properties of chocolate with non-psychoactive *Cannabis sativa* L. are evaluated. The growing interest in natural and functional ingredients has highlighted the need for new food alternatives, such as *Cannabis sativa* L., known for its high concentration of cannabidiol (CBD), a compound with multiple therapeutic benefits. The research focuses on how the inclusion of *Cannabis sativa* L. influences the physicochemical stability, organoleptic properties and microbiological safety of chocolate. Globally, the demand for CBD products is expanding, although regulations vary significantly, For example, in Ecuador, according to the regulations of the National Agency for Regulation, Control and Health Surveillance (ARCSA), only a level of less than 0.3% THC can be used in foodstuffs. This study aims to contribute to the development of functional and innovative foods, as well as to analyze the potential effects of CBD in a widely consumed and socially accepted product such as chocolate. This will positively empower the cannabis trade market, encouraging the creation of products that complement or combine in a successful way as chocolate is one of the best-selling products, obtaining a place in the market, thus causing a great incentive in the development of a new product that brings with it the opportunity for the development of new business opportunities, employment and of course innovation. This study also manages to exemplify the responsible use of cannabis with the development of a chocolate that can be consumed by anyone in order to demonstrate and promote the use of cannabis in a safe and conscientious way.

Keywords: cacao, chocolate, CBD, cannabis, properties

CAPITULO I.- INTRODUCCION

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1.1. Contexto Internacional

En un contexto internacional, el mercado del cannabidiol (CBD), un componente no psicoactivo del cannabis, ha experimentado un notable crecimiento gracias a sus numerosos beneficios sin los efectos psicoactivos asociados al tetrahidrocannabinol (THC). A nivel global, el chocolate con CBD ha emergido como una opción popular, combinando el apreciado sabor del cacao con los potenciales beneficios del CBD, atrayendo así a los consumidores de productos naturales. Este fenómeno se refleja a nivel mundial en la creciente aceptación y regulación de productos derivados del cannabis, particularmente en la industria alimentaria. (Musto, 2023).

Para asegurar la calidad y seguridad de estos productos, es esencial realizar un análisis crítico y exhaustivo desde las perspectivas físico-química y microbiológica. Este tipo de evaluación proporciona datos precisos sobre la composición del chocolate, incluyendo niveles de lípidos, azúcares y cannabinoides. Garantiza que las concentraciones de CBD se mantengan dentro de los parámetros establecidos para un consumo humano seguro. Además, la examinación microbiológica es fundamental para confirmar que el producto está libre de contaminantes patógenos, minimizando los riesgos asociados a su consumo tanto a nivel global como nacional. (Fadda *et al.*, 2021).

Cabe aclarar que las normativas internacionales del uso del cannabis en alimentos dictan límites tanto para el THC como el CBD, por ejemplo, en el caso de la unión europea el máximo de THC permitido es de 0.2 % en lo que respecta en alimentos mientras que en Suiza el límite ronda en el 1 %, en Canadá los alimentos que contienen cannabis deben de contener no más de 10mg de THC en porciones, en el caso del CBD su uso esta más regulado y este varía dependiendo de la formulación y tipo de producto (Manjón, 2020).

Por lo tanto, los fabricantes de chocolates de cannabis psicoactivo deben conocer bien las regulaciones locales e internacionales para garantizar la legalidad y aceptación de sus productos en los distintos mercados. Además, estudios preliminares resaltan los beneficios potenciales del CBD para una variedad de enfermedades, como la ansiedad, el dolor crónico y la inflamación (Olmeda, 2020).

1.1.2. Contexto Nacional

Hoy en día, en el país ecuatoriano, la demanda de productos provenientes y derivados del cannabis han aumentado exponencialmente en este país, en donde este es sin efectos de psicoactivos, como lo es el cannabidiol, que se alinea estrechamente con las tendencias globales que experimentan los países aledaños, el aumento de esta sustancia ha impactado positivamente a diversos sectores como lo son las industrias alimenticias, donde resalta estrictamente el valor terapéutico del CBD. En donde se tiene como resultado, la creación de productos innovadores en el país ecuatoriano, como lo es el chocolate con el CBD que combina una experiencia placentera con los efectos terapéuticos del cannabidiol, mientras que, por otro lado, la legislación de este país, está tomada en consideración la adaptación y permisión de estos derivados no psicoactivos, siendo una oportunidad en el mercado local, promoviendo el bienestar de los consumidores de esta innovación chocolatera (ARCSA, 2021).

El control de las propiedades químicas y microbiológicas de los productos clave como el chocolate con CBD garantiza la calidad como la seguridad del producto en su consumo en Ecuador. Partiendo de un enfoque físico-químico, es esencial analizar la composición de los materiales mezclados del chocolate, incluyendo los niveles de grasa y azúcar, también la parte más importante de su proceso que es la concentración precisa de CBD, partiendo de este enfoque, el análisis no solo va a asegurar la coherencia y efectividad sino también interactuara el garantizar que se ajuste a las regularizaciones ecuatorianas (Ortega, 2022).

Esta situación representa un reto para los productores de chocolate que contiene cannabis no psicoactivo, ya que deben moverse en un entorno complicado y en constante evolución. Además, la necesidad de cumplir con las normas de calidad y seguridad alimentaria hace que los procesos de producción y comercialización sean más rigurosos (Mera, 2021).

La aceptación nacional de estos productos también depende en gran medida de la educación del consumidor y la percepción pública de la Cannabis no psicoactiva. La despenalización del cannabis y la difusión de información basada en evidencia sobre sus beneficios y riesgos son necesarias para promover una aceptación generalizada y una regulación adecuada que permita el desarrollo seguro y responsable de esta floreciente industria (Muñoz , 2022).

En Ecuador de acuerdo con la resolución de la situación legal presenta desafíos y oportunidades particulares que deben ser abordadas. Esto se debe a que la normativa actual sobre el CBD y su incorporación en productos alimenticios como el chocolate; Se debe mencionar que en los alimentos o también en suplementos alimenticios debe existir un 0,3 % de THC según las normativas, pues estas observaciones se analizaron en conjunto a la Ley Orgánica Integral de fenómenos socio-económicos (ARCOSA, 2021).

1.1.3. Contexto local

En una variedad de comunidades a nivel global, el cannabis sigue estando asociado a actividades y percepciones negativas, lo que genera la desconfianza y el rechazo a productos que tienen una combinación de esta planta, como lo es el chocolate a base de CBD, en donde la aceptación y el éxito de ello está en estrictamente condicionados por la influencia de factores socioculturales y financieros en cada región del estado, pero el cannabis está asociado en contextos históricos y dinámicas sociales, impactando en la disposición de los consumidores que opten por el consumo de productos que tengan cierto grado controlado de cannabidiol (Zamora, 2020).

Para abordar el desafío de nivel local, es importante desarrollar campañas educativas e informativas que explique las percepciones positivas del cannabis no psicoactivo, resaltando los beneficios que presenta terapéuticamente y diferenciándolo de las variantes con alto grado de THC, en donde la implementación de estos programas comunitarios enfatice y socialicen el buen uso y la responsabilidad de utilizar el cannabis y también los posibles riesgos que conlleva el cannabis no psicoactivo (Turner *et al.*, 2024).

Se puede mencionar que el uso del CBD en alimentos puede aportar de manera efectiva sin causar efectos psicoactivos por el motivo de que no produce efectos en la percepción ni al estado mental de una persona, uno de los beneficios que aporta son las grandes cualidades antiinflamatorias incluyendo el alivio de la ansiedad y el estrés, aportando también contra el insomnio (Soto, 2024).

1.2. Planteamiento del problema

¿Cómo varían las características fisicoquímicas y microbiológicas en chocolate con la adición del cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) durante su proceso de elaboración?

1.3. Justificación.

El chocolate, es conocido por el perfil organoléptico único, representa un medio ideal para la mezcla con CBD por su textura cremosa, proporcionando una forma eficaz sensorialmente agradable y afectiva de ser consumido en un contexto terapéutico, en donde la tendencia global de la legislación del cannabis se ha catalizado en una diversidad de países, incrementando rotundamente la demanda de productos enriquecidos con CBD (Ros, 2024).

Este cambio ha abierto nuevas oportunidades en el mercado, permitiendo la creación y distribución de productos que antes estaban restringidos. En consecuencia, toda la industria del cannabis ha experimentado una expansión notable, aumentando el número de consumidores interesados en los beneficios del CBD, dando así una perspectiva de desarrollo sostenible que

podría significar una implementación de estándares más concretos y trazar un rumbo que impulse una trayectoria hacia la cima (Jelsma *et al.*, 2019).

La incorporación del cannabidiol, tiene el potencial de modificar factores como la dulzura y la acidez del productos, ya que el , CBD, interactúa directamente con los componentes naturales del chocolate como el azucarero, alterado levemente los grados de Brix, también puede influir en el PH, lo que puede desestabilizar directamente el equilibrio del sabor, por eso, el incorporar medidas estables y acordes en su fabricación, disminuye la alteración del sabor y se puede conservar su calidad organoléptica (Torres & Minchán, 2024).

La importancia de la presente investigación también recae en la preocupación de poder garantizar la seguridad y satisfacción de los consumidores considerando los parámetros físico-químicos, microbiológicos y organolépticos. En el proceso de elaboración del chocolate con cannabis es importante controlar tanto aspectos como la textura, el punto de fusión y la homogeneidad de la mezcla y por supuesto la estabilidad del producto con el fin de que el chocolate pueda mantener sus propiedades sensoriales y también logre conservar los cannabinoides como lo es el CBD y THC, pues estos parámetros físico-químicos logran determinar la calidad del chocolate hablando de términos como su manipulación, almacenamiento y su vida útil (Balarezo, 2020).

Se entiende que el cannabis no psicoactivo es muy eficiente por las propiedades que ofrece como un relajante y también por sus beneficios de ser también un antiinflamatorio, se tiene como objetivo agregar estas características al chocolate ya que se busca aprovechar estas características tan particulares que ofrece el cannabis, por ejemplo, el efecto sinérgico que logra el CBD en el chocolate el cual logra la liberación de endorfinas y una gran sensación de alivio (Guillén *et al.*, 2023).

El CBD al ser un compuesto lipofílico logra disolver de manera exitosa las grasas del chocolate esto facilita la mezcla entre ambos ya que esto no va a alterar las características físicas

que tiene el chocolate refiriéndonos a la textura o también su punto de fusión. Las características microbiológicas del chocolate no tienen un efecto tan directo con el CBD además también se debe tener en cuenta que la seguridad microbiológica pues esto depende mucho de los procesos de fabricación junto con las buenas prácticas de higiene (Zapata, 2023).

1.4. Objetivo de la investigación.

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en los chocolates con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.).

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar chocolate utilizando cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.)
- Determinar los parámetros fisicoquímicos (pH, grados brix) y organolépticos (aroma, acidez, amargor, sabor, aceptabilidad) en los chocolates con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.)
- Analizar los parámetros microbiológicos (Mohos, Levaduras) de acuerdo a la NTE INEN 1529-10.

1.5. Hipótesis.

Ho: La adición de cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) no afecta significativamente los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en los chocolates.

Hi: La adición de cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) afecta significativamente los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en los chocolates.

CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Cacao

En Ecuador, el cacao constituye una de las principales fuentes de divisas del país y dio lugar a los primeros capitales. La producción de cacao en nuestro país es de gran importancia socioeconómica, en especial para los sectores agropecuarios de las zonas amazónicas y litorales, debido al gran potencial y variedad de cacao que se cultiva en la Amazonía ecuatoriana (Sánchez & Oña, 2021).

Hace muchos años el cacao fue de gran importancia para la economía de Ecuador ya que durante la época colonial se había convertido en una de las principales exportaciones del país logrando impulsar el desarrollo de las infraestructuras y la economía de la mayoría de regiones pertenecientes al país, hoy en día sigue siendo un producto fundamental no solo por su exportación, sino que también para la elaboración de productos de mayor valor como es el chocolate y otros derivados del mismo (Works, 2023).

Cabe mencionar que el cacao tiene un gran impacto en las comunidades rurales ya que este permite proporcionar empleo y sustento a muchas de las familias en especial en ciertas zonas donde el trabajo es limitado con poca aceptabilidad y por ende tienen muy pocas opciones para la obtención de dinero, las cooperativas de los pequeños productores juegan un papel importante en la cadena de valor del cacao ya que promueve las prácticas agrícolas y el justo comercio, ayuda también a la conservación del medio ambiente y el desarrollo local (López, 2022).

2.1.2. Chocolate

La producción de chocolate es un arte milenario que se ha venido dando desde los años 1500 y ha ido evolucionando y pasando por muchas etapas de mejora en la elaboración y preparación de este producto que es de gran demanda en todo el mundo.

El proceso de producción del chocolate ha atravesado por diversas innovaciones tecnológicas desde el fermentado de las habas de cacao hasta el refinado y conchado pues cada etapa es importante para el desarrollo del sabor y la textura del chocolate, la tostación de las habas de cacao es un paso fundamental pues este paso define el perfil del sabor del chocolate al final, posterior a este paso la molienda se encarga de transformar las habas en licor de cacao el cual se puede mezclar con otros ingredientes con el objetivo de formar masa de chocolate. (Vargas, 2023).

La historia del chocolate también va ligada a la evolución cultural en los orígenes de Mesoamérica el chocolate era consumido en forma de bebida amarga de parte de las civilizaciones maya y azteca ya que con la llegada de los europeos al continente americano el chocolate se expandió a Europa donde la elaboración fue adaptada al paladar de los europeos integrando el azúcar y otros ingredientes con el fin de suavizar el sabor (Oña & Sánchez, 2021).

2.1.3. *Cannabis sativa* L.

El *Cannabis sativa* L. es considerada una planta de la familia Cannabaceae; además fue clasificada botánicamente por primera vez por Carl Linnaeus en 1753. Tiene una amplia distribución debido a la adaptación geoclimática y ecosistémica. Se han identificado en su composición química aproximadamente más de 500 compuestos con una combinación identificada de amidas, fenólicas, estilbenos, terpenos, flavonoides, lignanamidas y por último los alcaloides, siendo los más abundantes de los cannabinoides metabólicos y exclusivos de esta especie de cannabis (Rodríguez & Ortiz, 2020).

La semilla de *Cannabis sativa L.* ha sido una importante medicina tradicional, en Asia y Oriente Medio, desde tiempos históricos. En Ecuador, el Cannabis medicinal se ha utilizado por varios años, pero la producción, distribución y consumo de cannabis utilizado en tratamientos medicinales y terapéutico fue aprobado por la asamblea nacional el 17 de septiembre de 2019 (Ruiz *et al.*, 2024).

Esta variedad de cannabis contiene una elevada concentración de cannabidiol, la cual ayuda a combatir la depresión, la fatiga y diversos trastornos del estado de ánimo.

Pues el uso del cannabis de forma medicinal en el Ecuador significa una gran oportunidad en el mundo de la farmacéutica y la investigación científica ya que se promueve la exploración a nuevas aplicaciones terapéuticas y el desarrollo de productos innovadores (Arevalo & Castillo , 2023).

Si hablamos de la industria del cannabis medicinal este se encuentra en constante crecimiento a nivel mundial pues la demanda, la compra y venta de productos de CBD y los demás derivados del cannabis ha ido creciendo exponencialmente impulsado por su aceptación de los beneficios terapéuticos que ofrece ya que esto ha creado la oportunidad económica para los diversos países productores como es el Ecuador los cuales pueden aprovechar su excelente clima (Ramos, 2022).

2.1.4. CBD

El cannabidiol (CBD), un cannabinoide natural no psicoactivo derivado del cannabis, se utiliza ampliamente en la industria farmacéutica. La demanda de CBD está experimentando un crecimiento significativo a medida que se expanden los esfuerzos mundiales de legalización del cannabis. El CBD se celebra por su potencial terapéutico en una variedad de afecciones médicas, que incluyen dolor crónico, adicción y trastornos de ansiedad (Etxebeste, 2022).

A pesar de su creciente popularidad y reconocidos beneficios médicos, la aplicación clínica del CBD enfrenta desafíos significativos por su baja solubilidad en agua, lo que complica su uso efectivo en tratamientos médicos, plantea desafíos para la biodisponibilidad. El desarrollo investigativo está enfocado con el objetivo de mejorar la formulación y entrega del CBD con el objetivo de maximizar la eficacia terapéutica y también asegurar la estabilidad de las diversas condiciones (Freire *et al.*, 2024).

La legalización y la regulación del CBD es muy variado en diversas partes del mundo el cual afecta en sobremanera la accesibilidad y el desarrollo dentro del mercado, por ejemplo, en ciertos lugares el CBD es legal pero solo el uso medicinal mientras que por otro lado se permite su uso recreativo (Yingrui *et al.*, 2024).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Propiedades del chocolate

El chocolate presenta algunas características, a continuación, se les presenta algunas de ellas es el aroma es intenso, el cacao que es elaborado con cacao puro y de buena calidad.

El aroma: el aroma es intenso, el chocolate es elaborado con cacao puro y de buena calidad.

El sabor: el sabor es único, por lo cual está elaborado artesanalmente, el cacao es recolectado y secado por ellos mismos lo cual al hacer el sabor del chocolate sea agradable (Loor, 2021).

La “tabla 1” nos muestra composición nutricional del chocolate. Esta tabla detalla los valores de nutrientes presentes en el chocolate, incluyendo macronutrientes como grasas, carbohidratos y proteínas, así como micronutrientes y otros componentes clave. Se presentan los valores en porciones estándar para facilitar la comparación entre diferentes tipos de chocolate.

Tabla 1*Composición nutricional del chocolate*

Variable	Contenido (g)
Grasa	30,40
Proteína	5,32
Carbohidratos	59,10
Fibra	0,38
Cenizas	1,83
Calcio	427,07

Nota. Fuente: Gavilánez & Castillo (2023).

2.2.2. Composición del *Cannabis sativa* L.

Las flores pistiladas del Cannabis están cubiertas de tricomas glandulares que son ricas en resinas, las mismas que contienen cannabinoides. Se han logrado recocer más de 400 compuestos químicos, cuyas características están influenciadas por factores genéticos, como el método de cultivo, proceso de preparación y las condiciones de almacenamiento (Ramos, 2022).

Los componentes bioactivos más importante del cannabis son los cannabinoides, entre ellos tenemos el THC tetrahidrocannabinol y el CBD cannabidiol que son los más estudiados, el THC es popular por sus efectos psicoactivos, mientras que el CBD se destaca por sus propiedades terapéuticas y no por provocar efectos psicoactivos. Esta planta también contiene cannabinoides como CBG cannabigerol, CBN (cannabinol) y CBC (cannabicromeno), cada uno con sus propios perfiles de efectos biológicos (Rivas & Briones, 2019).

Los terpenos son otra clase importante de compuestos que están presentes en el cannabis ya que estos compuestos volátiles aportan al aroma y sabor de la planta los cuales también tienen propiedades biológicas, terpenos como el mirceno, limoneno, pineno y también el linalool que se encuentran en diversas proporciones de las cepas del cannabis los cuales pueden influir en los efectos terapéuticos y psicoactivos de los cannabinoides (Yungán, 2023).

2.2.3. Beneficios del CBD

El gran potencial que tiene el CBD para poder tratar una gran gama de afecciones medicas lo ha convertido en un foco importante de investigación pues los estudios clínicos han podido demostrar la eficacia que tiene hacia los tratamientos convencionales como lo son el síndrome de Dravet y el síndrome de Lennox-Gastaut, pues gracias a estos estudios se ha conllevado a la aprobación de medicamentos a base de CBD por parte de agencias regulatorias como la FDA (Larrea & Arévalo, 2024).

Se ha logrado evidenciar que el CBD es muy eficaz en el tratamiento del dolor crónico. Sus mecanismos antiinflamatorios y analgésicos, pueden ser útil para las personas con afecciones inflamatorias como la artritis, la esclerosis múltiple o el dolor neuropático. La capacidad del CBD para alivianar la percepción del dolor y la inflamación sin los efectos secundarios de los analgésicos opiáceos y otros medicamentos para el dolor lo hace particularmente beneficioso (Yungán, 2023).

2.2.4. Propiedades nutricionales del CBD

Presentan propiedades medicinales para tratar enfermedades neurodegenerativas, el CBD ha caudado un interés particular como agente antiinflamatorio debido a su falta de efectos psicotrópicos. Es el principal componente no psicoactivo que se ha descubierto en grandes cantidades en el cannabis, convirtiéndose en el segundo tipo de cannabinoide más abundoso y presenta concentraciones más altas que el THC (Zapata, 2023).

El CBD cuenta con propiedades antioxidantes los cuales pueden proteger las células del daño oxidativo proveniente de los radicales libres, esta capacidad antioxidante logra ser muy beneficiosa en el momento de tratar enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y también el Parkinson donde el papel del estrés oxidativo juega un rol importante en la progresión de la enfermedad. Pues al amenorar el daño celular y promover la salud neuronal, el CBD logra dar una mejor calidad de vida en los pacientes (Sánchez, 2023).

2.2.5. Extracción de CBD

El CBD es uno de tantos cannabinoides los cuales se encuentran presentes en la planta de cannabis ya que a diferencia del THC o tetrahidrocannabinol el CBD no es psicoactivo por tanto se utiliza para tratamientos terapéuticos los cuales pueden ser contra la ansiedad, el dolor crónico, la epilepsia y también la inflamación (García *et al.*, 2021).

2.2.6. Métodos de extracción de CBD

Existen diversas formas de extraer el CBD de la planta del cannabis y también existen tanto ventajas como desventajas en los tipos de método de extracción tales como:

2.2.6.1. Extracción con solventes

El proceso de disolución es realizado con algunos componentes los cuales pueden ser el etanol, butano, propano o el alcohol isopropílico, el solvente junto con el material vegetal se mezcla para así poder disolver los cannabinoides, se puede decir que una de las ventajas de estos métodos es que son económicos y eficientes, pero se corre el riesgo de dejar residuos de solvente y algunos de estos son inflamables y tóxicos (Potcheca, 2022).

2.2.6.2. Extracción con CO₂ Supercrítico

Este utiliza el estado del dióxido de carbono en un estado supercrítico el cual es un estado intermedio entre líquido y gas para poder extraer el CBD, este es un método limpio y también

seguro el cual no deja residuos y logra permitir el control preciso sobre los compuestos extraídos los cuales son muy costosos y requiere equipos especializados (Rosseta, 2022).

2.2.6.3. Extracción de aceite

Este método es uno casero ya que utiliza aceites portadores como el de oliva o también el aceite de coco, la ventaja más notoria de todo esto proceso es que es simple y seguro el cual tampoco deja residuos tóxicos, pero lastimosamente es de baja eficiencia ya que es de menor presa el extracto (Redqueen, 2022).

Una vez ya realizado la extracción, el CBD puede contener otros cannabinoides, terpenos y compuestos vegetales y el proceso de purificación se realiza mediante procesos tales como la destilación a corta distancia el cual consiste en separar el CBD de otros componentes mediante el calentamiento y enfriamiento (Rodriguez & Benitez, 2022).

2.2.7. Propiedades del Cacao

El cacao contiene antioxidantes, agentes antiinflamatorios, antidepresivos, agentes ansiolíticos, estimulantes, agentes contra la obesidad, agentes antihipertensivos, prebióticos, neuroprotectores, agentes antianemia, agentes antitrombóticos, agentes hipocolesterolémicos. agentes anticancerígenos, agentes antiinflamatorios. Estos incluyen agentes antidiabéticos. Estas propiedades incluyen compuestos biológicos como flavonoides, catequinas, hierro, teobromina, cafeína, feniletilamina y tiramina, entre otros nutrientes (Almeida *et al.*, 2019).

2.2.8. Beneficios

El cacao no solo mejora el estado de ánimo y combate la depresión y ansiedad, sino que también ayuda a prevenir la trombosis al mejorar el flujo sanguíneo, controla el colesterol gracias a sus antioxidantes, y es rico en hierro, lo que lo hace efectivo contra la anemia. Además, algunos estudios sugieren que el cacao protege las células productoras de insulina, reduce la resistencia

a la diabetes, y mejora la secreción de esta hormona, ayudando a controlar mejor los niveles de azúcar en la sangre (Leal, 2023).

2.2.9. Composición del cacao

En la "tabla 2" se detalla la composición nutricional del cacao, presentando información sobre los principales nutrientes, como grasas, proteínas, carbohidratos, fibra y minerales. Esta tabla proporciona una visión general de los valores nutricionales del cacao, facilitando la evaluación de su aporte en la dieta.

Tabla 2*Composición nutricional del cacao*

Componente	Cantidad
Grasas Totales	49.5 g
• Grasas Saturadas	30.3 g
• Grasas Monoinsaturadas	16.0 g
Carbohidratos Totales	32.8 g
• Azúcares	1.5 g
• Fibra Dietética	16.8 g
Proteínas	12.9 g
Minerales	
• Calcio	128 mg
• Hierro	13.9 mg
Vitaminas	
• Vitaminas B1	0.1 mg
• Vitaminas B2	0.2 mg

Nota. Fuente: (Castro, 2023)

CAPITULO III.- METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación se centra en un enfoque cuantitativo y emplea un diseño bifactorial Ax_B, realizando pruebas en un laboratorio. Se examinó cada tratamiento para obtener resultados que se relacionen con las hipótesis y los objetivos planteados.

Además, se manipuló variables independientes para ver cómo impactan en las variables dependientes. Los análisis experimentales se llevaron a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a excepción del análisis microbiológico, que se realizó en el Laboratorio LASA en Quito.

3.1.2. Diseño experimental

En el presente estudio, se diseñó tratamientos en los que se incorporan cannabis no psicoactivo en dosis que no presenten inquietud en los catadores semi entrenados. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) bifactorial conformado por 4 tratamientos con 3 réplicas con un total de 12 objeto de estudio, para ello la medición de las medias y se utilizó la prueba de Tukey que es al $p < 0,05$, implementando un sistema estadístico de Infostat.

La “tabla 3” los factores de estudio y sus interacciones, detallando cómo cada factor afecta las variables de interés y las relaciones entre ellos. Se incluyen datos sobre las principales variables estudiadas y cómo sus interacciones influyen en los resultados generales del análisis.

Tabla 3*Factores de estudio e interacciones*

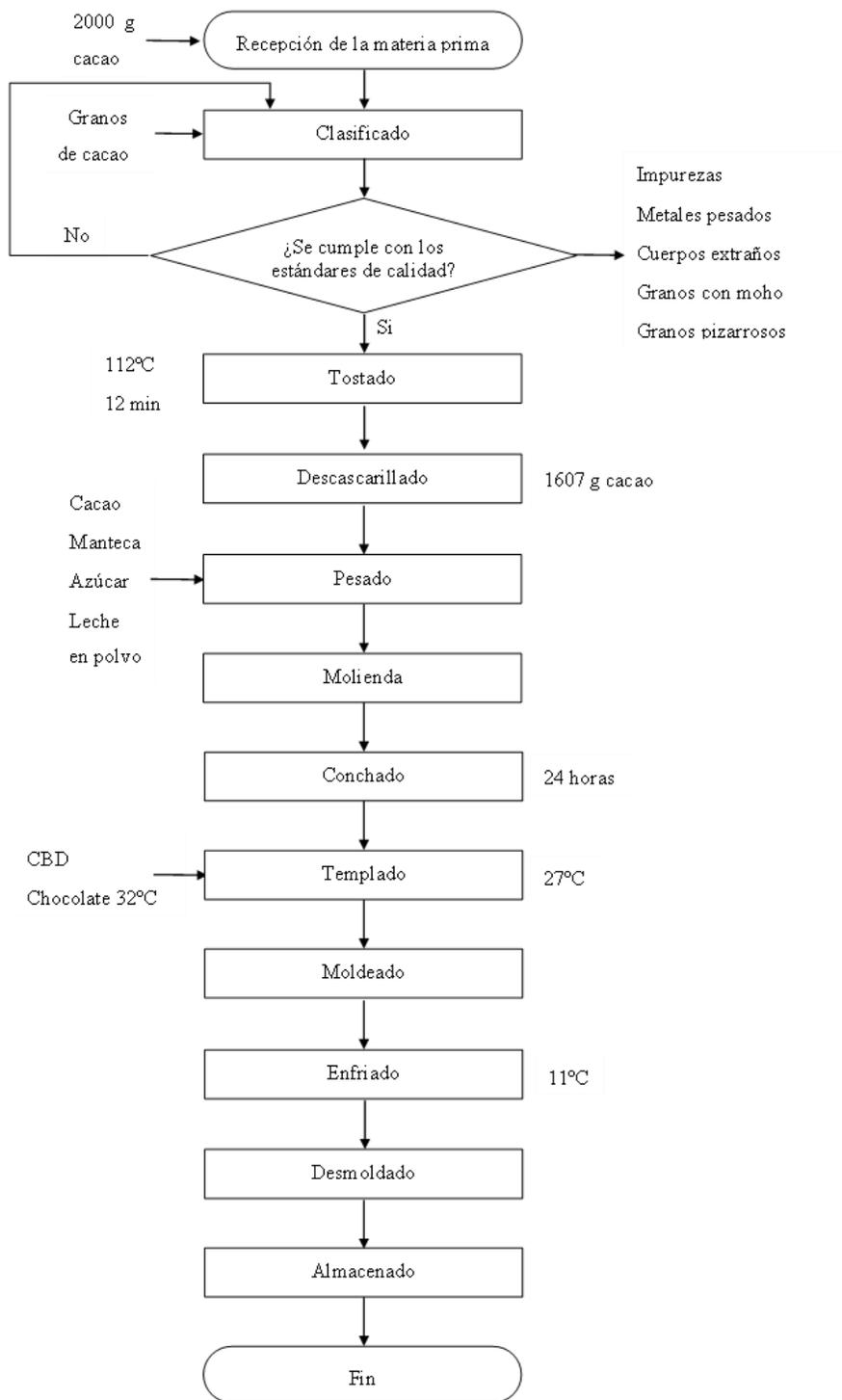
Factores A (Cacao)	Factor B (Cannabis)
CCN-51	0 %
CCN-51	0.2 %
CCN-51	0.4 %
CCN-51	0.6 %

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.1.3. Flujograma

Figura 1

Diagrama de flujo para la elaboración del chocolate



Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.1.4. Descripción del proceso de elaboración del producto.

Recepción

En esta etapa se obtuvo almendras de cacao *Theobroma Cacao* L. fermentados y secos provenientes de mazorcas de cacao CCN-51. También se tomaron muestras de diferentes bolsas para realizar pruebas de calidad. Esto incluye evaluar el tamaño, color y aroma de las semillas y por último se hizo un registro de cada lote de granos de cacao recibido se registra con información como fecha de llegada, proveedor, país de origen y observaciones relevantes.

Clasificación

Se excluyeron de las almendras de cacao aquellos elementos extraños o aquellos elementos externos que no sean perteneciente a la materia prima utilizada y evitando granos pizarrosos y con moho.

Tostado

El tostado se realizó mediante la utilización de estufa para tostar muestras, una vez distribuidas las almendras se las lleva a tostar a temperatura de 112 °C por 12 minutos tratando de controlar la temperatura, una vez tostadas las almendras se las dejó en reposo hasta que se enfríen totalmente.

Descascarillado

Una vez frías las almendras fueron llevadas los granos de cacao a descascarillar de forma manual separando la almendra de la cascarilla.

Molienda

Mediante el uso de un molino común o un molino se molieron los nibs de cacao para que se partan completamente y al mismo tiempo se reduzca el tamaño de forma uniforme.

Pesado

En esta etapa se procedió a pesar cuidadosamente todas las cantidades requeridas de los ingredientes a utilizar de acuerdo al proceso de elaboración de chocolate.

Conchado, mezclado y refinado

En esta etapa mediante el uso de una conchadora se introdujo la pasta de cacao hasta que se empieza a formar una masa, con el uso de paletas se ira moviendo y mezclando la masa hasta llegar a que la viscosidad sea la propia del chocolate, en esta parte si es requerido se puede agregar demás ingredientes si se desea producir una barra de mucha mejor calidad por 24 horas (Silva, 2021).

Templado

Una vez el chocolate tenga la consistencia esperada se logró templar con el objetivo de que la textura del chocolate no presente grumos y adquiera brillo, este proceso se realizó llevando el chocolate a la estufa a una alta temperatura de 32 °C para de esta manera bajar su temperatura a 27 °C mediante la agitación, en esta etapa se debe agregar las dosificaciones de CBD establecida para cada tratamiento (Costaguta, 2023).

Moldeado y llenado

Una vez que alcance una temperatura estable se vierten moldes limpios y esterilizados para barras de chocolate rectangular, en este apartado se añadió cannabis no psicoactivo durante el moldeado y se debe de expandir todo el chocolate en el molde tratando de que no queden burbujas que dañen la forma de la barra (Hernandez, 2022).

Enfriado

Los moldes fueron llevados a refrigeración o congelación para que adquieran solidez estas barras están a una temperatura de 10 a 12 °C hasta que estuvieran completamente sólidos.

Desmoldado, envasado y sellado

Una vez las barras están completamente solidas procedieron a despegarlas con cuidado de no romperlas, volteando el molde y dándoles golpes de poca fuerza mirando hacia abajo, una vez están fuera de los moldes se los envasó de forma manual en las fundas designadas para el tamaño y forma del chocolate finalmente se sella el envase usando una selladora de impulso.

3.1.5. Formulaciones para la elaboración de chocolate con cannabis no psicoactivo

(*Cannabis sativa* L.)

En la "tabla 4" presenta la formulación del chocolate elaborado con cannabis no psicoactivo sin la adición de CBD, utilizado como grupo de control. Se detallan las proporciones de los ingredientes y las características del producto final para comparar con las formulaciones que incluyen CBD."

Tabla 4

Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) sin CBD (Testigo)

Tratamiento # 1		
Materia prima	Cantidad	%
Cacao	424 g	55,89
Azúcar	114,32	26,79
Manteca de cacao	54,48 g	12,85
Leche en polvo	18,95 g	4,47
CBD	0	0,00
Total		100,00

Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la "tabla 5" se presenta la formulación del chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) que contiene un 0,2 % de CBD. Esta tabla detalla los componentes y las proporciones utilizadas en la formulación del chocolate para evaluar su impacto en las características del producto final.

Tabla 5

Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) con 0,2 % CBD

Tratamiento # 2		
Materia prima	Cantidad	%
Cacao	424 g	55,69
Azúcar	114,32 g	26,79
Manteca de cacao	54,48 g	12,85
Leche en polvo	18,95 g	4,47
CBD	1,22 mL	0,2
Total		100,00

Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la “tabla 6” se muestra la formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) que contiene 0,4 % de CBD. Esta tabla detalla las proporciones y componentes específicos utilizados en la elaboración del chocolate, incluyendo las cantidades de cannabis, CBD, y otros ingredientes clave.

Tabla 6

Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) con 0,4 % CBD

Tratamiento # 3		
Materia prima	Cantidad	%
Cacao	424 g	55,49
Azúcar	114,32 g	26,79
Manteca de cacao	54,48 g	12,85
Leche en polvo	18,95 g	4,47
CBD	2,44 mL	0,4
Total		100,00

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La “tabla 7” presenta la formulación detallada del chocolate elaborado con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.), que contiene un 0,6 % de CBD. Se incluyen las proporciones exactas de los ingredientes utilizados y las características específicas de la formulación para evaluar su composición y potencial en productos alimenticios.

Tabla 7

Formulación de chocolate con cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) con 0,6 % CBD

Tratamiento # 4		
Materia prima	Cantidad	%
Cacao	424 g	55,29
Azúcar	114,32 g	26,79
Manteca de cacao	54,48 g	12,85
Leche en polvo	18,95 g	4,47
CBD	3,67 mL	0,6
Total		100,00

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.1.6. Tabla de materia primas, materiales y equipos a utilizar

La “tabla 8” presenta un listado detallado de las materias primas, materiales y equipos necesarios para el proceso. Incluye especificaciones relevantes para cada elemento, facilitando la preparación y ejecución del procedimiento.

Tabla 8

Materias primas, materiales y equipos a utilizar

Materiales	Materias Primas	Equipos
Mandil	Granos de cacao	Tostador
Cofia	Azúcar	Refinador
Guantes	Leche en polvo	Conchadora
Mascarillas	Manteca de cacao	Templadora
		Mezclador
		Moldes
		Balanza

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.1.7. Operacionalización de variables

La “tabla 9” presenta una estructura detallada de cómo se han definido y medido las variables del estudio. Incluye los indicadores específicos, las escalas de medición y los métodos utilizados para cada variable, proporcionando una visión clara de la manera en que se han operacionalizado los conceptos teóricos en variables cuantificables.

Tabla 9*Operacionalización de variables*

	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Independiente	Dosificaciones	CBD y Cacao CCN-51	Cambio en las características organolépticas - textura y consistencia	Resolución ARCSA-DE- 002-2021- MAFG	Gotero y balanza
	pH	pH	Analizar 4 tratamientos con 3 réplicas	NMX-F-317-s- 1978	Potenciómetro
Dependiente	Grados Brix	°Brix		NMX-F-103- 1982	Refractómetro
	Microorganismos patógenos	Mohos y levaduras UFC/g	Análisis al mejor tratamiento	NTE INEN 1529-10	Placas Petri y medios de cultivo
	Organolépticas	Características sensoriales	Sabor Olor Textura Color	Encuestas	Encuesta de aceptabilidad

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.2. Población y muestra de investigación

3.2.1. Población

Se efectuó a través de evaluación a 12 catadores semi-entrenados para evaluar mediante una escala hedónica los siguientes atributos como lo son: Aroma, acidez, amargor, sabor, aceptabilidad. El panel de cata semi-entrenado recibirán las muestras en platillos desechables.

Los estándares de la escala hedónica estuvieron conformados por lo siguiente: 5) me gusta mucho, 4) me gusta, 3) me gusta poco, 2) no me gusta, 1) me disgusta.

La "tabla 10" muestra la evaluación de 12 catadores semi-entrenados sobre aroma, acidez, amargor, sabor y aceptabilidad, utilizando una escala hedónica de 1 (me disgusta) a 5 (me gusta mucho).

Tabla 10

Población

N°	Códigos	Descripción
1	T1	CCN-51 + 0 % Cannabis
2	T2	CCN-51 + 0,2 % Cannabis
3	T3	CCN-51 + 0,4 % Cannabis
4	T4	CCN-51 + 0,6 % Cannabis

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.2.2. Muestra

En el desarrollo de este estudio se optó por un diseño experimental, en donde la muestra fue calculada por el diseño (DCA-Diseño Completamente al Azar), conformado por 1 testigo y 3 tratamientos, combinándose con diversos factores para evaluar. Cada tratamiento consta de 3 réplicas con un total de 12 objetos de estudio, cada muestra de 10 g cada una.

La "tabla 11" presenta un resumen detallado de las muestras analizadas en el estudio. Incluye información clave sobre cada muestra, como las características observadas, los parámetros medidos y cualquier dato relevante relacionado con la evaluación realizada.

Tabla 11

Muestra

Factores		Análisis	
Código	Cacao+ Dosificación de cannabis	pH	Grados brix
T1	Cacao CCN-51+ 0 % Cannabis (Testigo)	3	3
T2	Cacao CCN-51+ 0,2 % Cannabis	3	3
T3	Cacao CCN-51+ 0,4 % Cannabis	3	3
T4	Cacao CCN-51+ 0,6 % Cannabis	3	3

3.2.3. Localización

En el presente trabajo de investigación se efectuó en la Granja Experimental “San Pablo” que se encuentra ubicada en el km 7 ½ de la vía Babahoyo - Montalvo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, pertenecientes a los Predios de la Universidad Técnica de Babahoyo de la Carrera de Agroindustria, en la Provincia de Los Ríos, Babahoyo Ecuador, cuyas coordenadas son LAT: - 1.797411 y Long: - 79.482843 y una humedad relativa del 82 %.

3.3. Técnicas e instrumentos de medición

3.3.1. Técnicas

La “tabla 12” presenta un resumen de las diferentes técnicas empleadas en el estudio. Incluye detalles sobre los métodos utilizados, sus aplicaciones y características principales,

proporcionando una visión general de las técnicas analizadas y su relevancia en el contexto del proyecto.

Tabla 12

Técnicas

Dimensiones	Indicadores	Métodos
Dosificaciones	% Aceite de cannabis	ARCSA-DE-002-2021-MAFG N/A
Ph	Ph	NMX-F-317-s-1978
Grados Brix	° Brix	NMX-F-103-1982
Los Microorganismos- Patógenos	Levadadores y Mohos UP/g	PEE.LASA.Mb.04; BAM CAP 18
Las Organolépticas	Características- sensoriales	Encuesta de aceptabilidad

Nota. Fuente: Párraga (2024)

3.3.3. Análisis fisicoquímico

Para la valoración de los parámetros fisicoquímicos de los chocolates con cannabis no psicoactivo se realizó a escala de laboratorios, los cuales fueron empleados:

- pH por medio de pHmetro (NMX-F-317-s-1978)
- Grados brix REFRACTOMETRO (NMX-F-103-1982)

El Ph

Se basa en una mezcla de acidez o alcalinos en una disolución acuosa, este, indica el funcionamiento oportuno de los iones de hidrogeno que están presentes en cada disolución. La

determinación del PH se realiza por una norma conocida como: NMX-F-s-1978, ayudando a revelar el uso de potenciómetros en el uso de los productos líquidos o acuosos.

Procedimiento

pH (Método NMX-F-317-s-1978): en un vaso de 100 mL se coloca 1 gramo de muestra y se añade 50 mL de agua destilada, se deja reposar durante una hora con agitaciones suaves y continuas durante el intervalo de tiempo, finalmente se mide el pH con un potenciómetro el cual debe estar previamente calibrado con tres tipos de buffers 4, 7 y 10 para lograr tener mayor precisión, los valores son reportados con un decimal.

Grados brix

Estos, son una medida que especifica parcialmente el porcentaje de materia seca que esta disuelta en algún tipo de líquido. Por ejemplo, una solución de 25 °Brix que contiene 25 gramos de sólido, que estaría disuelto en 100 gramos de una solución total. Esta unidad proporciona una estimación del contenido de azúcares en frutas que puede servir como un indicador del grado de maduración de la misma.

Se considera la temperatura ambiente, la cual debe ser de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se emplea un refractómetro que este estrechamente alineado con la dirección de la luz para medir la concentración, en donde la cual se expresa como un porcentaje de fracción de mesa, para así realizarla medición y se aplique directamente en dos p tres gotas de la muestra sobre la placa refractómetro, para poder observar a través de él (Loor & Moyano, 2022).

Procedimiento

Sólidos solubles NMX-F-103-1982: en un vaso de precipitado se coloca 1 gramo de muestra y posteriormente se le agrega 50 mL de agua destilada precalentada a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, se agita por 2 minutos en un vortex para continuamente dejarlo reposar por un tiempo de 20 minutos, luego se centrifuga a 3000 rpm, del cual se toma una alícuota para la medición de los grados

°Brix de la presente muestra. Los valores son reportados con un solo decimal y cada tratamiento es triplicado para obtener mayor exactitud y calidad del análisis.

3.3.4. Análisis de microbiológico

Se llevó a cabo mediante un análisis externo, donde enviamos la muestra al Laboratorio de Análisis de alimentos LASA que se encuentra en la ciudad de Quito, en donde se realizará la cuantificación de componentes microbianos (Mohos y levaduras) por el método de referencia de (PEE.LASA.MB.04; BAM CAP 18)

3.3.5. Análisis sensorial

Es un estudio que se utilizó para medir e interpretar respuestas a características de productos alimenticios que son percibidas por los sentidos. Las pruebas que se utilizan para la evaluación de preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto; es conocido como “pruebas cuantitativas de consumo” o “pruebas orientadas al consumidor” (POC), debido a que se lleva a cabo un panel de consumidores semi entrenados.

3.3.6. Tipo de prueba

Prueba hedónica: se utilizó para evaluar la aceptación y necesidad del mejor tratamiento. Hay que tener presente que los catadores reflejan su reacción individual, en donde tendrá la libre opción de indicar si le gusta o no le gusta el producto. Cabe mencionar que la aceptación del chocolate es el criterio propio del consumidor ante las propiedades físicas y químicas, conservando y degustando la calidad y textura del producto.

3.4. Procesamiento de datos

3.4.1. Recolección de datos

Se logró recolectar los datos de los tratamientos que se implementaron mediante el diseño factorial empleado, analizando así las características fisicoquímicas, organolépticas y biológicas.

3.4.2. Organización de datos

En la organización se realizó diversos análisis donde se llevó a cabo códigos para identificar los 4 tratamientos donde se empleó una base de datos.

3.4.3. Análisis de datos

Se llevo a cabo este análisis utilizando el método de análisis de varianza ANOVA, en combinación con la prueba de Tukey, empleando softwares estadísticos en las versiones gratuitas como lo es el InfoStat, el cual nos permite analizar el P-Valor dándonos una referencia a que si el resultado es menor a 0.05 existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos estudiados, mientras que si en P-Valor es mayor a 0.05 no existe diferencia estadísticamente significativa.

3.5. Aspectos éticos

En este trabajo toda la información brindada fue manejada de forma ética, es decir fue obtenida de manera legal y muy pegada a la verdad.

CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En la "tabla 14" se presentan los resultados del análisis fisicoquímico, incluyendo las mediciones de Brix y pH. Esta tabla resume los valores obtenidos para cada tratamiento, proporcionando una visión general de las características fisicoquímicas evaluadas.

Tabla 14

Análisis fisicoquímico (brix y pH).

Factor			Variables	
Tratamientos	Cacao	CBD	°Brix	pH
T1	CCN-51	0 %	43,56	5,50
T2	CCN-51	0,2 %	43,53	5,60
T3	CCN-51	0,4 %	43,50	5,70
T4	CCN-51	0,6 %	43,48	5,90
	EEM±		3,30E-03	0,06
	CV		0,01	1,76
	P-Valor		<0,0001	0,0066

* EEM= Error estándar de la media; CV= Coeficiente de variación.

Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la tabla también se muestran los resultados del coeficiente de variación los cuales son de 0.01 para °Brix y 1.76 para pH. Finalmente, el error estándar de la media también es bastante bajo, dando como resultado 0.0033 °Brix y 0.06 para pH. Indicándonos de esta manera que las mediciones realizadas son bastante exactas y precisas, por lo cual lo convierte en datos confiables para la investigación.

Análisis Organolépticos

Se desarrollo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el diseño experimental, se realizó 4 tratamientos, replicándolos 20 veces para posteriormente alcanzar la medida de cada una de las variables, para poder interpretar si hay diferencias representativas. También se utilizó el análisis de varianza ANOVA y pruebas de TUKEY para verificar la relación entre las variables, los resultados se muestran a continuación también en una manera mucho más gráfica:

En la "Tabla 15" se muestran los resultados del análisis sensorial, destacando que el Tratamiento 4 obtuvo las medias más altas en aroma, acidez, amargor, sabor y aceptabilidad, sin diferencias estadísticas significativas entre los demás tratamientos.

Tabla 15

Prueba de rangos múltiples bajo la metodología Tukey

Factor			Variabes				
Tratamientos	Cacao	CBD	Aroma	Acidez	Amargor	Sabor	Aceptabilidad
T1	CCN-51	0 %	4,60	2,35	3,20	4,10	4,05
T2	CCN-51	0.2 %	3,90	2,60	2,95	3,35	3,70
T3	CCN-51	0.4 %	4,45	2,50	3,45	3,35	3,60
T4	CCN-51	0.6 %	4,60	3,05	3,15	4,40	4,55
EEM±			0,16	0,37	0,34	0,24	0,21
CV			16,19	62,61	47,42	28,27	23,6
P-Valor			0,0067	0,5715	0,7747	0,0035	0,0085

* EEM= Error estándar de la media; CV= Coeficiente de variación.

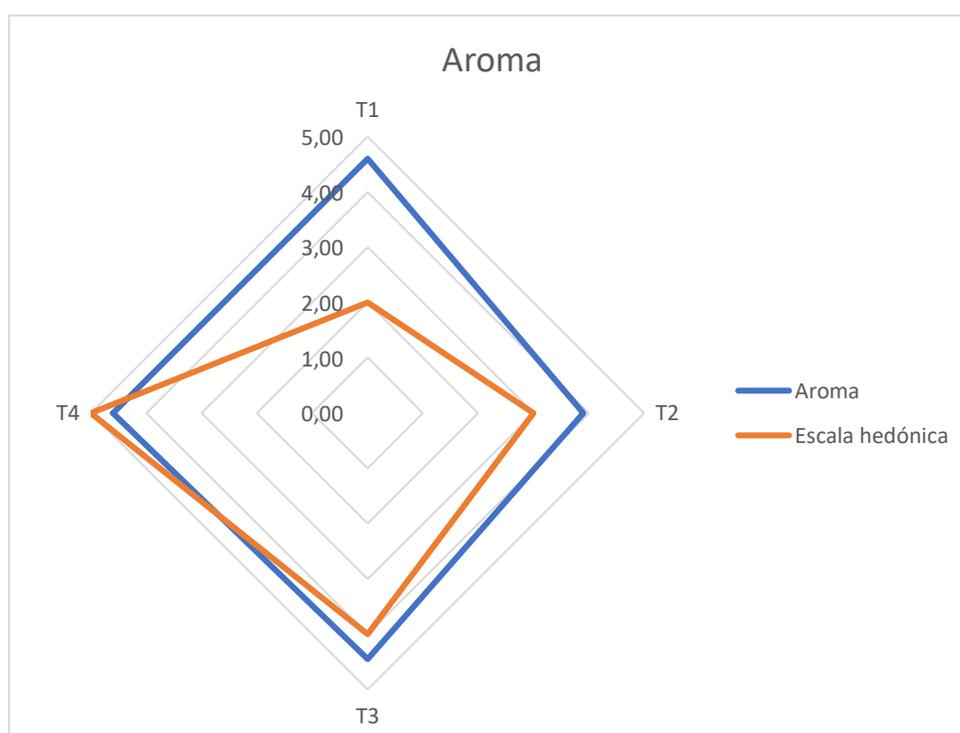
Nota. Fuente: Párraga (2024)

Cabe resaltar que el método empleado para la determinación entre las medias es el procedimiento Tukey, puesto que con este método hay un riesgo del 5.0 % al momento de determinar que 1 o más pares son notablemente distintos cuando el sobrante real es igual a 0.

En la “figura 2” se presenta la comparación de la variable aroma entre los distintos tratamientos evaluados. Esta variable se mide utilizando la escala hedónica, donde 1 representa la calificación más baja y 5 la más alta y aceptada por el público. Los resultados muestran variaciones en las puntuaciones de aroma, destacando que los tratamientos T1 y T4 obtuvieron las valoraciones más altas, mientras que el tratamiento T2 obtuvo la puntuación más baja.

Figura 2

Diagrama de aroma para tratamientos.

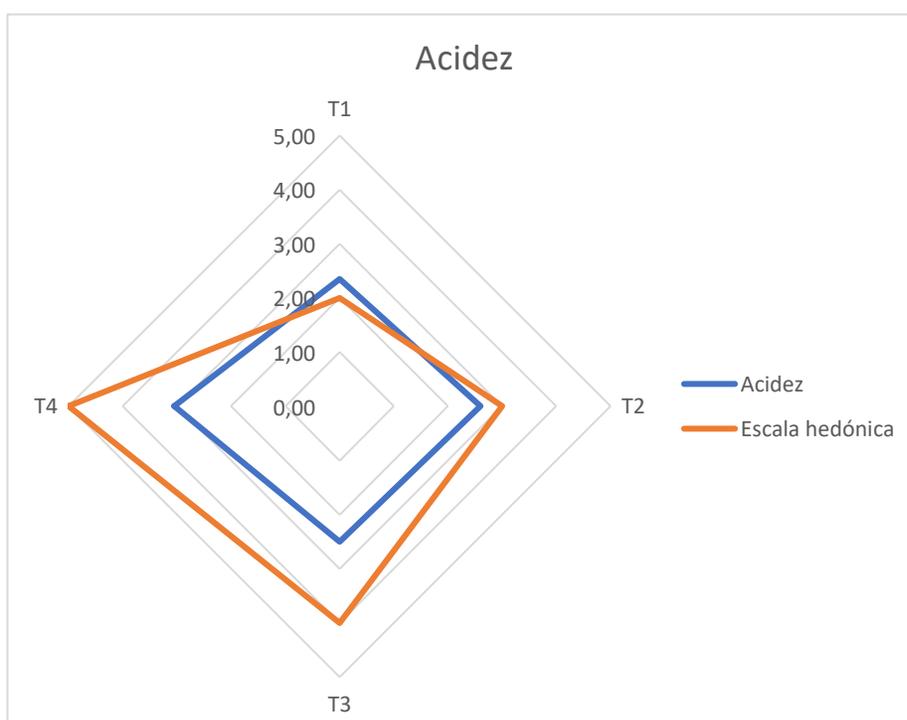


Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la “figura 3”, la variable acidez se evalúa utilizando la escala hedónica, donde 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto y preferido por el público. Los resultados muestran variaciones en las puntuaciones de los diferentes tratamientos, destacando que el tratamiento T4 obtuvo la puntuación más alta, mientras que el tratamiento T1 registró la más baja.

Figura 3

Diagrama de acidez para tratamientos.

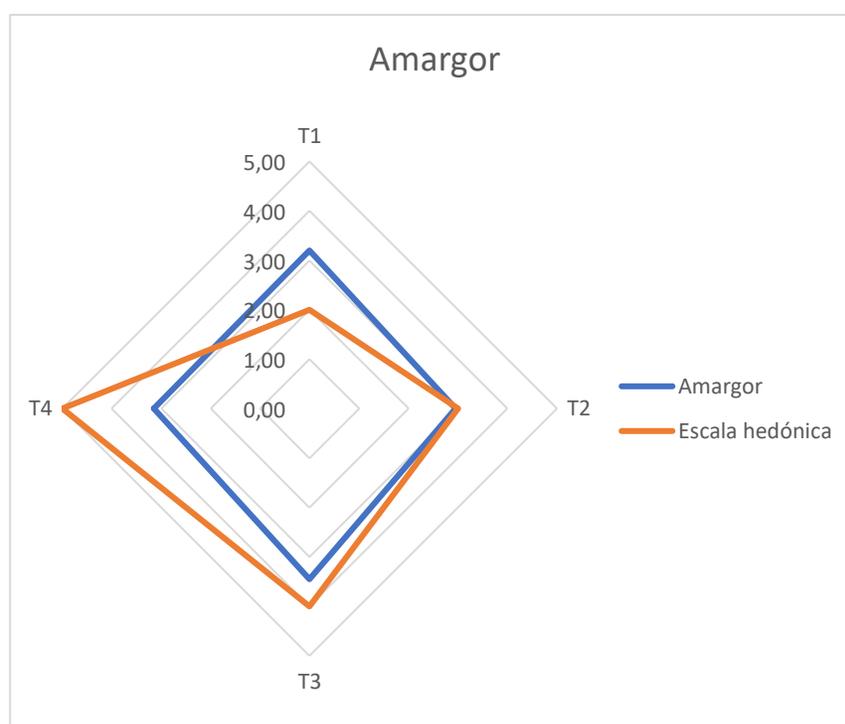


Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la "figura 4" se muestra la variable "Amargor" evaluada para los distintos tratamientos estudiados. Esta variable fue medida utilizando la escala hedónica, donde 1 representa la menor intensidad y 5 la mayor y más aceptada por el público. Los resultados reflejan variaciones en las puntuaciones entre los tratamientos, destacando que el tratamiento T3 obtuvo la mayor puntuación, mientras que el tratamiento T2 registró la menor.

Figura 4

Diagrama de amargor para tratamientos.

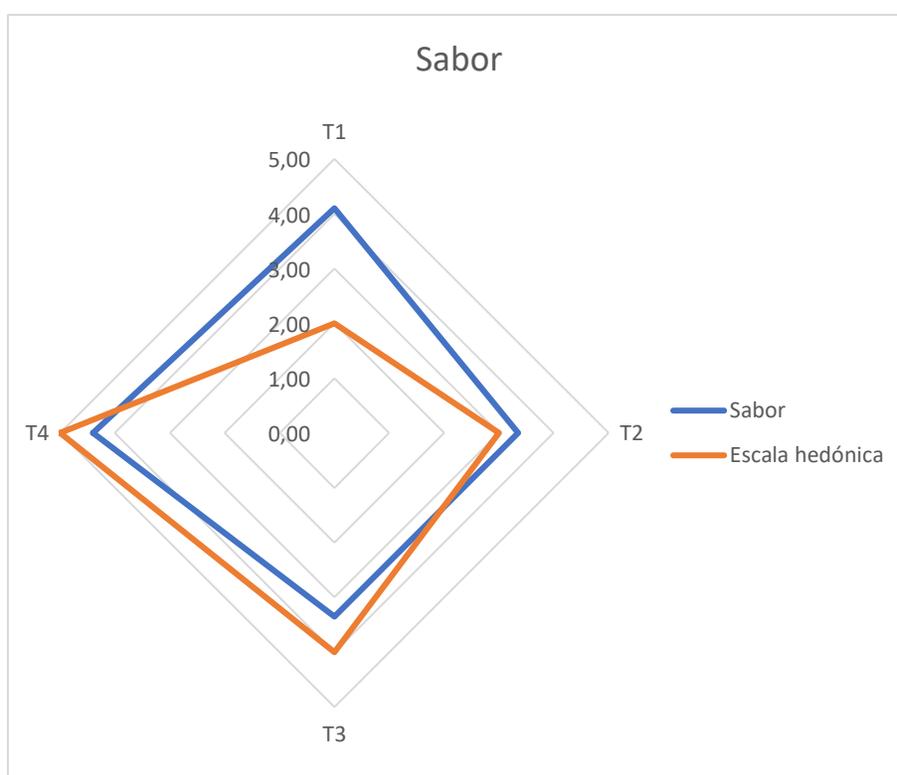


Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la “figura 5”, que representa la variable "sabor" para los diferentes tratamientos analizados, se observa que esta variable fue evaluada utilizando una escala hedónica. Los resultados muestran variaciones significativas en las puntuaciones, destacándose el tratamiento T4 con la puntuación más alta, mientras que los tratamientos T2 y T3 presentan las calificaciones más bajas.

Figura 5

Diagrama de sabor para tratamientos.

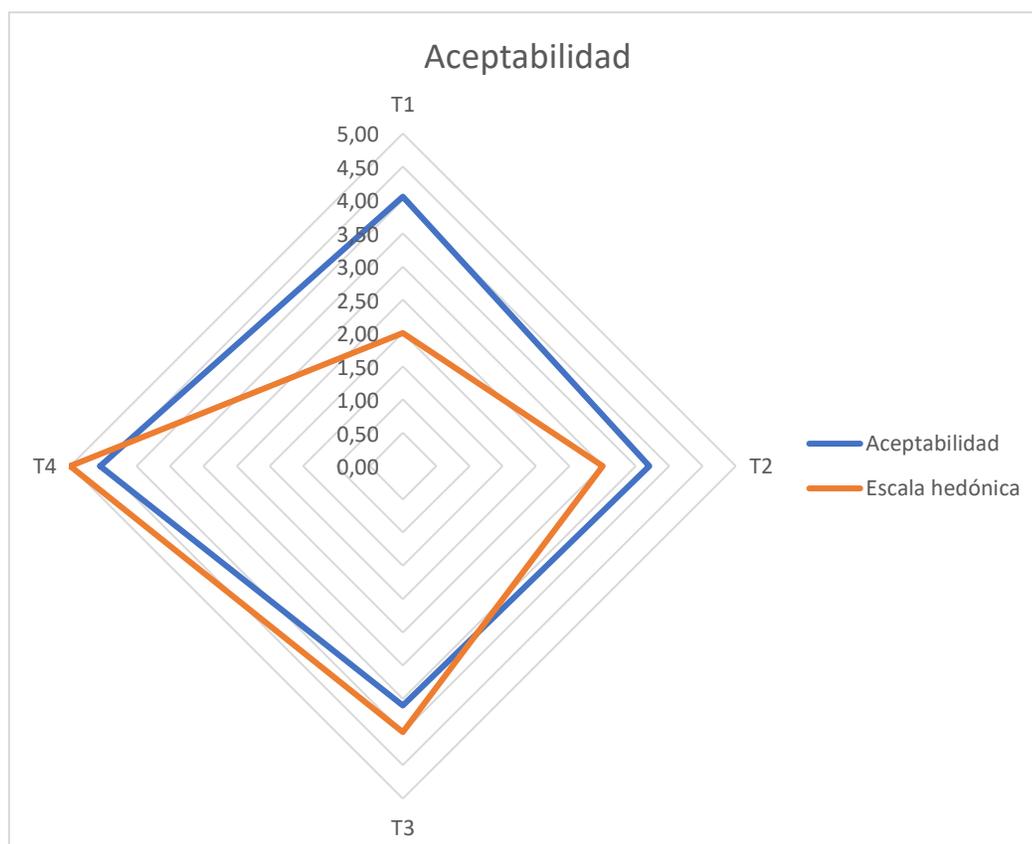


Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la “figura 6” se presentan los resultados de la variable aceptabilidad para los distintos tratamientos estudiados, evaluada mediante la escala hedónica. Los resultados muestran variaciones significativas entre los tratamientos, destacándose que el tratamiento T4 obtuvo el mayor puntaje en la escala, mientras que el tratamiento T3 registró la menor puntuación.

Figura 6

Diagrama de aceptabilidad para tratamientos.



Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la “tabla 13” se presenta un resultado en el que se observó una concentración de menos de 10 unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de muestra, expresada como <10 UFC/g. El resultado tiene una incertidumbre del 8,8 % con un nivel de confianza del 95 % (K=2), lo que indica una baja concentración de mohos en la muestra. El margen de error es de $\pm 8,8$ %, siendo considerado un porcentaje aceptable para la precisión del análisis.

Tabla 13

Análisis microbiológico

Parámetros	Unidades	Resultado	Incertidumbre (K=2)	%U	Normativa
Recuento en placa Mohos	UFC/g	<10	$\pm 8,8$		NTE INEN 1529-10
Recuento en placa Levaduras	UFC/g	<10	$\pm 7,6$		NTE INEN 1529-10

Nota. Fuente: Obtenido de Laboratorio LASA.

El análisis microbiológico nos afirma que la cantidad de levaduras en la muestra presente es inferior a 10 unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), mientras que la incertidumbre de esta medición es del 7,6 % en (K=2) que es básicamente un nivel de confianza del 95 % teniendo un margen de error del ± 7.6 .

4.2. Discusión:

En cuanto a los resultados alcanzados de los análisis fisicoquímicos para la determinación de sólidos solubles (°Brix) cabe mencionar que se obtuvieron valores los cuales oscilan entre 43.56 y 43.48, para los 4 tratamientos presentes, estos resultados están elevados a comparación de los datos obtenidos por (González *et al.*, 2019) en los cuales tuvieron una lectura de 15 y 30 grados Brix, por lo tanto, este producto tiene una mayor cantidad de sólidos solubles, mismas que nos dieron a conocer una distinción significativa a comparación de los resultados obtenidos.

La variabilidad de los grados Brix puede atribuirse a que a mayor contenido de CBD se disminuiría el contenido de sólidos disueltos.

Mientras que, por otro lado, los resultados que se obtuvieron en la medición de pH se encuentran entre una lectura de 5.5 y 5.9 lo que indica que los valores obtenidos en el presente análisis son ligeramente ácidos. Cabe resaltar que estos datos están acordes a la investigación realizada por (Escobar & Vargas, 2023) ya que sus resultados son similares debido a que sus datos oscilan entre 5,31 y 5,52.

Los resultados muestran que el uso adecuado de las técnicas de medición, muestran características similares en ambas partes estudiadas lo que ayuda a fortalecer la credibilidad de cada uno de los hallazgos presentados a lo largo del desarrollo de este estudio. Resaltando que el estudio del autor (Guerra & Castillo, 2023), demostró que existe un PH de 4.48 afirmando que es más ácido de lo común.

Finalmente, en el análisis sensorial se destacó el tratamiento 4 (T4), ya que se obtuvieron mejores valores en sabor, aceptabilidad y acidez, mientras que en aroma quedó como el segundo más alto sin presentar diferencia significativa, y en amargor quedó como el segundo más bajo, por lo tanto, este tratamiento fue el candidato ideal para realizar los análisis microbiológicos. Por

lo tanto, cabe aclarar que el tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de los catadores ha sido aquel que contiene un mayor porcentaje de CBD ya que esto cambia particularmente sus variables de respuesta, dándole así un perfil de sabor único y distintivo. Es decir, el tratamiento 4 logró alcanzar una armonía y equilibrio en el sabor, lo cual es crucial para su alta aceptabilidad entre los tratamientos analizados. Por otro lado, la investigación realizada por (Fernández *et al.*, 2022) indica que los resultados obtenidos en el análisis sensorial de un producto sin CBD, resaltan variables como amargor, astringencia y aroma de tostado, mientras que en el chocolate con 0,6 % de CBD se destaca en el sabor y aceptabilidad del mismo.

En el análisis microbiológico para el recuento de mohos se logro alcanzar un resultado de 10 unidades formadas por colonias por cada gramo de muestra (<10 UFC/g). Indicando así una baja concentración de mohos, y que sí se cumple con lo establecido de la normativa NTE INEN 1529-10, donde la precisión del resultado nos indica que tiene un margen de error del $\pm 8,8$ % el cual es considerado razonable, mientras que en la investigación de (Mendoza & Palacios, 2024) se indica que hay 100 UFC por cada gramo de muestra. por lo que el chocolate con CBD se destaca en la muy poca producción de Mohos.

Por otro lado, la cantidad de levaduras en la muestra presente es inferior a 10 unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). Indicando así una baja concentración de levaduras, y que sí se cumple con lo establecido de la normativa NTE INEN 1529-10, por lo tanto, el margen de error ratica entre los $\pm 7,6$ %. En la investigación de (Mendoza & Palacios, 2024) también indica que hay 100 UFC por cada gramo de muestra, por lo que el chocolate con CBD se destaca en la muy poca producción de levaduras.

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

Los valores de los sólidos son notables entre los distintos tratamientos, con niveles de sólidos solubles que oscilan entre 43.56° y 43.48° Brix para los distintos tratamientos analizados. Las diferencias observadas entre estos tratamientos no presentan una significancia cuantitativa en comparación con los tratamientos previamente indicados.

En las mediciones de pH los resultados fueron entre 5.5 y 5.9 para los cuatro tratamientos estudiados, esta acidez leve es consistente y sugiere que el producto mantiene una calidad adecuada en términos de estabilidad y características organolépticas.

El tratamiento 4 se destacó en sabor, aceptabilidad y acidez, siendo muy bien valorado en las pruebas sensoriales. En términos de aroma, fue el segundo más alto sin diferencias significativas, y en amargor, fue el segundo más bajo sin presentar diferencia significativa, cabe destacar que este tratamiento fue el empleado para el análisis microbiológico debido a su gran aceptabilidad.

En el momento de recuento de mohos se obtuvo un resultado menor de 10 unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (<10 UFC/g), lo que indica una baja concentración de mohos.

El análisis microbiológico realizado al producto indica que este cumple con los estándares de seguridad alimentaria establecidos. La ausencia de microorganismos patógenos y el recuento dentro de los límites permitidos de microbiota indicadora sugieren que el proceso de elaboración y las condiciones de almacenamiento han sido adecuados, minimizando el riesgo de contaminación. Esto se traduce en un alimento inocuo, con una calidad sanitaria aceptable, apto para el consumo humano sin representar un peligro para la salud del individuo.

La cantidad de levaduras en la muestra fue menor a 10 unidades formadoras de colonias por gramo (<10 UFC/g), por lo tanto, esta baja concentración de levaduras indica que tiene un buen control microbiológico y asegura la calidad del chocolate.

Se cumple con la hipótesis alterna puesto que, la adición de cannabis no psicoactivo (*Cannabis sativa* L.) afecta significativamente los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en los chocolates, esto se puede afirmar con los resultados obtenidos como en el caso del pH, que mientras más porcentaje de CBD haya en la muestra esta se hace menos ácida. Y también destaca en los análisis organolépticos, debido a que el tratamiento 4 fue el mejor según las encuestas.

5.2. Recomendaciones:

Optimizar las formulaciones para ajustar las formulaciones con el objetivo de equilibrar el contenido de sólidos solubles y el contenido de CBD para que pueda mantener la calidad constante y optimizar sus propiedades sensoriales del producto.

Mantener un correcto control del pH para los procesos de producción con la finalidad de asegurar que las muestras logren mantenerse ligeramente ácidas el cual da como resultado una contribución a la estabilidad y calidad del producto, otra sugerencia sería el monitoreo continuo de microorganismos específicamente para mohos y levaduras en el producto final, logrando garantizar que se mantengan en niveles bajos de contaminación microbiológica y se cumplan los estándares de seguridad alimentaria.

Mejorar el perfil sensorial es importante para poder continuar con el trabajo del perfil sensorial del tratamiento 4 (T4) el cual ha demostrado ser el más aceptado hablando de sabor, acidez y aroma, se podrían realizar diversos ajustes que permitan reducir aún más el amargor y lograr optimizar la experiencia del consumidor.

Estandarizar los procedimientos para poder asegurar la consistencia con respecto a la calidad del producto ya que esto incluye controles rigurosos de temperatura, tiempos de procesamiento y por ultimo las condiciones de almacenamiento.

REFERENCIAS

- Oña & Sánchez. (2021). *Elaboración de chocolate artesanal con saborizantes naturales en el cantón Shushufindi provincia de Sucumbíos. [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8279>
- Almeida, J. A., Rivera García, J., & Ureña Peralta, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 1-12. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000400001&script=sci_arttext
- ARCSA. (2021). *REGULACIÓN Y CONTROL PRODUCTOS CONSUMO HUMANO QUE CONTENGAN CANNABIS.* Obtenido de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Acuerdo-Ministerial-148_Reglamento-para-el-uso-terapeutico-prescripcion-y-dispensacion-del-cannabis-medicinal-y-productos-farmaceuticos-que-contienen-cannabinoides.pdf
- ARCSA. (2021). *Regulación y control productos consumo humano que contengan cannabis.* Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-03/Documento_Resoluci%C3%B3n-ARCSA-DE-002-2021-MAFG-Normativa-T%C3%A9cnica-Sanitaria-para-regulaci%C3%B3n-control-productos-terminados-uso-consumo-humano-que-contengan-C%C3%A1lamo.pdf
- Arevalo & Castillo . (2023). *Actividad antioxidante y antiinflamatoria In vitro de Cannabis no Psicoactivo y su uso en el tratamiento paliativo de enfermedades. [Tesis de Licenciatura, Universidad Estatal de Bolívar].* Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/5177>

Balarezo, D. S. (2020). *Evaluación de una emulsión de CBD para uso potencial en diferentes medios*. Quito: Universidad de las Américas. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/13039>

Castro, K. (Agosto de 2023).

Costaguta, D. E. (2023). Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pDcblMape5IC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Templado+en+el+chocolate&ots=RSIYI78QCp&sig=We5IC6WGBtV3qhhA021L9sOeSew#v=onepage&q=Templado%20en%20el%20chocolate&f=false>

Crespín González, S., Pérez Tobar, H., & González Rosales, S. (2019). Evaluación de la formulación de tablillas de chocolate con cuatro porcentajes de grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su preferencia por el consumidor. *Revista Agrociencia*, 16-28. Obtenido de <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/151>

Díaz García, N., Rueda Baquero, D. A., & Valdelamar Durán, R. E. (2021). *Extracción de CBD por medio de la destilación de vapor saturado*. Colombia: Bachelor's thesis, Ingeniería Química. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10882/11362>

Escobar, M. L., & Vargas, M. M. (2023). *Estudio de la influencia de la molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/37904>

Etxebeste, M. (2022). Nuevas aplicaciones del CBD. *El farmacéutico: profesión y cultura*, 26-30. Obtenido de <https://www.elfarmacéutico.es/uploads/s1/15/76/55/ef-615-te-interesa-cbd.pdf>

- Fadda, P., Cifani, C., Fratta, W., Scherma, M., & Melas, P. (2021). *Cannabidiol as a Potential Treatment for Anxiety and Mood Disorders: Molecular Targets and Epigenetic Insights from Preclinical Research*. Recuperado el 14 de 08 de 2024, de <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/4/1863>
- Fernández, C., Salgado, N., & Silva, E. (2022). Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. *Revista Crítica Transdisciplinar*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/650/6503302002/6503302002.pdf>
- Freitas Freire, N., Cordani, M., Aparicio Blanco, J., Fraguas Sanchez, A., Dutra, L., Pinto, M., . . . Fialho, R. (2024). Preparación y caracterización de nanopartículas de PBS (Succinato de Polibutileno) que contienen cannabidiol (CBD) para aplicación anticancerígena. *Science Direct*, 1. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jddst.2024.105833>
- Fuentes, M. (2022). *Todo sobre el cannabis: Propiedades terapéuticas*. RBA Libros y Publicaciones. Obtenido de https://books.google.es/books?id=nX6AEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gavilánez Guerra, J., & Masqui Castillo, M. (2023). *ELABORACIÓN DE UNA BARRA CON PROPIEDADES ANTIOXIDANTES*. Guaranda: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6172/1/TESIS.pdf>
- Guerra, J. G., & Castillo, M. E. (2023). *Elaboración de una barra con propiedades antioxidantes a base de chocolate (Theobroma cacao) con jalea de tuna morada (Opuntia lagunae) utilizando miel de abeja como edulcorante. [Tesis de Ingeniería. Universidad Estatal de Bolívar]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6172>

- Guimenez, E. (5 de Agosto de 2021). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/cacao/>
- Hernandez, M. (2022). *Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia*. Bogota: Mundo 3D.
- Ignacio, J., & Esteban, A. (2021). *El cáñamo (Cannabis sativa L.): usos tradicionales e interés de sus semillas en alimentación y salud*. Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14352/11721>
- Jelsma, M., Kay, S., & Bewley Taylor, D. (2019). *Opciones de comercio (más) justo para el mercado de cannabis*. Obtenido de https://www.tni.org/files/publication-downloads/opciones_de_comercio_mas_justo_para_el_mercado_de_cannabis.pdf
- JIFE. (2022). *Informe de la Junta Internacional de Fiscalización de Estupefacientes*. Obtenido de https://www.incb.org/documents/Publications/AnnualReports/AR2022/Annual_Report/E_INCB_2022_1_spa.pdf
- Larrea, A. G., & Arévalo, D. G. (2024). THC y CBD una alternativa para el tratamiento del estrés en adultos: beneficios y controversias. Una revisión actualizada de la literatura. *Anatomía Digital*, 143-156. Obtenido de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/article/view/3007>
- Leal, K. (Agosto de 2023). *tuasaude*. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/cacao/>
- Loor Vélez, Y., & Heredia Moyano, S. (2022). Aprovechamiento y evaluación de una bebida no alcohólica a base de mucílago y placenta de Theobroma cacao L, Ananas comosus y Mangifera indica. *Revista de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/385/3853662002/3853662002.pdf>

- Loor, A. &. (2021). *Diseño modelo de costo de producción para la elaboración de chocolate artesanal de la microempresa la montaña del cantón Pangua provincia de Cotopaxi año 2020. [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7291>
- López, L. N. (2022). *Cacao Historia*. Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/20218/cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manjón, A. (2020). *El reto del cannabis: Contexto internacional y modelos nacionales de regulación*. Los Libros de La Catarata. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AnH6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=contexto+internacional+THC+&ots=4cNSw1_BvE&sig=kf-96g8rfLHBYPGxUm5DGb0vTAM#v=onepage&q=contexto%20internacional%20THC&f=false
- Mendoza Marcillo, Á. M., & Sánchez Palacios, A. R. (2024). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MANABÍ: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ*. Obtenido de https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2336/1/TIC_AI59D.pdf
- Mendoza, Á. M., & Palacios, A. R. (2024). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE EN LA EMPRESA KAACAO S.A. MANABÍ: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ*. Obtenido de https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2336/1/TIC_AI59D.pdf

- Mera, A. R. (22 de Septiembre de 2021). La vida social del cannabis. Disputas públicas y colectivas por derechos. pág. 14. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/94973659/La_vida_social_del_cannabis_Politica_y_Sociedad_2022-libre.pdf?1669648861=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa_vida_social_del_cannabis_Disputas_pub.pdf&Expires=1722558760&Signature=Zm51v-0kQ
- Muñoz , P. I. (2022). *Situación actual para la producción del cultivo Cáñamo (Cannabis sativa) en Ecuador*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13299>
- Musto, C. (2023). El rol de la transferencia internacional de herramientas para la regulación del cannabis en Uruguay. *Relaciones Internacionales*, 49–70. Obtenido de <https://revistas.uam.es/relacionesinternacionales/article/view/17010>
- Olmeda, A. M.-C. (2020). *El reto del cannabis*. Los Libros De La Catarata. Obtenido de https://books.google.es/books?id=AnH6DwAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Ortega, C. E. (2022). "Producción y comercialización del Cannabis como alternativa en el desarrollo sostenible en Azogues - Ecuador". *Universidad Católica de Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12006>
- Pérez, E. M., & Acurio, L. P. (2020). El Cañamo (Cannabis sativa L.) para uso industrial y farmacéutico una visión desde la industria alimentaria. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 99-106. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746466>
- Potcheca. (22 de Enero de 2022). Obtenido de <https://mexico.pochteca.net/que-es-y-en-que-consiste-la-extraccion-por-solventes/>

- Ramos. (2022). *Análisis comparativo de las normas que regulan los productos derivados del Cannabis sativa para uso medicinal en países americanos. [Tesis de Ingeniería, Universidad Central del Ecuador]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25697>
- Redqueen, S. (2022). *Guia-Extraccion-de-aceites-y-grasas-de-origen-vegetal*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/3.-Guia-Extraccion-de-aceites-y-grasas-de-origen-vegetal.pdf>
- Ribeiro de Souza, M., Teresinha Henriques, A., & Pereira Limberger, R. (2022). Regulación del cannabis medicinal: una visión general de los modelos de todo el mundo con énfasis en el escenario brasileño. *National Library of Medicine*, 1. doi:<https://doi.org/10.1186/s42238-022-00142-z>
- Rivas, R. A., & Briones, V. (2019). Cannabis sativa L. y su potencial farmacéutico. *Desde El Herbario CICY*, 167–171. Obtenido de <https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/2552>
- Rodriguez & Benitez . (2022). Extracción verde de cannabinoides y terpenos de Cannabis Sativa empleando disolventes eutécticos profundos naturales, una extracción más eficiente. *Reflexiones de los proyectos de Jóvenes Investigadores e Innovadores en el Departamento del Cauca*, 155. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Camilo-Romero/publication/372442644_Reflexiones_de_los_proyectos_de_Jovenes_Investigadores_e_Innovadores_en_el_Departamento_del_Cauca_2022/links/64b70df18de7ed28b3aaaaf08/Reflexiones-de-los-proyectos-de-Jovenes-Investig
- Rodríguez & Ortiz. (2020). Situación actual de Cannabis sativa, beneficios terapéuticos y reacciones adversas. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 4. Obtenido de <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2992>

- Rojas Guillén, L., Varela Vásquez, S., Sánchez Argüello, M., Alpízar Segura, D., & Chacón López, P. (2023). *El desarrollo Científico, Tecnológico y de Mercado del Cannabidiol (CBD)*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10669/90531>
- Ronquillo, K. T. (2024). *Situación legal del cannabis no psicoactivo (Cannabis sativa) en tres diferentes zonas de Ecuador y sus beneficios terapéuticos*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16376>
- Ros, E. (2024). Proceso de desarrollo y producción de medicamentos, alimentos y cosméticos con derivados de cannabis. *Indufarma: industria farmacéutica*, 8-13. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9512514>
- Rosseta. (14 de Octubre de 2022). Optimización de la extracción sólido-líquido de CO2 supercrítico con Caudalímetros másicos Coriolis. pág. 1. Obtenido de <https://rosetta-technology.com/es/aula-tecnica/notas-tecnicas/co2-super-critico#:~:text=El%20CO2%20supercr%C3%ADtico%20es%20el,se%20encuentra%20en%20el%20supermercado.>
- Sánchez & Oña . (Marzo de 2021). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8279/1/PI-001881.pdf>
- Sánchez. (2023). *Desarrollo de un método para la extracción de cannabidiol (CBD) a partir de flores de Cannabis sativa L. en el Laboratorio Neofármaco del Ecuador CIA. LTDA. [Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39430>
- Silva, A. (2021). *Mejora del proceso de refinado y mezclado en la elaboración del chocolate para incrementar la productividad en una empresa de la ciudad de Lima*. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8435>

- Soto, J. D. (2024). *Yogurt Griego Enriquecido con CBD*. Universidad Santo Tomás. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/54045>
- Torres , D., & Minchán , H. H. (2024). Fermentación de variedades y clones de cacao en cuatro tiempos y su efecto sobre calidad sensorial para chocolate de taza. *Revista Científica Pakamuros*, 65-77. Obtenido de <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/304>
- Turner , A., Patel, P., & Agrawal, S. (2024). Marihuana. *National library of Medicine*, 1. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430801/>
- Vargas. (2023). *Estudio de la influencia de la molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura. [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37904>
- Vera Chang, J. F., Vásquez Cortez, L. H., Valverde Burgos, E. A., Rodríguez Cevallos, S. L., Uvidia Vélez, M. V., Palacios Benites, J. C., & Intriago Flor, F. G. (2024). Obtenido de <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v2.n1.2024.71-90>
- Works, N. G. (1 de Septiembre de 2023). *National Geographic*. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/09/el-origen-del-cacao-y-su-fascinante-historia>
- Yi kai, J., Meng meng, L., Si yi, W., Zhi chao, H., Xin, M., Hai xue, K., . . . Yan, L. (2024). Efecto protector de las fenilpropionamidas en la semilla de Cannabis Sativa L. sobre la enfermedad de Parkinson mediante autofagia. *Science direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105883>

- Yingrui, L., Ze , C., Jia, G., Deshuang, M., Xin, P., Zepeng, S., . . . Yinghua, P. (2024). Mejora de la Orientación Cerebral y la Eficacia del Cannabidiol a través del Sistema de Nanoentrega RVG-Exo/CBD. *Science Direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.150260>
- Yungán. (2023). *Investigación de mercado de subproductos derivados de Cannabis sativa en el cantón Ambato provincia de Tungurahua. [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21172>
- Zamora, T. H. (2020). Mariguana, estigma y rechazo social. Apuntes para una genealogía de la condena al consumidor de cannabis psicoactiva en México. *Cultura Y Droga*, 19–243. Obtenido de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/culturaydroga/article/view/2523>
- Zapata , M. (2023). CBD en aplicaciones alimentarias : una revisión del marco normativo nacional e internacional para su uso legal y seguro. *Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/40119>
- Zapata, M. (2023). *CBD en aplicaciones alimentarias : una revisión del marco normativo nacional e internacional para su uso legal y seguro*. Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/40119>

ANEXOS

7.1. Elaboración de productos



Anexo 1: Tostado de los granos de cacao



Anexo 2: Descascarillado



Anexo 3: Molienda de los nibs de cacao



Anexo 4: Conchado y adición de manteca de cacao



Anexo 5: Adicionamiento de CBD



Anexo 6: Enfriado



Anexo 7: Moldeado del chocolate

7.2. Análisis organoléptico

La "tabla 14" muestra el ANOVA para los grados Brix entre tratamientos, destacando las diferencias significativas en el contenido de azúcar.

Tabla 14

ANOVA para °Brix por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,01	3	3,9E-03	116,25	<0,0001
Tratamientos	0,01	3	3,9E-03	116,25	<0,0001
Error	2,7E-04	8	3,9E-03		
Total	0.01	11			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La "tabla 15" muestra el análisis ANOVA del pH por tratamientos, incluyendo valores de F y p-valor para evaluar diferencias significativas.

Tabla 15

ANOVA para pH por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,26	3	0,09	8,75	0,0066
Tratamientos	0,26	3	0,09	8,75	0,0066
Error	0,08	8	0,01		
Total	0,34	11			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La “tabla 16” muestra el ANOVA para el aroma entre diferentes tratamientos, incluyendo los valores de suma de cuadrados, grados de libertad, valor F y valor p para evaluar diferencias significativas.

Tabla 16

ANOVA para Aroma por Tratamientos

Fuente	Suma Cuadrados	de GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,64	3	2,21	4,38	0,0067
Tratamientos	6,64	3	2,21	4,38	0,0067
Error	38,35	76	0,50		
Total	44,99	79			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La “tabla 17” presenta el ANOVA para la acidez por tratamiento, mostrando los valores de prueba y la significancia de las diferencias entre tratamientos.

Tabla 17

ANOVA para Acidez por Tratamiento

Fuente	Suma Cuadrados	de GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,45	3	1,82	0,67	0,5715
Tratamientos	5,45	3	1,82	0,67	0,5715
Error	205,30	76	2,70		
Total	210,5	79			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La "tabla 18" presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable de amargor entre diferentes tratamientos. Muestra las diferencias estadísticas en los niveles de amargor, permitiendo identificar si hay variaciones significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 18

ANOVA para Amargor por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,54	3	0,85	0,37	0,7747
Tratamientos	2,54	3	0,85	0,37	0,7747
Error	173,65	76	2,28		
Total	176,19	79			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

En la "tabla 19" se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del sabor entre tratamientos, indicando las diferencias significativas en la percepción del sabor.

Tabla 19

ANOVA para Sabor por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	17,10	3	5,70	4,94	0,0035
Tratamientos	17,10	3	5,70	4,94	0,0035
Error	87,70	76	1,15		
Total	104,80	79			

Nota. Fuente: Párraga (2024)

La "tabla 20" muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la aceptabilidad entre tratamientos, incluyendo los valores de F y su significancia, para determinar si las diferencias en aceptabilidad son estadísticamente significativas.

Tabla 20

ANOVA para Aceptabilidad por Tratamientos

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	11,05	3	3,68	4,18	0,0085
Tratamientos	11,05	3	3,68	4,18	0,0085
Error	66,90	76	0,88		
Total	77,95	79			

Nota. Fuente: Párraga (2024)



Anexo 8: Evaluación sensorial del producto final

ANÁLISIS SENSORIAL DE CHOCOLATE CON CANNABIS NO PSICOACTIVO (CANNABIS SATIVA L.)



NOMBRE:

Instrucciones: Marque según su apreciación el número en la escala, donde 0 es la calificación más baja y 5 la calificación más alta

TRATAMIENTO #1

CATEGORIA	ESCALA	PUNTUACION
Aroma	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Acidez	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Amargor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Sabor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Aceptabilidad	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	

TRATAMIENTO #2

CATEGORIA	ESCALA	PUNTUACION
Aroma	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Acidez	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Amargor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Sabor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Aceptabilidad	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	

TRATAMIENTO #3

CATEGORIA	ESCALA	PUNTUACION
Aroma	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Acidez	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Amargor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Sabor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Aceptabilidad	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	

TRATAMIENTO #4

CATEGORIA	ESCALA	PUNTUACION
Aroma	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Acidez	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Amargor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Sabor	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	
Aceptabilidad	0 1 2 3 4 5 [] [] [] [] [] []	

Anexo 9: Encuesta

7.3. Análisis microbiológico



LABORATORIO LASA



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS



ILAC-MRA



ACCREDITED
CERT #s 5524.01 & 5524.02

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 11/07/24- 5852
ORDEN DE TRABAJO N°-24- 4506

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
SOLICITANTE: CARRERA MORANTE CARLOS ANDRES		DIRECCIÓN: LOTIZACIÓN ARREAGA CALLE C Y Q	
TELÉFONO: 0968811989		TIPO DE MUESTRA: Alimento	PROCEDENCIA: Laboratorio de la Universidad Técnica de Babahoyo
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE CON CANNABIS SATIVA L(CBD) LOTE - FELAB: 26/06/2024 FVENC: 04/07/2024			

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA	
INGRESO AL LABORATORIO: 02/07/2024	FECHA DE ANÁLISIS: 02/07 al 11/07/2024	FECHA DE ENTREGA: 11/07/2024	
CÓD.MUESTRA: 24- 12770	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: Laboratorio matriz	CÓDIGO INICIAL: M2	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento en placa Mohos ^(a)	UPC/g	<10	±8,8	PEE.LASA.MB.04; BAM CAP 18
Recuento en placa Levaduras ^(a)	UFC/g	<10	±7,6	PEE.LASA.MB.04; BAM CAP 18

Nota 1: <10 ausencia de microorganismos.
El parámetro marcado con (a) está incluido en el alcance de acreditación de A2LA.



Ing. Adriana Guevara
ASISTENTE TÉCNICO

Elaborado por Adriana Guevara.
Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
Lasa se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a la muestra sometida a ensayo y que ha sido recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos. El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confidencialidad de la información y los resultados (La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com). Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

Pág 1 de 1

Matriz Quito: Juan Ignacio Pareja 0e5-97 y Simón Cárdenas
Telf.: 593 2290815 Guayaquil - Cuenca - Zamora - Manta
www.laboratoriolasa.com

Monitoreo Ambiental Telf.: 099 831 8837
Control de Calidad Telf.: 099 597 1 561
Notificación Sanitaria Telf.: 099 923 6287

 @LabdratorioLASA
 @laboratoriolasa
 Laboratorio Lasa

Anexo 10: Análisis microbiológico

7.4. Análisis físico químico



Anexo 11: Equipos

