



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
APLICADAS

EVALUACIÓN DE UNA EMULSIÓN DE CBD PARA USO POTENCIAL
EN DIFERENTES MEDIOS

AUTOR

DAVID SEBASTIÁN GAVIÑO BALAREZO

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE UNA EMULSIÓN DE CBD PARA USO POTENCIAL EN
DIFERENTES MEDIOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor guía

Ms. Pablo Esteban Cueva Costales

Autor

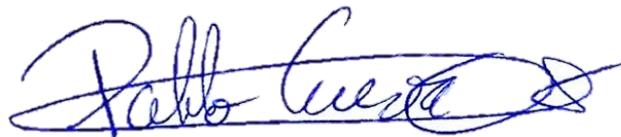
David Sebastián Gaviño Balarezo

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Evaluación de una emulsión de CBD para uso potencial en diferentes medios, a través de reuniones periódicas con el estudiante David Sebastián Gaviño Balarezo, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



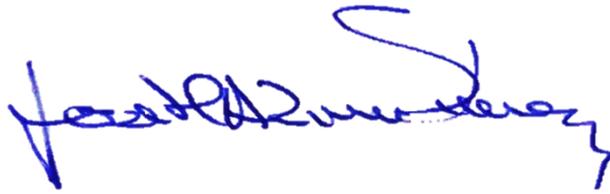
Pablo Esteban Cueva Costales

Máster en Ciencia de los Alimentos

C.I: 171633106 - 9

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación de una emulsión de CBD para uso potencial en diferentes medios, del estudiante David Sebastián Gaviño Balarezo, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



José Miguel Álvarez Suárez

Doctor en Alimentación y Salud

C.I: 175665337 - 2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes."

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sebastián', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive nature of the writing.

David Sebastián Gaviño Balarezo

C.I: 172656166 - 3

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino y permitir que cumpla con mis metas.

A todos mis amigos por hacer de la universidad una experiencia única e inolvidable.

A Oswaldo por ser un apoyo gigante para mi familia y mostrarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mi profesor guía Pablo Cueva por su apoyo y dedicación.

A Pablo Moncayo por su apoyo y sus consejos.

DEDICATORIA

A mis padres que han sido mi apoyo en todo momento, por su confianza, esfuerzo y amor. Sin ustedes no hubiese logrado llegar a este punto. Gracias por enseñarme a ser mejor cada día.

A mis hermanos por sus locuras, apoyo incondicional, consejos y darme ánimos para nunca parar y seguir adelante.

A mi novia Pamela por su apoyo, sus palabras de aliento, su amor y estar incondicionalmente a mi lado en todo el transcurso de mi vida universitaria.

A mamá Susanita por su apoyo y sus consejos.

A toda mi familia, especialmente a mi tía Roci por ser un apoyo increíble, por su confianza, por alentarme a ser mejor y ser como mi segunda madre.

A mis primos Alex y Paula por su felicidad y forma de ser.

A mi tío Raúl por su apoyo, por sus consejos, por permitirme ver la vida de un punto de vista diferente.

A la familia Ampudia Villacis por su apoyo, aliento en todo momento y permitirme ser parte de su familia.

RESUMEN

El Cannabidiol (CBD) es un compuesto perteneciente a la planta de cannabis, el cual tiene diversos beneficios farmacológicos. En la última década ha existido una tendencia mundial en el uso y aprovechamiento de la planta de cannabis en la industria; donde se realiza desde alimentos funcionales hasta fibras para textiles. El presente trabajo busca evaluar emulsiones de CBD para uso potencial en diferentes medios (leche y agua), para ser utilizada posteriormente en la elaboración de bebidas funcionales. Se evaluó la estabilidad de la emulsión y las propiedades fisicoquímicas de las diferentes emulsiones establecidas, además de realizar un análisis costo beneficio. Para el desarrollo de las emulsiones se aplicaron un total de 20 tratamientos, combinando dos tipos de temperatura, diferentes mezclas de aditivos, dos tipos de medios y controles sin presencia de aditivos. El proceso de elaboración de la emulsión inicio con el pesado de los insumos a utilizar, el pasteurizado de los medios, mezclado de los insumos y el medio pasteurizado, licuado de lo mezclado y finalmente enfriado. La estabilidad de la emulsión se midió mediante una escala hedónica de 5 puntos y los parámetros fisicoquímicos que se evaluaron son el pH mediante tiras y el color mediante una escala de colores. Como resultado se obtuvo que la emulsión que contenía solamente goma guar en el medio agua y a una temperatura de refrigeración presentó mejor estabilidad de emulsión, estabilidad de pH y de color. Finalmente se realizó el análisis costo beneficio donde se obtuvo que el costo de producción es de \$ 1.86, con un precio de venta al público de \$ 2.25 lo cual otorgó un costo beneficio de \$ 1.21.

Palabras clave: Cannabis, CBD, emulsión, estabilidad, pH, color, costo beneficio.

ABSTRACT

Cannabidiol (CBD) is a compound belonging to the cannabis plant, which has various pharmacological benefits. In the last decade, there has been a worldwide trend in the use of the cannabis plant in the industry where it is made from functional food to textile fibers. The present work seeks to evaluate CBD emulsions for potential use in different media (milk and water), to be used later in the elaboration of functional drinks. The stability of the emulsion and the physicochemical properties of the different emulsions established were evaluated, in addition to performing a cost-benefit analysis. For the development of emulsions, a total of 20 treatments were applied, combining two types of temperature, different mixtures of additives, two types of media, and controls without the presence of additives. The emulsion preparation process begins with the weighing of the inputs to be used, the pasteurizing of the media, mixing of the inputs and the pasteurized medium, liquefied of the mixture and finally cooled. The stability of the emulsion was measured by a 5-point hedonic scale and the physicochemical parameters that were evaluated were pH by strips and color by a color scale. As a result, the emulsion containing only guar gum in the water medium and at a cooling temperature showed better emulsion stability, pH stability, and color. Finally, the cost-benefit analysis was performed where the cost of production was obtained is \$ 1.86, with a retail price of \$ 2.25 which granted a cost-benefit of \$ 1.21.

Key words: Cannabis, CBD, emulsion, stability, pH, color, cost benefit.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. Marco teorico	3
3.1. Planta de Cannabis (Cannabis sativa)	3
3.1.1. Taxonomía	4
3.1.3. Tipos de plantas de cannabis	5
3.1.4. Ciclo de vida.....	7
3.1.5. Requerimientos del cultivo.....	7
3.1.6. Cultivo	8
3.2. Composición química de la planta.....	10
3.2.1. Efectos farmacológicos de los cannabinoides	13
3.3. Cannabidiol (CBD)	14
3.4. Usos de la planta de cannabis.	15
3.4.1. Usos del cannabis en la industria alimenticia.....	16
3.5. Proceso de extracción de cannabinoides	18
3.6. Emulsiones	20
3.6.1. Emulsificante	21
3.6.2. Estabilizante	22
3.6.3. Otros elementos de una emulsión	23
3.7. Normativa para emulsiones.	23
4. Metodología	24

4.1. Ubicación del experimento	24
4.2. Formulación de emulsiones	24
4.3. Diseño experimental	25
4.4. Materiales y equipos	25
4.4.1. Materia prima.....	25
4.4.2. Aditivos.....	26
4.4.3. Materiales	26
4.4.4. Equipos	26
4.5. Proceso de elaboración de la emulsión.....	26
4.6. Medición de pH	28
4.7. Medición de estabilidad.....	28
4.7.1. Estabilidad a distintas temperaturas y tiempos	28
4.8. Medición de color	29
4.9. Analisis costo – beneficio	29
5. Resultados.....	30
5.1. Contenido de fitocannabinoides del extracto	30
5.2. Estabilidad de la emulsión.....	31
5.3. Propiedades fisicoquímicas de la emulsión.....	36
5.3.1. pH.....	36
5.3.2. Color.....	40
5.4. Análisis costo – beneficio	46
6. Conclusiones y recomendaciones	47
6.1. Conclusiones.....	47
6.2. Recomendaciones	48

Referencias..... 50

Anexos..... 53

1. Introducción

Cannabis sativa ha sido utilizada desde la antigüedad con fines tanto industriales, medicinales o recreativos (Ponciano, 2016). Es una planta herbácea, generalmente dioica, perteneciente a la familia *Cannabaceae*, que se desarrolla naturalmente en regiones tropicales y subtropicales. El tallo proporciona una fibra textil, mientras que las semillas oleaginosas producen aceite y las glándulas pertenecientes a las inflorescencias femeninas producen resinas (Rodríguez, 2012).

Se han encontrado cerca de 500 compuesto químicos diferentes en la planta de *Cannabis sativa*, de los cuales, entre los de mayor interés están los cannabinoides (que activa los receptores cannabinoides en el organismo humano), terpenos, flavonoides, alcaloides, estilbenos, amidas fenólicas y lignanamidas; entre los cannabinoides presentes en la planta están: 9-tetrahidrocannabinol (THC), cannabidiol (CBD), cannabigerol (CBG), cannabielsoina (CBE), cannabicromeno (CBC), cannabitriol (CBT), cannabinol (CBN), cannabiciol (CBL) y cannabinodiol (CBND) (Ángeles, Brindis, & Niizawa, 2014).

El tetrahidrocannabinol (THC) y cannabidiol (CBD) son los compuestos cannabinoides de mayor interés por sus usos probados en el apoyo terapéutico de distintas enfermedades. El THC es utilizado para tratar la falta de apetito y el glaucoma; mientras que el CBD es utilizado para el tratamiento de enfermedades catastróficas debido a sus propiedades antitumorales, analgésicas y antiinflamatorias (León, 2017).

Para el aprovechamiento de los beneficios de los cannabinoides pueden aplicarse las emulsiones, que están dadas por dos o más líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles mediante dispersiones termodinámicamente inestables

(Muñoz, Alfaro, & Zapata, 2007); tienen la capacidad de ser cinéticamente estables debido a la presencia de agentes tensoactivos que cuentan con la capacidad de absorber las gotas presentes en la superficie (Aranberri, Binks, Clint, & Fletcher, 2006).

La estabilidad de las emulsiones se refiere a la obtención de una sustancia o mezcla que no se separe por un periodo de tiempo determinado; tomando en cuenta diferentes factores como: tamaño de partícula, densidad de las fases, la naturaleza de los líquidos, la viscosidad de cada líquido, la cantidad, los parámetros de almacenamiento y procedimiento que se realice para lograr la emulsificación (Kosegarten & Jiménez, 2012) . Al existir la ruptura de una emulsión, se pueden presentar varios tipos de inestabilidad como: el creaming o sedimentación, es un proceso que se da por la gravedad produciendo un gradiente vertical de concentración de las gotas que no varían en tamaño; la floculación, está dado por la adhesión de gotas sin fusionarse sin variar el tamaño de las mismas; la coalescencia, está dada por la fusión de gotas con eliminación de segmentos de la interfase líquido/líquido; y finalmente se encuentra el engrosamiento de gotas o Ostwald ripening; que se da por el crecimiento de gotas grandes a partir de las pequeñas haciendo que desaparezcan (Walstra, 1993).

En la patente referente a cannabinoid caffeinated drinks. Powder, beans, and cannabinoid loose tea leaf, (Rlman, Mead, Us, & Atakan, 2009) plantea aditivos que pueden utilizarse, rangos de la cantidad que podría funcionar y el contenido de compuesto de CBD que puede aplicarse para que se presenten efectos. Con lo cual se plantea probar la efectividad de lo establecido en la patente, en dos diferentes medios (leche y agua).

En base a estos antecedentes se propone el desarrollo de una emulsión de CBD para uso potencial en bebidas de distinta naturaleza (leche y agua).

Mediante la cual; se aprovecharía cannabinoides, contribuyendo a la industria alimentaria nacional con innovación y creación de nuevos productos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar emulsiones de CBD para uso potencial en diferentes medios (leche y agua).

2.2. Objetivos específicos

- Formular distintas emulsiones de CBD.
- Evaluar la estabilidad de las emulsiones
- Analizar el costo - beneficio del desarrollo de la emulsión de CBD.

3. Marco teorico

3.1. Planta de Cannabis (Cannabis sativa)

Cannabis sativa es una planta herbacea, perteneciente a la familia Cannabaceae, de ciclo anual que puede llegar a medir hasta 6 metros de alto; tiene diversos fines agroindustriales. Contiene influorecencias en las axilas de las hojas superiores; estas influorecencias son ramificadas, laxas y contienen flores (Ángeles et al., 2014)

3.1.1. Taxonomía

Tabla 1.

Taxonomía de la planta de Cannabis

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Urticales
Familia	Cannabaceae
Género	<i>Cannabis</i>
Especie	<i>C. sativa</i>

Adaptada de: (ONU, 2010).

3.1.2. Morfología

Las plantas estaminadas o masculinas tienen la capacidad de presentar mayor altura pero menor resistencia que las plantas pistiladas o femeninas; los tallos pueden alcanzar una medida de entre 0,2 y 6 metros de altura, generalmente se localizan en un promedio de 1 a 3 metros. Tanto la altura como la longitud de la planta dependerán de la especie, los factores ambientales en los que se encuentre y el método de cultivo que se esté aplicando (ONU, 2010). Entre la morfología de la planta se encuentra las flores, los granos de polen y las semillas como se muestra en la figura (ver figura 1.).



- | | | | |
|---|--|----|--|
| A | Inflorescencia de la planta masculina (estaminada) | 7 | Flor pistilada en la que se aprecia el ovario (sección longitudinal) |
| B | Planta femenina (pistilada) con fruto | 8 | Semilla (aquenio1*) con bráctea |
| 1 | Flor estaminada | 9 | Semilla sin bráctea |
| 2 | Estambre (antera y filamento corto) | 10 | Semilla (vista lateral) |
| 3 | Estambre | 11 | Semilla (sección transversal) |
| 4 | Granos de polen | 12 | Semilla (sección longitudinal) |
| 5 | Flor pistilada con bráctea | 13 | Semilla sin pericarpio (pelada) |
| 6 | Flor pistilada sin bráctea | | |

Figura 1. Morfología de la planta de *Cannabis sativa*

Adaptada de: (ONU, 2010)

3.1.3. Tipos de plantas de cannabis

Existen 3 variedades de cannabis que son las más conocidas que son:

- ***Cannabis sativa***: Es una planta originaria de las zonas ecuatoriales, es utilizada de forma recreativa. Tiene en mayor cantidad CBD que THC; por lo cual es la más utilizada para la producción de fármacos. Su color es verde claro (Rueda, 2018).
- ***Cannabis indica***: Es nativa del continente europeo, es más pequeña que la *Cannabis sativa*, su crecimiento es más rápido que las demás, su contenido de THC es mayor que el CBD teniendo mayores efectos físicos y corporales (Rueda, 2018).
- ***Cannabis ruderalis***: Se origina en la ex Unión Soviética, el uso es industrial ya que no contienen THC y el contenido de CBD es muy bajo (Rueda, 2018).

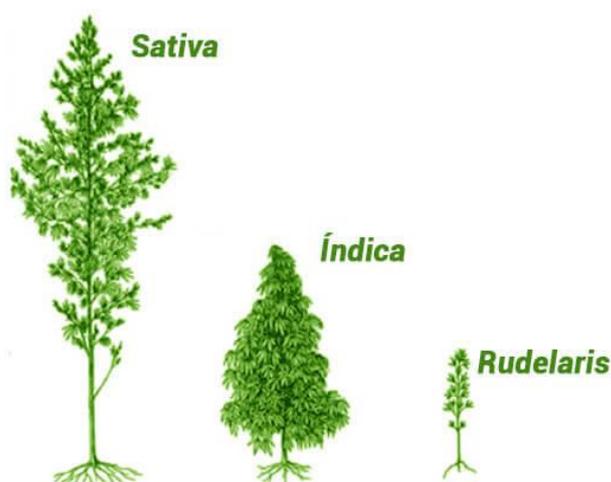


Figura 2. Tipos de plantas de cannabis

Adaptada de: (Rueda, 2018)

3.1.4. Ciclo de vida

La planta de cannabis pasa por dos fases fisiológicas más importantes referidas al crecimiento y floración. La etapa de crecimiento se da desde la germinación de la semilla hasta que existe la floración donde se requiere de temperaturas cálidas y humedad alta. En la etapa de floración la planta logra doblar su altura generalmente y es la etapa en la cual todas las ramas se llenan de hojas, esta etapa puede tener una duración de entre 6 semanas hasta 6 meses, dependiendo del tipo de semilla y el cuidado que se le de a la planta (Gallego, 2011).



Figura 3. Germinación de la planta de Cannabis
Adaptada de: (Gallego, 2011)

3.1.5. Requerimientos del cultivo

El cultivo requiere de varios factores que se presentarán a continuación:

- Una temperatura de 24 °C para que pueda darse la germinación, para el periodo de crecimiento y floración debe encontrarse a una temperatura durante el día de 21 a 27 °C y durante la noche de 13 a 21 °C.

- El fotoperiodo necesario se ha determinado tomando en cuenta las dos fases, donde en la fase de crecimiento necesitará de 18 horas luz y 6 horas oscuridad; mientras que en el periodo de floración necesita de 12 horas luz y 12 horas oscuridad.
- Un volumen de agua de 200 a 700 ml por ciclo de cultivo.
- Una humedad relativa que se encuentre entre 40 a 80%.
- Niveles de dióxido de carbono que sean de entre 1500 a 2000 ppm.
- pH que puede ser de entre 5 a 7,5 (Fassio, Rodríguez, & Ceretta, 2013).

3.1.6. Cultivo

3.1.6.1. Cultivo de interior

Los cultivos se encuentran en espacios cerrados donde se puede controlar el ambiente en el cual se encuentran (aire, luz, suelo y temperatura); de esta manera se puede asegurar la calidad del cultivo. Para este tipo de cultivo es necesario el uso de focos que emitan espectro de luz fría con lo cual se podrá dar las condiciones de fotoperiodo necesarias (Cameda, 2020).



Figura 4. Cultivo de Cannabis interior
Adaptada de: (Cameda, 2020)

3.1.6.2. Cultivo exterior

Los cultivos dependen de las condiciones climáticas, tiene menores costos de producción, la exposición solar no siempre es la adecuada, no se puede garantizar la calidad del cultivo debido a que existe factores que con variables (Cameda, 2020).



Figura 5. Cultivo de Cannabis exterior
Adaptada de: (Cameda, 2020)

3.1.6.3. Cultivo mixto

Y finalmente se encuentra el cultivo mixto, este tipo de cultivos se realiza en invernaderos y es el más aplicado, debido a que puede controlarse las condiciones del interior del invernadero y se aprovecha del sol. El control de las horas de exposición al sol se puede dar gracias a que existen paneles que pueden abrirse o cerrarse según las necesidades lumínicas; además de que al existir condiciones deficientes se puede utilizar varios equipos para poder controlarlas y evitar daños en el cultivo (Cameda, 2020).



Figura 6. Cultivo de Cannabis mixto

Adaptada de: (Cameda, 2020)

3.2. Composición química de la planta

La planta de Cannabis cuenta con al menos 500 compuestos químicos identificados, por ejemplo, los cannabinoides, flavonoides, estilbenos, terpenos, alcaloides, lignanamidas, amidas fenólicas, entre otros.

- **Cannabinoides**

Son metabolitos de mayor importancia en la planta, se encuentran en gran cantidad; y se conoce cerca de 70, los principales 10 se muestran en la figura (ver figura 6.); estos compuestos son considerados de mayor importancia gracias a la capacidad que tienen de interrelacionarse con el sistema cannabinoide endógeno (Ángeles et al., 2014).

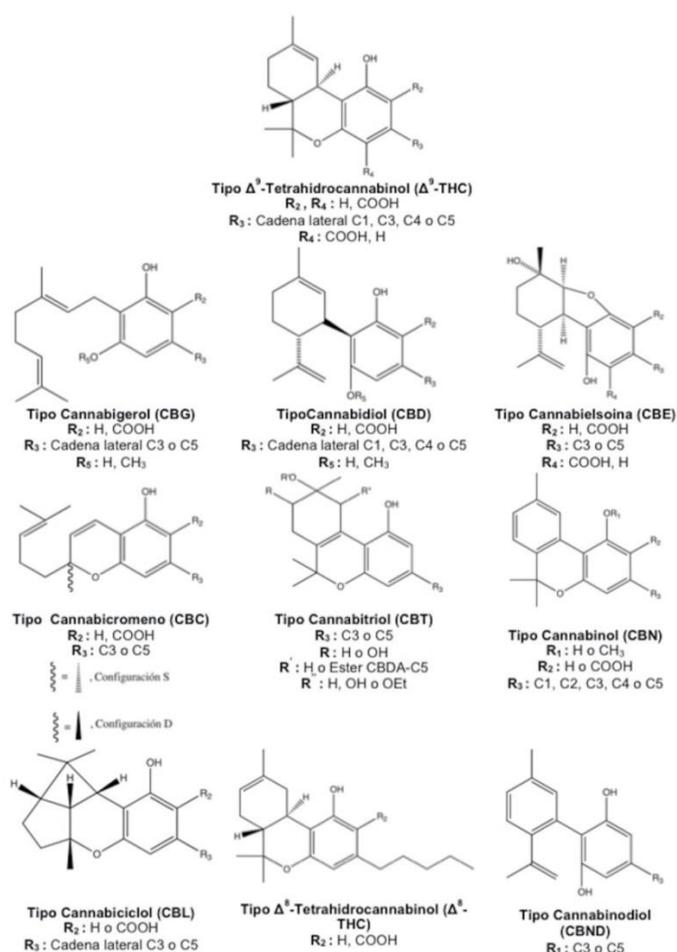


Figura 7. Principales Cannabinoides

Adaptada de: (Ángeles et al., 2014)

Tabla 2.

Compuestos químicos de la planta

Compuesto Químico	Descripción
Flavonoides	Son compuestos aromáticos que pueden encontrarse libremente o unidas a un glucósido; se producen primordialmente en las hojas. Principalmente se encuentran 5 (ver anexo 1.) donde la Canflavina A y B cuentan con actividad farmacológica; además de que regulan la acción de los cannabinoides.
Estilbenos	Son compuestos fenólicos que tienen como principal función actuar en los mecanismos de defensa. Principalmente se han determinado 7 (ver anexo 2.); de los cuales se presume que cuenten con funciones antibacterianas, antiinflamatorias, antifúngicas, neuroprotectoras, antioxidantes y protectores cardiovasculares.
Terpenos	Son compuestos que se encargan de otorgar el sabor característico de la planta; se han encontrado alrededor de 120 de los cuales principalmente se destacan 12 (ver anexo 3.); algunos de estos metabolitos son farmacológicamente activos y conseguirían originar efectos sinérgicos con cannabinoides.
Alcaloides	Son metabolitos nitrogenados que se encuentran en menor cantidad, comúnmente tienen actividad biológica. Se han encontrado alrededor de 10 de los cuales destacan 6 (ver anexo 4.) pueden encontrarse en las semillas, polen, hojas, tallos y raíces.
Lignanamidas y amidas fenólicas	Se han identificado 11 de las cuales principalmente se destacan 7 (ver anexo 5.); cuentan con actividad antiinflamatoria, citotóxica, analgésica y antitumoral.

Adaptada de: (Ángeles et al., 2014)

3.3. Cannabidiol (CBD)

El CBD es un cannabinoide cíclico hidrófobo que está conformado por 21 carbonos, 30 hidrógenos, 2 oxígenos (ver figura 9.) y no contiene efectos psicoactivos (Grotenhermen, 2006). Actúa sobre los receptores endocannabinoides CB1 y CB2 de los seres humanos; al no contar con efectos psicoactivos ha sido estudiado para uso clínico (Bobes & Calafar, 2000).

Se ha comprobado que el CBD contiene efectos funcionales clínicos en efecto antiartrítico en la artritis inducida por colágeno, edema e hiperalgesia, inflamación del oído inducida por ácido araquidónico, enfermedad inflamatoria intestinal, colitis inducida químicamente, migración de neutrófilos humanos, miocardiopatía diabética tipo I, elevación de la producción de citoquinas, meningitis neumocócica, tratamiento de patologías desmielinizantes, lesión hepática por isquemia-reperusión, encefalitis relacionada con sepsis, entre otras (Burstein, 2015).

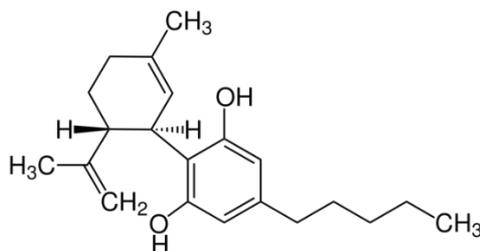


Figura 9. Fórmula química cannabidiol (CBD)

Adaptada de: (Grotenhermen, 2006)

El CBD puede encontrarse generalmente en aceite (ver figura 9.) o como sólido concentrado (ver figura 10.) para poder utilizarlo directamente o añadido como ingrediente para la elaboración de productos finales (Cenadim, 2018).



Figura 10. Aceite de CBD

Adaptada de: (Cenadim, 2018)



Figura 11. Concentrado sólido de CBD

Adaptada de: (Cenadim, 2018)

3.4. Usos de la planta de cannabis, ejemplos en el mundo en temas de alimentos.

La planta de cannabis tiene varias aplicaciones en el ámbito industrial; siendo utilizada como fibras textiles, extracción aceites, fabricación de medicamentos, realización de cosméticos, producción de alimentos, entre otros (ver figura 11.); esta es una planta que ha sido utilizada a lo largo de los años de forma recreacional pero se ha logrado investigar y desarrollar muchos usos más (Earleywine, 2005).



Figura 12. Usos del cannabis en la industria

Adaptada de: (Earleywine, 2005)

3.4.1. Usos del cannabis en la industria alimenticia

El cannabis ha tenido una gran aplicación en el sector alimentario; se puede encontrar todo tipo de alimentos desde repostería, productos lácteos, cocina casera, elaboración de confites, producción de bebidas y un sin fin de aplicaciones más. Estos productos son de venta libre en países como Holanda, Uruguay, varias partes de Argentina, varios estados de Estados Unidos y muchos países más; donde se aprovecha todos los beneficios de la planta, otorgándole un valor agregado a los productos finales (Rueda, 2018).

En Ámsterdam Holanda existe la producción de alimentos con cannabis donde se aprovecha el THC y CBD para otorgarle un sabor y aroma en especial; los principales productos producidos son los postres como es el caso de las galletas (ver figura 13.) y productos lácteos como quesos maduros (ver figura 14.) siendo muy requeridos por los consumidores nacionales y extranjeros (Roes, 2016).



Figura 13. Galletas con cannabis

Adaptada de: (Roes, 2016)



Figura 14. Queso maduro con cannabis

Adaptada de: (Roes, 2016)

Kiva es una empresa norteamericana que se dedica a la producción de confites que contengan cannabis, empezó en 2010 debido a que notaron que en su país existía un desatento del mercado de comestibles con cannabis; donde se plantearon elaborar productos de calidad, manteniendo la seguridad alimentaria y el cuidado de la salud de sus clientes. Su principal producto es el chocolate (ver figura 15.) el cual aprovecha los beneficios tanto del cannabis como del cacao (KIVA CONFECTIONS, 2014).



Figura 15. Chocolate con cannabis

Adaptada de: (KIVA CONFECTIONS, 2014)

Cannabis Wine 420 es una empresa española que se dedica a la producción de vinos que contienen cannabis (ver figura 16.). Inicio la producción de vinos de este tipo en 2018, produciendo bebidas fermentadas que contienen

cannabis; buscan otorgar un producto de calidad con propiedades organolépticas únicas que aseguran la seguridad de sus consumidores (Cannabis Wine 420, 2018).



Figura 16. Vino con cannabis

Adaptada de: (Cannabis Wine 420, 2018)

3.5. Proceso de extracción de cannabinoides

La extracción de cannabinoides ha ido evolucionando con el tiempo y gracias a la tecnología actual se ha logrado encontrar procesos que son más eficaces que permiten obtener compuestos más puros con las especificaciones buscadas (Whittle et al., 2012).

Uno de los procesos más utilizados es mediante CO_2 con la técnica de extracción con fluidos supercríticos; esta técnica consiste en llegar a condiciones superiores a las que una sustancia es estable ante un gas, un líquido o un sólido. Es así como puede aprovecharse los parámetros de temperatura y presión, con la adición de disolventes para lograr el fraccionamiento o la extracción de mezclas complejas (Whittle et al., 2012).

Existen varios disolventes que pueden ser aplicados para la extracción de sustancias activas (ver tabla 3.)

Tabla 3.

Parámetros críticos de disolventes

Disolvente	Temperatura crítica (°C)	Presión Crítica (bar)
Dióxido de carbono	31,1	73,8
Etano	32,2	48,8
Etileno	9,3	50,4
Propano	96,7	42,5
Propileno	91,9	46,2
Ciclohexano	280,3	40,7
Isopropanol	235,2	47,6
Benceno	289,0	48,9
Tolueno	318,6	41,1
p-Xileno	343,1	35,2
Clorotrifluorometano	28,9	39,2
Triclorofluorometano	198,1	44,1
Amoníaco	132,5	112,8
Agua	374,2	220,5

Adaptada de: (Whittle et al., 2012)

El proceso de extracción inicia con el calentamiento del material vegetal cortado de entre 2 a 3 mm y es calentado a 120 °C por 1 hora o a 140 °C por 30 minutos lo cual permitirá la descarboxilación de la molécula ácida CBDA para obtener su forma neutra CBD; una vez terminado el proceso de descarboxilación se procede a la extracción con CO₂ líquido en condiciones supercríticas de 10°C a una presión de 60 bar por un tiempo de 8 horas para que exista la extracción de los componentes; al finalizar con el proceso con CO₂ se realiza el acondicionamiento con etanol a -15 °C por un tiempo de 48 horas; se procede a la filtración con una membrana de 20 µm por 6 horas, esto

permite la separación de los precipitados resultantes. La etapa final del proceso consiste en la evaporación del etanol y cualquier residuo de agua que podría encontrarse aplicando una temperatura de 60 °C hasta que no exista condensado visible. El almacenamiento debe darse en recipientes cerrados de acero inoxidable a una temperatura de -20 °C (Whittle et al., 2012).

Para la extracción específica de cannabinoides es necesaria la aplicación de destilación fraccionada de alta pureza donde se aplican temperaturas altas al vacío; se ha determinado que el THC llega a su punto de ebullición a los 157 °C y el CBD a los 160 °C. En este proceso se eliminan terpenos y residuos de etanol (Soft Secrets, 2018).

3.6. Emulsiones

Las emulsiones son consideradas como dispersiones termodinámicamente inestables que se dan en base a dos o más líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles; en la formación de las emulsiones se encuentran gotas que se pueden observar dispersas las cuales tienen un rango de tamaño establecido de entre 0.1 a 20 µm (Aranberri et al., 2006). Las emulsiones cuentan con una fase apolar que es la oleosa y una fase polar que es la acuosa, para poder lograr la formación de la emulsión se utilizan emulsificantes, los cuales tienen como función el reducir la tensión interfacial, sin dejar de lado que logra hacer que presenten estabilidad física por tiempos más prolongados (Muñoz et al., 2007).

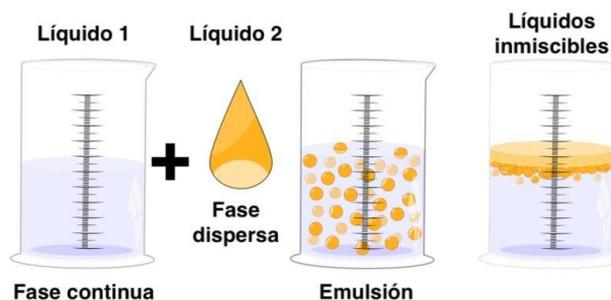


Figura 17. Formación de emulsiones

Adaptada de: (Muñoz et al., 2007)

Existen varios tipos de emulsiones las cuales se dan tomando en cuenta la naturaleza de sus fases; una emulsión O/W es considerada como una emulsión de aceite en agua, donde se puede observar una fase dispersa de naturaleza oleosa y una fase continua conocida como acuosa, por ejemplo la leche, la nata, la mayonesa, los abonos, los fitosanitarios, entre otros. Por otro lado se encuentran las emulsiones W/O o conocidas como agua en aceite donde la fase dispersa es la acuosa y la fase continua es la oleosa, en este tipo de emulsiones se encuentra la margarina, la mantequilla, protectores solares, entre otros (Jiménez, 2013).

3.6.1. Emulsificante

Los emulsificantes o emulsionantes son moléculas anfífilas que tienen la característica de ser de alto o bajo peso molecular, cuentan con la capacidad de ser absorbidas en la interfase existente en el agua – aceite; de esta forma es como se logra formar gotas sin un gasto alto de energía y permitiendo la formación de la emulsión al disminuir la tensión interfacial. Los emulsificantes aportan a la estabilidad física de las emulsiones por periodos cortos de tiempo (Muñoz et al., 2007).

3.6.1.1. Lecitina de soya

Fosfolípido que se origina naturalmente en la soya, es utilizado como agente emulsificante en productos alimenticios para poder mejorar la textura u otorgar solidez. Además cuenta con funciones de antioxidante, estabilizante y agente antiespumante en alimentos; para el cuerpo humano aporta con vitaminas del grupo B, fósforo, vitamina E, inositol y colina (Cruz, Alcántara, & Serván, 2006).

3.6.1.2. Monoestearato de glicero

Esta formado por la unión de varios monoacilgliceroles, específicamente de palmitoglicerol en un 50 % y estearoilglicerol en un 40%. Es parcialmente soluble en agua y soluble en etanol caliente. Su punto de fusión se encuentra de entre 54 a 57 °C (Acofarma, 2012).

3.6.2. Estabilizante

Los estabilizantes o estabilizadores son componentes químicos macromoleculares que al ser hidratados otorgan estabilidad física a las emulsiones por tiempos prolongados; esto se da gracias a que se limita el espacio de movimiento de las gotas de la fase dispersa, dándose un aumento de la viscosidad y de la elasticidad de la fase continua. Algunos de los estabilizantes más utilizados son los polisacaridos y los polímeros sintéticos hidrófilos como: la goma xanthan, los almidones, galactomanatos, entre otros (Muñoz et al., 2007).

3.6.2.1. Goma guar

Es un polisacárido constituido por D-manosa y D-galactosa, soluble en gua e insoluble en etanol; es considerado como una fibra soluble y cuenta con una

alta higroscopicidad. Es utilizada como hipoglucemiante debido a que produce sensación de saciedad, siendo utilizada para dietas para evitar el sobrepeso y combatirlo, sin dejar de lado que actúa como demulcente protegiendo la mucosa gástrica (Acofarma, 2012).

3.6.3. Otros elementos de una emulsión

Para la formulación de varias emulsiones se utilizan proteínas que cumplen con la función de emulsificantes y se utilizan polisacáridos como estabilizantes que al combinarse permiten controlar la textura y consistencia que se busca en un producto final. Existen dos mecanismos de separación de las fases en la unión de proteínas con polisacáridos (Muñoz et al., 2007).

- La coacervación compleja, se da cuando se presenta una separación espontánea; esto generalmente se presenta por la naturaleza atractiva de la interacción de proteínas con polisacáridos.
- La incompatibilidad termodinámica se produce con la separación de dos fases, en la una se concentra la mayoría de proteínas y en la otra fase la mayoría de polisacáridos.

3.7. Normativa para emulsiones (CODEX, Norma colombiana o INEN).

El Codex Alimentarius o código de alimentación es una normativa abierta a nivel mundial establecida por la FAO y la OMS; se realizó con la extracción de datos de algunas normativas. Esta normativa se originó con la finalidad de salvaguardar la salud de los consumidores; donde se establece los rangos máximos permitidos del uso de aditivos en diferentes alimentos con lo cual no podría existir intoxicaciones por uso excesivo (FAO, 2019).

No existen normativas nacionales o internacionales para la elaboración de emulsiones específicamente, por lo cual se utilizará el CODEX garantizando que la cantidad de aditivos utilizados no causará complicaciones en la salud de los consumidores.

El Servicio Ecuatoriano de Normalización cuenta con normativas que establecen requisitos de elaboración de productos alimenticios y no alimenticios. Para la elaboración de las emulsiones se aplicará las normativas de Refrescos o bebidas no carbonatadas NTE INEN 2304 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017) y de bebidas lácteas NTE INEN 2564 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2019).

4. Metodología

4.1. Ubicación del experimento

Se realizará toda la experimentación en los laboratorios de procesamiento de la Universidad de las Américas (UDLA) en el campus Queri.

4.2. Formulación de emulsiones

Tabla 4.

Formulación de emulsiones

Compuesto	Medios	Emulsificante + estabilizantes
0,25 ml Aceite de CBD	13,75 ml Agua	Control (sin emulsificante ni estabilizantes)
	13,70 ml Agua	25 mg Lecitina de soya + 25 mg Goma guar
		25 mg Monoestearato de glicerol+ 25 mg Goma guar

		50 mg Goma guar
	13,75 ml Leche	Control (sin emulsificante ni estabilizantes)
	13,70 ml Leche	25 mg Lecitina de soya + 25 mg Goma guar
		25 mg Monoestearato de glicerol+ 25 mg Goma guar
		50 mg Goma guar

Nota: Las formulaciones se basaron en la patente referente a cannabinoid caffeinated drinks. Powder, beans, and cannabinoid loose tea leaf, (Rlman, Mead, Us, & Atakan, 2009). Se utilizó como compuesto aceite de CBD marca Blue Moon Hemp que contienen 4,2 mg de CBD por cada ml de aceite

4.3. Diseño experimental

El análisis de los datos se dará dependiendo de la variabilidad de estos. En el caso de no encontrar variabilidad significativa se se aplicará estadística descriptiva y las diferencias se establecerán mediante gráficos comparativos; en el caso de que se identifique variabilidad significativa se aplicará análisis estadístico mediante análisis de varianza (ANOVA) con un diseño experimental DCA (Diseño Completamente al Azar); al determinar existencia de diferencias significativas se procederá a realizar un análisis de medias Tukey.

Serán en total 20 tratamientos con 3 repeticiones en cada uno. Dando un total de 60 unidades experimentales.

4.4. Materiales y equipos

4.4.1. Materia prima

- 12 ml de Aceite de CBD marca Blue Moon Hemp
- 413,1 ml de Agua
- 413,1 ml de Leche

4.4.2. Aditivos

- 300 mg de Lecitina de soya en polvo
- 300 mg de Monoestearato de glicerol
- 1200 mg de Goma Guar

4.4.3. Materiales

- 60 tubos de ensayo conicos de plastico con tapa; de 15 ml
- Bowls

4.4.4. Equipos

- 1 Licuadora
- 900 tiras medidoras de pH de rango completo de 0 – 14 marca O.F.
- 1 Refrigeradora

4.5. Proceso de elaboración de la emulsión

Para la elaboración de las formulaciones (ver tabla 4.) se estableció las cantidades previamente. Primero se realizó el pesaje de cada una de las materias primas y los aditivos necesarios; una vez pesados los medios (agua y leche) se les pausterizó a 93°C por 10 segundos para garantizar la reducción

de la carga microbiana; además, que al momento de la mezcla se pueda obtener una emulsión homogénea con mayor facilidad. Al tener los medios calientes se dividió en las porciones necesarias donde cada una de ellas pasó por la licuadora con los ingredientes respectivos para lograr la emulsificación. Una vez elaborada cada una de las emulsiones se las dejó enfriar a temperatura ambiente para iniciar con las mediciones respectivas. Este proceso se encuentra representado en el siguiente diagrama de flujo (ver figura 18.).

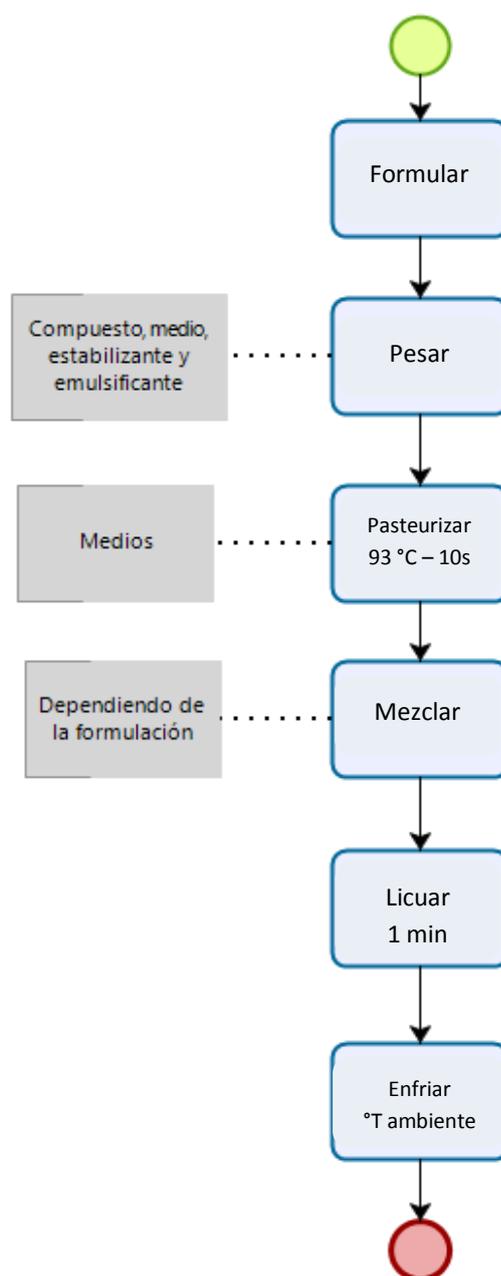


Figura 18. Proceso de elaboración de emulsiones

4.6. Medición de pH

La medición para todas las unidades experimentales realizadas se dará con ayuda de tiras medidoras de pH de rango completo de 0 – 14 marca O.F. (ver figura 19.).



**Figura 19. Tiras medidoras de pH de rango completo marca O.F.
Adaptada de: (ALIEXPRESS, 2018)**

4.7. Medición de estabilidad

4.7.1. Estabilidad a distintas temperaturas y tiempos

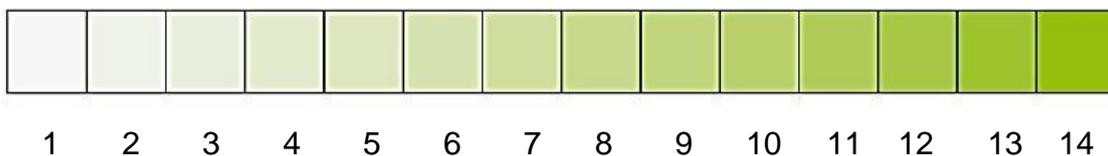
Con las formulaciones obtenidas se analizó la estabilidad de las mismas a diferentes temperaturas y periodos de tiempo. Donde se utilizará °T ambiente por 15 días con mediciones cada día y a 4 °C (°T refrigeración) por 15 días con mediciones cada día. La estabilidad de las emulsiones se evaluarán visualmente con ayuda de las medidas establecidas en los tubos de ensayo, buscando determinar la existencia de separación de sus fases. Tomando en cuenta que mientras menor sea la separación, la estabilidad de la emulsión será mayor (Osorio, 2013).

Para la toma de datos se aplicará una escala edónica de 5 puntos presentada a continuación:

Totalmente sedimentado	Parcialmente sedimentado	Ligeramente sedimentado	Parcialmente homogéneo	Totalmente homogéneo
1	2	3	4	5

4.8. Medición de color

La toma de datos de color se realizó mediante la aplicación de una escala de colores de 14 puntos obtenido de la escala de pantone (Césari, 2016); están dados desde el color blanco hasta el color verde.



Adaptada de: (Pantone, 2019)

4.9. Analisis costo – beneficio

Se realizó el análisis costo – beneficio del proyecto, tomando en cuenta el proceso de elaboración, los insumos, los equipos y maquinaria necesaria para determinar la inversión y el beneficio que se puede obtener.

5. Resultados

5.1. Contenido de fitocannabinoides del extracto

Para conocer el contenido de cannabinoides presentes en el aceite de CBD utilizado para la elaboración de las emulsiones, se manejó los análisis de laboratorio realizados por el productor (ver tabla 5.). En el anexo 6 se encuentra el respaldo de lo colocado en la tabla.

Tabla 5.

Contenido de fitocannabinoides del aceite

Cannabinoides	LOQ	Peso (%)	mg/g	mg/unidad
D9-THC	10 ppm	N/D	N/D	N/D
THCA	10 ppm	N/D	N/D	N/D
CBD	10 ppm	0,555%	5,547	151,4
CBDA	20 ppm	0,002%	0,024	0,7
CBDV	20 ppm	N/D	N/D	N/D
CBC	10 ppm	N/D	N/D	N/D
CBN	10 ppm	N/D	N/D	N/D
CBG	10 ppm	N/D	N/D	N/D
CBGA	20 ppm	N/D	N/D	N/D
D8-THC	10 ppm	N/D	N/D	N/D
THCV	10 ppm	N/D	N/D	N/D
Total D9 – THC		N/D	N/D	N/D
Total CBD		0,557	5,571	152,0

Adaptada de: (Green SCIENTIFIC LABS, 2019)

Nota: 1 unidad = 30 ml por unidad x densidad (0,91) por concentración de cannabinoide.

Como se puede observar en el anexo 6 (ver anexo 6.) el extracto utilizado fue analizado en el laboratorio científico Green, ubicado en Estados Unidos; este es un laboratorio certificado que se encarga del análisis de productos realizados a partir de cannabis y garantiza el contenido de cannabinoides que se presentan. Al revisar los resultados del análisis en la tabla 5; el extracto cuenta solamente con CBD en su composición lo cual permite determinar que las emulsiones producidas en base a este compuesto tendrán en su estructura solo CBD, garantizando que no pueden presentarse efectos psicotrópicos al ser consumidas.

El contenido de fitocannabinoides presente en el aceite está definido directamente por la variedad de la planta que se utilice, tomando en cuenta que existen variedades que contiene en mayor porción THC en relación al CBD (Glivar et al., 2020). Es sumamente importante establecer la variedad adecuada que garantice la cantidad de CBD minimizando los demás fitocannabinoides.

5.2. Estabilidad de la emulsión

El análisis de varianza (ADEVA) realizado para la estabilidad de la emulsión se encuentra en el Anexo 7., donde se logró determinar que los tratamientos referentes a la temperatura, mezcla de aditivos, el tipo (agua o leche) y el día presentan diferencias significativas. Por lo cual se realizó un análisis de diferencia de medias Tukey para los diferentes tratamientos aplicados y la interacción de los mismos.

Tabla 6.**Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura**

Temperatura	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re	48	3,54 ± 1,26	A
Am	48	2,91 ± 1,23	B

Nota: Re (refrigeración) y Am (ambiente). Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura (ver tabla 6.) se determinó que el tratamiento en refrigeración presenta mayor estabilidad en el tiempo en relación con temperatura ambiente.

Tabla 7.**Análisis de diferencia de medias referente a la mezcla de aditivos**

Mezcla Aditivos	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
1.2	24	4,08 ± 0,77	A
2.2	24	3,33 ± 1,04	B
3.2	24	3,29 ± 1,08	B
1.1	24	2,20 ± 1,44	C

Nota: 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar), 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar) y 1.1(no contiene aditivos). Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la mezcla de aditivos (ver tabla 7.) se determinó que el tratamiento 1.2 (solo goma guar) presenta mayor estabilidad en el tiempo de análisis.

Tabla 8.**Análisis de diferencia de medias referente al medio**

Medio	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Leche	48	3,41 ± 1,10	A
Agua	48	3,04 ± 1,42	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente al medio (ver tabla 8.) se determinó que la leche presenta mayor estabilidad para la elaboración de la emulsión en comparación con el agua.

Tabla 9.**Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura y la mezcla de aditivos**

Temperatura*Mezcla Aditivos	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re 1.2	12	4,41 ± 0,51	A
Re 2.2	12	3,83 ± 0,71	B
Am 1.2	12	3,75 ± 0,86	B
Re 3.2	12	3,58 ± 0,99	B
Am 3.2	12	3,00 ± 1,12	C
Am 2.2	12	2,83 ± 1,11	C D
Re 1.1	12	2,33 ± 1,49	D E
Am 1.1	12	2,08 ± 1,44	E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura y la mezcla de aditivos (ver tabla 9.) se determinó que a temperatura de refrigeración y la mezcla de aditivos 1.2 (solo goma guar) presenta la mayor estabilidad.

Tabla 10.

Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura y el medio

Temperatura*Medio	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re Leche	24	3,70 ± 1,08	A
Re Agua	24	3,37 ± 1,37	B
Am Leche	24	3,12 ± 1,07	B
Am Agua	24	2,70 ± 1,42	C

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura y el medio (ver tabla 10.) se determinó que a temperatura de refrigeración y en leche se presenta la mayor estabilidad.

Tabla 11.

Análisis de diferencia de medias referente a la mezcla de aditivos y el medio

Mezcla Aditivos*Medio	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
1.2 Leche	12	4,16 ± 0,93	A
1.2 Agua	12	4,00 ± 0,60	A B
2.2 Leche	12	3,50 ± 0,90	B C
3.2 Agua	12	3,33 ± 1,15	C
3.2 Leche	12	3,25 ± 1,05	C D
2.2 Agua	12	3,16 ± 1,19	C D

1.1 Leche	12	2,75 ± 1,13	D
1.1 Agua	12	1,66 ± 1,55	E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la mezcla de aditivos por el medio (ver tabla 11.) se determinó que la mezcla de aditivos 1.2 (solo goma guar) en leche y agua presenta la mayor estabilidad. Sin dejar de lado que la mezcla de aditivos con leche presenta mayor estabilidad en relación con agua.

Clemente (2003) determinó en su investigación que la mezcla de temperatura y la viscosidad tienen efectos en la estabilidad de emulsiones, donde a menor temperatura existirá mayor viscosidad siendo más estable; tomando en cuenta lo dicho y observando los resultados es por lo cual el tratamiento sometido a refrigeración con leche presentó mayor estabilidad en relación con los demás. Para lograr la estabilidad de las emulsiones generalmente se utilizan polímeros hidrocoloides de naturaleza polisacarida como las gomas; para el uso correcto de los estabilizantes es de suma importancia determinar la concentración adecuada, ya que podría presentarse problemas de desestabilización por floculación inducida (Muñoz et al., 2007); Es por lo cual los tratamientos que contenían solamente goma guar presentaron mayor estabilidad ya que pudo presentarse exceso de aditivos en los demás tratamientos. Otro resultado arrojado es que la leche presenta mayor estabilidad en emulsiones esto se da debido a que es una emulsión que contiene proteínas en su composición haciendo que pueda encapsularse las gotas de grasa y retenerlas (Aranberri et al., 2006). Con lo mencionado anteriormente la leche es más estable que el agua por la composición química donde siempre presentará mayor uniformidad en la emulsión logrando que sea estable durante el paso del tiempo.

5.3. Propiedades fisicoquímicas de la emulsión

5.3.1. pH

El ADEVA realizado para el pH de la emulsión se encuentra en el Anexo 8., donde se logró determinar que los tratamientos referentes a la temperatura, mezcla de aditivos, el tipo (agua o leche) y el día presentan diferencias significativas. Por lo cual se realizó un análisis de diferencia de medias Tukey para los diferentes tratamientos aplicados y la interacción de estos.

Además se realizó un control de leche y agua sin el compuesto (aceite de CBD) para determinar si existe efectos conservantes de parte del compuesto pero con los resultados obtenidos no se evidenció la existencia de los mismos. Por lo cual no se pudo comprobar un posible efecto conservante del aceite de CBD.

Tabla 12.

Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura

Temperatura	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re	48	6,16 ± 0,44	A
Am	48	5,65 ± 0,89	B

Nota: Re (refrigeración) y Am (ambiente). Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura (ver tabla 12.) se determinó que a temperatura de refrigeración se presenta mayor estabilidad de pH.

Tabla 13.**Análisis de diferencia de medias referente a la mezcla de aditivos**

Mezcla Aditivos	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
1.2	24	6,14 ± 0,75	A
3.2	24	5,97 ± 0,69	A B
1.1	24	5,85 ± 0,77	B
2.2	24	5,66 ± 0,72	C

Nota: 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar), 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar) y 1.1(no contiene aditivos). Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la mezcla de aditivos (ver tabla 13.) se determinó que el tratamiento 1.2 (solo goma guar) y 3.2 (monoestearato de glicerol + goma guar) presenta mayor estabilidad de pH.

Tabla 14.**Análisis de diferencia de medias referente al medio**

Medio	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Agua	48	6,11 ± 0,73	A
Leche	48	5,70 ± 0,70	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente al medio (ver tabla 14.) se determinó que el agua presenta mayor estabilidad en el pH para la elaboración de la emulsión en comparación con la leche.

Tabla 15.**Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura y la mezcla de aditivos**

Temperatura*Mezcla Aditivos	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re 1.2	12	6,44 ± 0,38	A
Re 1.1	12	6,14 ± 0,39	A B
Re 3.2	12	6,12 ± 0,47	B C
Re 2.2	12	5,94 ± 0,40	B C
Am 1.2	12	5,85 ± 0,92	B C D
Am 3.2	12	5,82 ± 0,86	C D
Am 1.1	12	5,55 ± 0,94	D E
Am 2.2	12	5,39 ± 0,87	E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura y mezcla de aditivos (ver tabla 15.) se determinó que la mezcla de aditivos 1.2 (solo goma guar) en agua y 3.2 (monoesterato de glicerol + goma guar) en agua presenta mayor estabilidad en pH a temperatura de refrigeración.

Tabla 16.**Análisis de diferencia de medias referente a la temperatura y el medio y el medio**

Temperatura*Medio	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
Re Agua	24	6,29 ± 0,41	A
Re Leche	24	6,03 ± 0,43	B
Am Agua	24	5,93 ± 0,93	B
Am Leche	24	5,37 ± 0,77	C

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la temperatura y el medio (ver tabla 16.) se determinó que el agua a temperatura de refrigeración presenta mayor estabilidad en pH. Sin dejar de lado, tomando en cuenta el análisis realizado, el agua presenta mayor estabilidad de pH tanto en refrigeración como a temperatura ambiente en relación con la leche.

Tabla 17.

Análisis de diferencia de medias referente a la mezcla de aditivos y el medio

Mezcla	N	Media ± Desv. Est.	Agrupación
1.2 Agua	12	6,46 ± 0,59	A
3.2 Agua	12	6,29 ± 0,56	A B
1.1 Agua	12	6,03 ± 0,81	B C
1.2 Leche	12	5,82 ± 0,79	C D
2.2 Agua	12	5,66 ± 0,76	D
2.2 Leche	12	5,66 ± 0,71	D
1.1 Leche	12	5,66 ± 0,71	D
3.2 Leche	12	5,65 ± 0,69	D

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Observando el análisis de medias referente a la mezcla de aditivos por el medio (ver tabla 17.) se determinó que la mezcla de aditivos 1.2 (solo goma guar) en agua y 3.2 (monoesterato de glicerol + goma guar) en agua presenta mayor estabilidad en pH. Revisando detalladamente las medias el agua con las diferentes mezclas de aditivos presentan mayor estabilidad en pH en relación con la leche.

El pH es un factor muy relevante en la estabilidad de emulsiones, esto debido a que dependiendo de la base de la emulsión pueden presentarse varios problemas. Una base que suele utilizarse es la leche, la cual debido a su composición química es muy inestable causando que el descenso del pH sea muy brusco haciendo que sus fases se separen; sin dejar de lado la microbiota presente en la leche donde bacterias producen ácido láctico causando el descenso del pH (Barchiesi-ferrari, Alejandra, & Sonia, 2007). Para el control del descenso del pH puede utilizarse bajas temperaturas limitando la producción de bacterias (González, Molina, & Coca, 2013). Tomando en cuenta lo antes mencionando y analizando los resultados de la comparación de temperaturas con el medio se determinó que la leche a temperatura de refrigeración es más estable en pH en comparación con la cual se sometió a temperatura ambiente. El agua es una sustancia estable que no varía sus características fisicoquímicas drásticamente (Carbajal & González, 2012), por lo cual al ser utilizada para la elaboración de emulsiones presenta mayor efectividad y mayor tiempo de vida útil en relación con la leche. Se determina que el agua tiene mayor estabilidad en pH para la elaboración de emulsiones.

La estabilidad de la emulsión se ve afectada directamente por el descenso del pH, por tal motivo las muestras en refrigeración que presentaron menor descenso de pH también fueron las más estables

5.3.2. Color

Se realizó un ADEVA para el color de la emulsión, donde se logró determinar que los tratamientos referentes a la temperatura, mezcla de aditivos, el tipo (agua o leche) y el día no presentan diferencias significativas. Por lo cual no se realizó un análisis de diferencia de medias Tukey para los diferentes tratamientos aplicados y la interacción de los mismos. Debido a lo mencionado anteriormente se presenta los datos mediante gráficos donde se puede apreciar la distribución de los mismos.

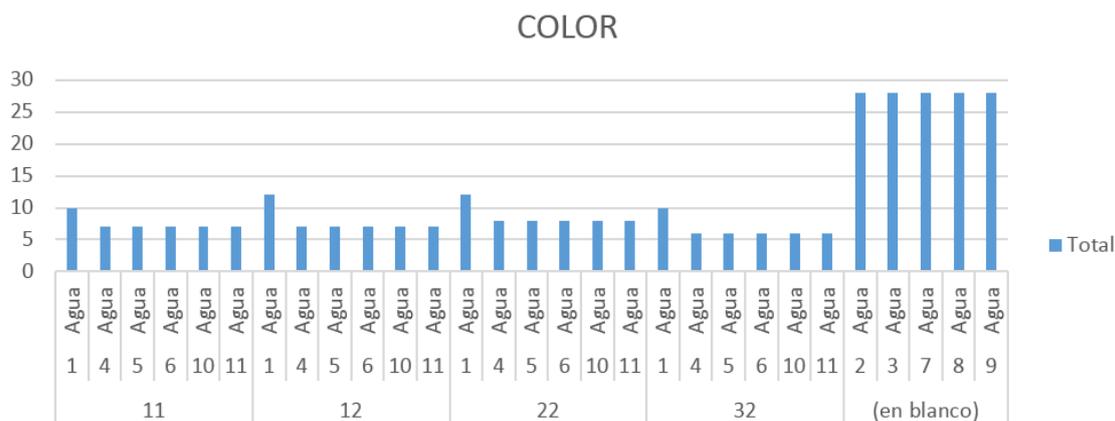


Figura 20. Datos de color del agua a temperatura ambiente

Nota: Los valores 1, 4, 5, 6, 10 y 11 pertenecen a los días en los cuales se tomó los datos; los valores 1.1, 1.2, 2.2 y 3.2 hacen referencia a la mezcla de aditivos, donde es 1.1 (sin aditivos), 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar) y 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar). Los datos presentados en la parte final que se registra como en blanco es un control que no contiene aditivos ni el compuesto.

Como se puede apreciar en la figura 20 (ver figura 20.) los datos pertenecen al color del agua a temperatura ambiente; están presentados en referencia a la mezcla de aditivos y los días transcurridos durante la experimentación; donde se determinó que el día 1 cuando inició la experimentación presento un valor, el cual cambio para el día 4 y se mantuvo estable en los posteriores días. El control sin aditivos ni compuesto no presento cambios desde el inicio de la experimentación hasta la finalización de la misma.



Figura 21. Control sin compuesto agua ambiente



Figura 22. Control con compuesto agua ambiente

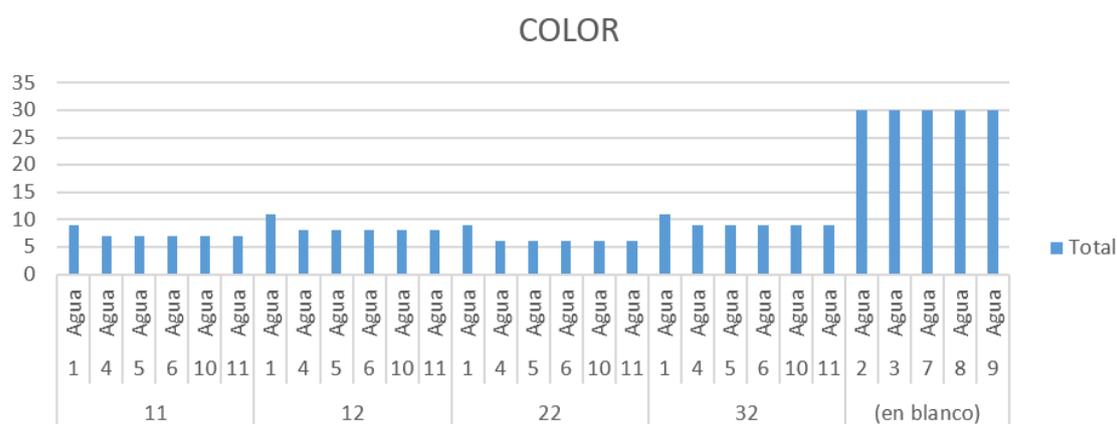


Figura 23. Datos de color del agua en refrigeración

Nota: Los valores 1, 4, 5, 6, 10 y 11 pertenecen a los días en los cuales se tomó los datos; los valores 1.1, 1.2, 2.2 y 3.2 hacen referencia a la mezcla de aditivos, donde es 1.1 (sin aditivos), 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar) y 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar). Los datos presentados en la parte final que se registra como en blanco es un control que no contiene aditivos ni el compuesto.

Como se puede apreciar en la figura 23 (ver figura 23.) los datos pertenecen al color del agua en refrigeración; están presentados en referencia a la mezcla de aditivos y los días transcurridos durante la experimentación; donde se determinó que el día 1 cuando inició la experimentación presentó un valor, el

cual cambio para el día 4 y se mantuvo estable en los posteriores días. El control sin aditivos ni compuesto no presento cambios desde el inicio de la experimentación hasta la finalización de la misma.

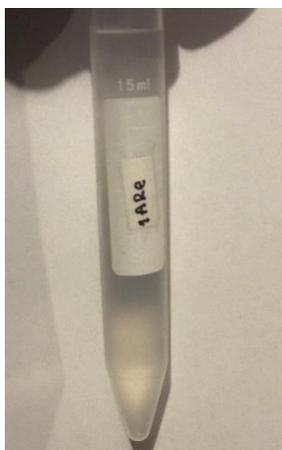


Figura 24. Control sin compuesto agua refrigerado

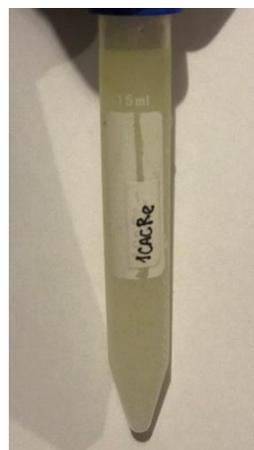


Figura 25. Control con compuesto agua refrigerado

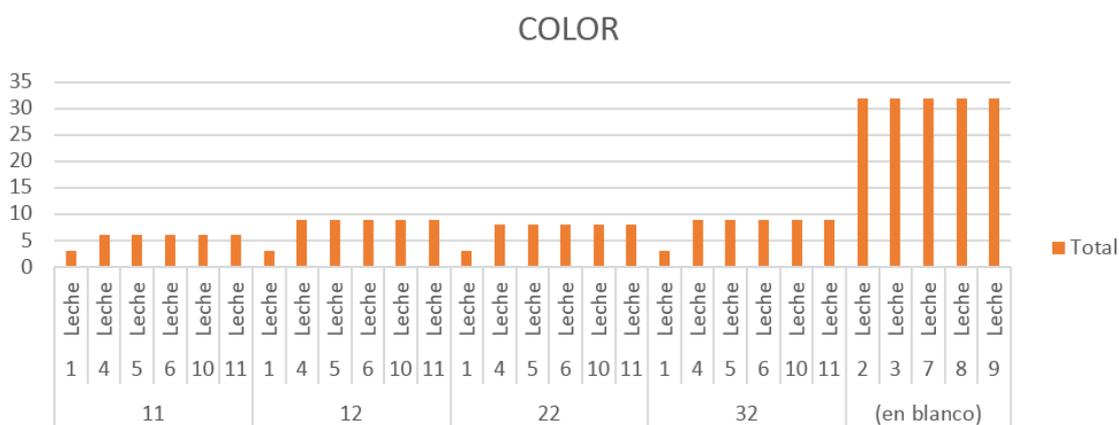


Figura 26. Datos de color de la leche a temperatura ambiente

Nota: Los valores 1, 4, 5, 6, 10 y 11 pertenecen a los días en los cuales se tomó los datos; los valores 1.1, 1.2, 2.2 y 3.2 hacen referencia a la mezcla de aditivos, donde es 1.1 (sin aditivos), 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar) y 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar). Los datos presentados en la parte final que se registra como en blanco es un control que no contiene aditivos ni el compuesto.

Como se puede apreciar en la figura 26 (ver figura 26.) los datos pertenecen al color de la leche a temperatura ambiente; están presentados en referencia a la mezcla de aditivos y los días transcurridos durante la experimentación; donde se determinó que el día 1 cuando inició la experimentación presento un valor, el cual cambio para el día 4 y se mantuvo estable en los posteriores días. El control sin aditivos ni compuesto no presento cambios desde el inicio de la experimentación hasta la finalización de esta.



**Figura 27. Control sin compuesto
leche ambiente**



**Figura 28. Control con compuesto
leche ambiente**

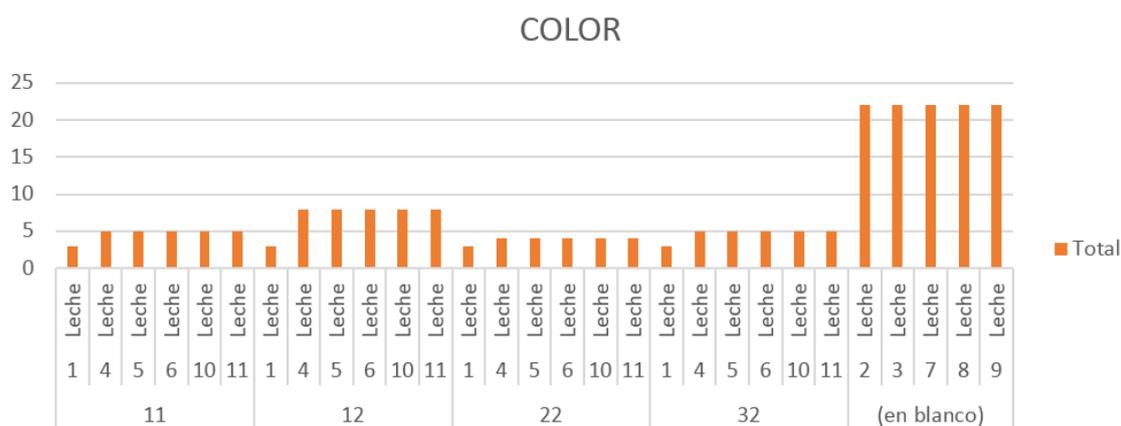


Figura 29. Datos de color de la leche en refrigeración

Nota: Los valores 1, 4, 5, 6, 10 y 11 pertenecen a los días en los cuales se tomó los datos; los valores 1.1, 1.2, 2.2 y 3.2 hacen referencia a la mezcla de aditivos, donde es 1.1 (sin aditivos), 1.2 (solo goma guar), 2.2 (lecitina de soya más goma guar) y 3.2 (monoestearato de glicerol más goma guar). Los datos

presentados en la parte final que se registra como en blanco es un control que no contiene aditivos ni el compuesto.

Como se puede apreciar en la figura 29 (ver figura 29.) los datos pertenecen al color de la leche en refrigeración; están presentados en referencia a la mezcla de aditivos y los días transcurridos durante la experimentación; donde se determinó que el día 1 cuando inició la experimentación presentó un valor, el cual cambió para el día 4 y se mantuvo estable en los posteriores días. El control sin aditivos ni compuesto no presentó cambios desde el inicio de la experimentación hasta la finalización de esta.



**Figura 30. Control sin compuesto
leche refrigerado**



**Figura 31. Control con compuesto
leche refrigerado**

El agua es una sustancia incolora la cual al ser mezclada con otros componentes permite que el color de los insumos utilizados tengan protagonismo (Carbajal & González, 2012). Gracias a la estabilidad fisicoquímica del agua se logró mantener el color estable durante el paso del tiempo. La leche es una sustancia de color blanco (Barchiesi-ferrari et al., 2007) la cual debido a la tonalidad propia permite que se logre notar el color de los insumos utilizados, por lo cual no se notó cambios de color durante el paso del tiempo ya que el compuesto usado es de color verde que se establece en el blanco de la leche.

5.4. Análisis costo – beneficio

El análisis del costo – beneficio se realizó con la implementación de la emulsión con mayor estabilidad en una bebida de guayusa. En tabla 16 se detallará el costo total de producción, costo unitario de producción, punto de equilibrio en unidades, punto de equilibrio en dinero, P.V.P, unidades producidas, el beneficio y el costo – beneficio (ver tabla 18.). Todos los cálculos hacen referencia a la producción anual de 120 000 bebidas de guayusa de 250 ml con CBD.

Tabla 18.

Costo – beneficio de una bebida de guayusa con CBD

Costo total de producción	\$ 223.336,80
Costo unitario de producción	\$ 1,86
Punto de equilibrio en unidades	72.336
Punto de equilibrio en dinero	\$ 162.755,67
P.V.P.	\$ 2,25
Unidades producidas anualmente	120000
Beneficio	\$ 270.000,00
C/B	\$ 1,21

Se determinó que el costo unitario de producción es de \$ 1,86; dando un costo – beneficio de \$ 1,21 donde se establece que por cada dólar invertido existirá \$ 0,21 centavos de ganancia. En los anexos del 9 al 14 se encuentran establecidas las tablas que permitieron el análisis.

Revisando productos que ya se encuentran posicionados en el mercado se logró observar que existen bebidas que tienen un costo desde \$ 1,44 hasta \$ 2,22; el precio establecido para la venta al público de la bebida pensada es de \$2,25 el cual es \$ 0,03 centavos mayor al producto más caro del mercado. La gran diferencia es que esta bebida contendrá CBD que brinda beneficios

farmacológicos al consumidor, dándole un valor agregado al producto final. Revisando los costos del proyecto el valor más alto es el del aceite de CBD por lo cual podría reducirse utilizando un compuesto de otra marca que sea más económico, certificado y contenga respaldos de los análisis realizados y lo que ofertan.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El CBD es un compuesto con diversas propiedades farmacológicas, el aceite de CBD es la forma más conocida para consumirlo; además es la forma más simple para poder utilizarlo como materia prima para la elaboración de alimentos funcionales. Es sumamente importante tomar en cuenta que la legislación del Ecuador permite el consumo de productos con CBD pero que contengan menos del 1% de THC. El extracto utilizado contiene 0,557 % de CBD y 0% de THC.

Se logró formular emulsiones con CBD, donde se consiguió determinar que las diferentes temperaturas (ambiente y refrigeración), los diferentes medios (agua y leche) y mezclas de emulsificantes (lecitina de soya y monoestearato de glicerol) con un tipo de estabilizante (goma guar) afecta directamente a la estabilidad y propiedades fisicoquímicas (pH y color) de las emulsiones. Mediante el análisis de estabilidad de las emulsiones se determinó que la leche a refrigeración presenta mayor estabilidad con únicamente la utilización de goma guar sin dejar de lado que de igual forma el agua en refrigeración tuvo buena estabilidad únicamente con goma guar. Es importante recalcar que la viscosidad permite que mejore la estabilidad de las emulsiones.

Mediante el análisis de las propiedades fisicoquímicas pH y color se determinó que la emulsión con mayor estabilidad de pH es la de agua a refrigeración con únicamente goma guar debido a que el agua es una sustancia estable que se conserva de la misma forma en el paso del tiempo tanto a temperatura ambiente como en refrigeración. Las pruebas de color arrojaron datos de estabilidad en todos los diferentes tratamientos ya que no presentaron cambios en el paso del tiempo. Por lo cual se determinó como mejor tratamiento a la emulsión con base de agua y únicamente goma guar como estabilizante, ya que presenta estabilidad de emulsión y de pH. Por lo tanto, es importante mencionar que el descenso de pH reduce la estabilidad de las emulsiones.

Para el análisis de costo – beneficio se tomó la formulación del mejor tratamiento (agua con únicamente goma guar) establecida a partir de pruebas de estabilidad y fisicoquímicas para la formulación de una bebida de guayusa con CBD. Donde se determinó la relación costo – beneficio de \$ 1,21 con un precio de venta al público de \$ 2,25 siendo mayor en \$0,03 centavos con relación al producto más caro en el mercado. Por lo cual se concluye que es un producto viable económicamente.

6.2. Recomendaciones

Se evidencia que a pesar de que la bebida presenta estabilidad en refrigeración, aún no es suficiente debido al tiempo de experimentación y considerando que la vida útil de bebidas similares es de 3 meses. Debido a lo expuesto anteriormente se requiere mayor investigación sobre el uso de emulsificantes y estabilizantes para lograr obtener el resultado deseado.

Debe existir un proceso de cizalla con un homogeneizador que reduzca el tamaño de partícula del aceite de CBD en la fase continua, esto logrará obtener una emulsión más estable.

Se recomienda medir correctamente los parámetros de producción tiempo de agitación, tiempo y temperatura de pasteurización y las temperaturas de almacenamiento.

Tomar en cuenta en un futuro análisis sensorial para lograr determinar si existiría acogida del producto.

Se podría considerar el uso de CBD con 99% de pureza (shatter) que en pruebas preliminares presento resultados positivos. Sin embargo, su costo es aún más elevado.

Se debería investigar sobre otros métodos de extracción de CBD como extracción por vapor, fluidos súper críticos, destilación y evaluar su desempeño en diferentes medios.

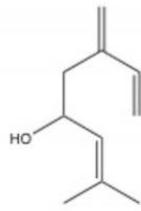
Referencias

- Acofarma. (2012a). Goma Guar.
- Acofarma. (2012b). Monoestearato Glicerilo, 5–6.
- Ángeles, G., Brindis, F., & Niizawa, S. . (2014). Cannabis sativa L., a singular plant. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 45, 7. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57940028004>
- Aranberri, I., Binks, B., Clint, J., & Fletcher, P. (2006). Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polimeros y agentes tensioactivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7(3)(3), 21.
- Barchiesi-ferrari, C. G., Alejandra, P., & Sonia, W. (2007). Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo, (1), 1785–1791.
- Bobes, J., & Calafar, A. (2000). MONOGRAFÍA CANNABIS. Retrieved from https://www.observatoriodelainfancia.es/oia/esp/documentos_ficha.aspx?id=460
- Burstein, S. (2015). Cannabidiol (CBD) and its analogs: A review of their effects on inflammation. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 23(7), 1377–1385. doi:10.1016/j.bmc.2015.01.059
- Carbajal, Á., & González, M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua, 33–45.
- Cenadim. (2018). Aceite de cannabis: potenciales efectos adversos, 1–8.
- Cruz, C., Alcántara, A., & Serván, T. (2006). ¿QUÉ ES LA LECITINA DE SOJA? Su interés en Fitoterapia, 3350.
- Fassio, A. A., Rodríguez, M. J., & Ceretta, S. (2013). Cáñamo (Cannabis sativa L .).
- Gallego, J. (2011). EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL CANNABIS, 21–31.
- Glivar, T., Eržen, J., Kreft, S., Zagožen, M., Čerenak, A., Čeh, B., & Tavčar

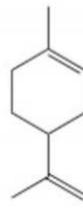
- Benković, E. (2020). Cannabinoid content in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties grown in Slovenia. *Industrial Crops and Products*, 145(December 2019). doi:10.1016/j.indcrop.2019.112082
- González, G., Molina, B., & Coca, R. (2013). Calidad De La Leche Cruda. *Foro Sobre Ganadería Lechera de La Zona Alta de Veracruz*, 10. Retrieved from https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDA DDELALECHECRUDA.pdf
- Grotenhermen, F. (2006). Los cannabinoides y el sistema endocannabinoide, 1(1), 10–14.
- Jiménez, F. (2013). Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales. *Nutricion Hospitalaria*, 28(5), 1413–1421. doi:10.3305/nh.2013.28.5.6673
- Kosegarten, C. E., & Jiménez, M. T. (2012). Factores principales que intervienen en la estabilidad de una emulsión doble. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6, 1–18. Retrieved from <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Kosegarten-Conde-et-al-2012.pdf>
- León, J. J. (2017). El Aceite De Cannabis. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 83(3), 261–263.
- Muñoz, J., Alfaro, M. D. C., & Zapata, I. (2007). Avances en la formulación de emulsiones. *Grasas y Aceites*, 58(1), 64–73. doi:10.3989/gya.2007.v58.i1.10
- ONU. (2010). *Métodos recomendados para la identificación y el análisis del cannabis y los productos del cannabis*. Naciones Unidas.
- Osorio, L. (2013). Formulación de emulsiones, 1–14.
- Ponciano, G. (2016). Mariguana, ¿por qué tanta controversia?, 17, 1–16.
- Rlman, R. E., Mead, B., Us, N. J., & Atakan, V. (2009). CANNABINOID CAFFEINATED DRINKS , POWDER , BEANS , AND CANNABINOID LOOSE TEA LEAF, 111111(19).

- Rodríguez, R. (2012). *Los productos de Cannabis sativa: situación actual y perspectivas en medicina*. *Salud Mental* (Vol. 35).
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). REFRESCOS O BEBIDAS NO CARBONATADAS. REQUISITOS.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2019). BEBIDAS LACTEAS. REQUISITOS.
- Walstra, P. (1993). Principles of emulsion formation. *Chemical Engineering Science*, 48(2), 333–349. doi:10.1016/0009-2509(93)80021-H
- Whittle, B., Hill, C., Flockhart, I., Downs, D., Gibson, P., & Wheatley, G. (2012). Extracción de cannabinoides farmacéuticamente activos de materiales vegetales.

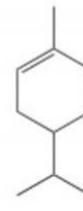
ANEXOS



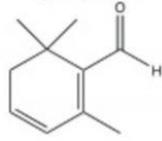
Ipsdienol



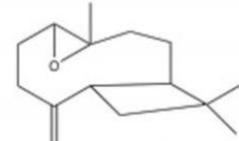
Limoneno



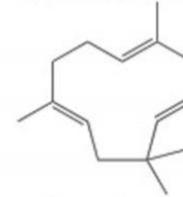
α -Felandreno



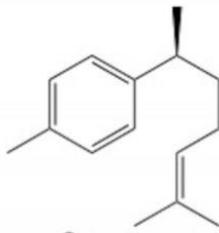
Safranal



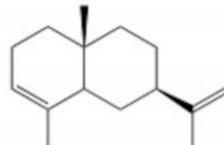
Oxido de Cariofileno



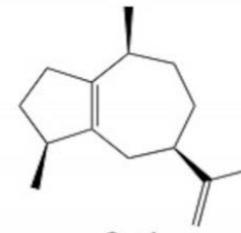
Humuleno



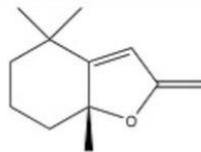
α -Curcumeno



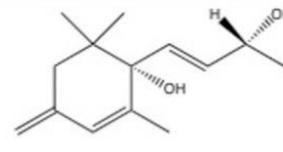
α -Selineno



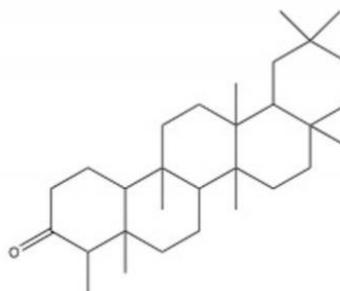
α -Guaieno



Dihidroactinidiolido



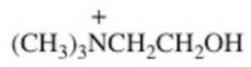
Vomifoliol



Friedelin

(Ángeles et al., 2014)

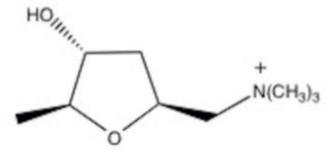
Anexo 3. Principales Terpenos



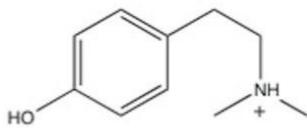
Colina



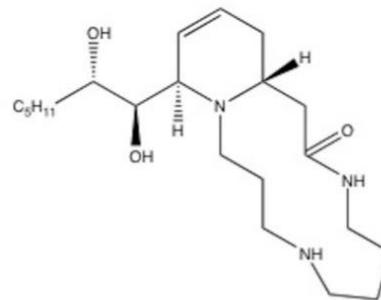
Neurina



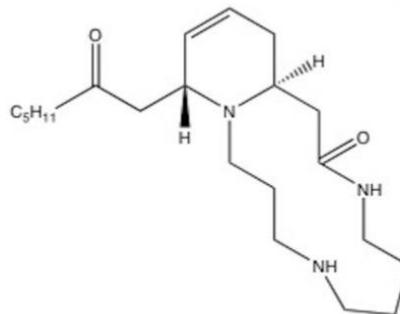
Muscarina



Hordenina



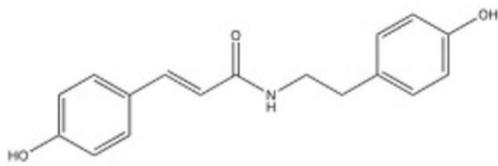
(+)-Cannabisativina



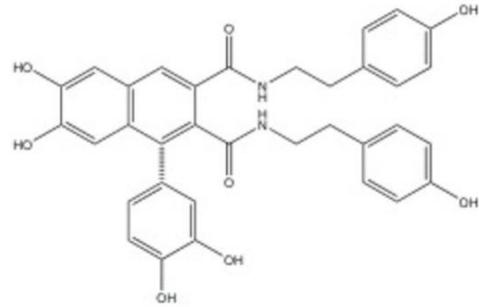
Anhidrocannabisativina

(Ángeles et al., 2014)

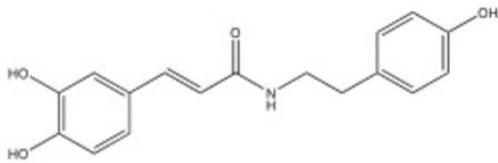
Anexo 4. Principales alcaloides



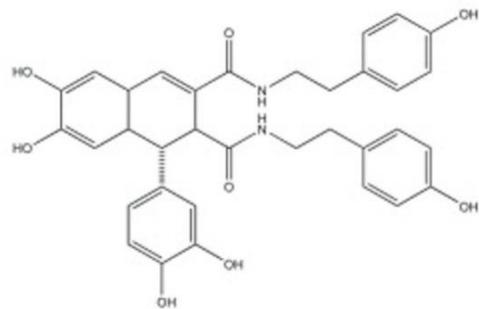
N-trans-cumaroiltiramina



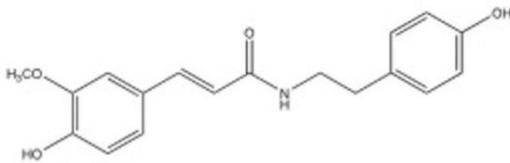
Cannabisina A



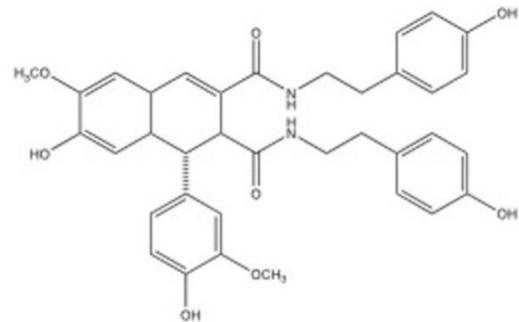
N-trans-cafeoiltramina



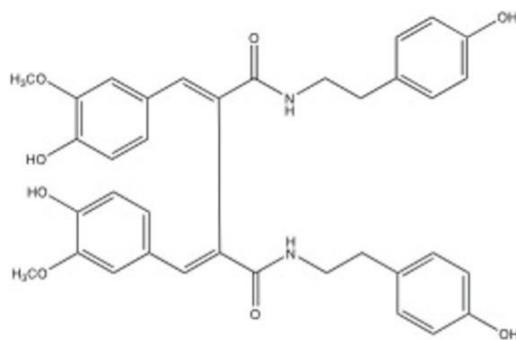
Cannabisina B



N-trans-feruloiltiramina



Cannabisina D



Cannabisina G

(Ángeles et al., 2014)

Anexo 5. Principales Lignanamidás y Amidás fenólicas

CERTIFICATE OF ANALYSIS

ISO/IEC 17025:2017 ACCREDITATION #103104



Order #: 37646
 Order Name: TruBlu Natural
 CBD Tincture 125mg
 Batch#: 190026
 Received: 10/03/2019
 Completed: 10/07/2019



Sample



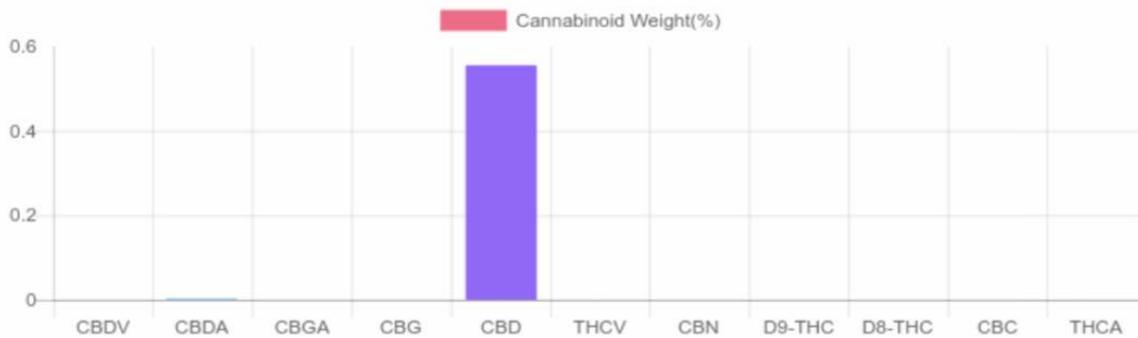
N/D D9-THC	0.557% Total CBD
152.1 mg Cannabinoids per unit	152.0 mg CBD per unit

Cannabinoids Test

SHIMADZU INTEGRATED UPLC-PDA
 GSL SOP 400 PREPARED: 10/04/2019 18:59:08 UPLOADED: 10/07/2019 12:54:43

Cannabinoids	LOQ	weight(%)	mg/g	mg/unit
D9-THC	10 PPM	N/D	N/D	N/D
THCA	10 PPM	N/D	N/D	N/D
CBD	10 PPM	0.555%	5.547	151.4
CBDA	20 PPM	0.002%	0.024	0.7
CBDV	20 PPM	N/D	N/D	N/D
CBC	10 PPM	N/D	N/D	N/D
CBN	10 PPM	N/D	N/D	N/D
CBG	10 PPM	N/D	N/D	N/D
CBGA	20 PPM	N/D	N/D	N/D
D8-THC	10 PPM	N/D	N/D	N/D
THCV	10 PPM	N/D	N/D	N/D
TOTAL D9-THC		N/D	N/D	N/D
TOTAL CBD*		0.557%	5.568	152.0
TOTAL CANNABINOIDS		0.557%	5.571	152.1

1 unit = 30 ml per unit x density (.91) x Cannabinoid concentration



Reporting Limit 10 ppm
 *Total CBD = CBD + CBDA x 0.877
 N/D - Not Detected, B/LOQ - Below Limit of Quantification



4001 SW 47th Avenue Suite 208
 Davie, FL 33314
 1-833-TEST-CBD
 info@greenscientificlabs.com



Dr. Andrew Hall
 Dr. Andrew Hall, Ph.D., CSO & Lab Director

Green Scientific Labs uses its best efforts to deliver high quality results and to verify that the data contained therein are based on sound scientific judgment and levels listed are guidelines only and all data was reported based on standard laboratory procedures and deviations. However Green Scientific Labs makes no warranties or claims to that effect and further shall not be liable for any damage or misrepresentation that may result from the use or misuse of the data contained herein in any way. Further, Green Scientific Labs makes no claims regarding representations of the analyzed sample to the larger batch from which it was taken. Data and information in this report are intended solely for the individual(s) for whom samples were submitted and as part of our strict confidentiality policy, Green Scientific Labs can only discuss results with the original client of record.

Anexo 6. Análisis de contenido de fitocannabinoides del aceite utilizado

Anexo 7. ADEVA Estabilidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	1	6,1509	6,15094	110,74	0,000
Mezcla Aditivos	3	2,9436	0,98122	17,67	0,000
Tipo	1	4,0426	4,04260	72,78	0,000
Día	5	27,7672	5,55344	99,98	0,000
Temperatura*Mezcla Aditivos	3	0,3461	0,11538	2,08	0,114
Temperatura*Tipo	1	0,5551	0,55510	9,99	0,003
Temperatura*Día	5	5,1547	1,03094	18,56	0,000
Mezcla Aditivos*Tipo	3	1,6411	0,54705	9,85	0,000
Mezcla Aditivos*Día	15	0,2932	0,01955	0,35	0,985
Tipo*Día	5	1,2630	0,25260	4,55	0,002
Error	53	2,9439	0,05554		
Total	95	53,1016			

Anexo 8. ADEVA pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	1	9,375	9,3750	51,18	0,000
Mezcla Aditivos	3	42,875	14,2917	78,02	0,000
Tipo	1	3,375	3,3750	18,42	0,000
Día	5	69,583	13,9167	75,97	0,000
Temperatura*Mezcla Aditivos	3	1,708	0,5694	3,11	0,034
Temperatura*Tipo	1	0,042	0,0417	0,23	0,635
Temperatura*Día	5	2,750	0,5500	3,00	0,019
Mezcla Aditivos*Tipo	3	4,542	1,5139	8,26	0,000
Mezcla Aditivos*Día	15	11,000	0,7333	4,00	0,000
Tipo*Día	5	2,000	0,4000	2,18	0,070
Error	53	9,708	0,1832		
Total	95	156,958			

Anexo 9. Costos de maquinaria necesaria

Cantidad	Maquinaria	Precio	Total
1	Dosificadora manual de líquidos	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
1	Selladora botellas tapa rosca	\$ 3.800,00	\$ 3.800,00
2	Balanza Digital	\$ 500,00	\$ 1.000,00
1	Licuada industrial	\$ 250,00	\$ 250,00
1	Esterilizador	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00
1	Etiquetadora semiautomática	\$ 2.550,00	\$ 2.550,00
Total			\$ 19.100,00

Anexo 10. Costos de materias primas necesarias

Producción de 10000 unidades mensualmente				
Materia Prima	Cantidad	Unidades	Costo Unidad (1 Kg - 1lt)	Costo total
CBD	10,0	Litros	\$ 600,00	\$ 6.000,00
Agua	2500	Litros	\$ 0,20	\$ 500,00
Goma guar	4,0	kilogramos	\$ 2,50	\$ 10,00
Guayusa	200,0	kilogramos	\$ 20,00	\$ 4.000,00
Panela	100,0	kilogramos	\$ 1,50	\$ 150,00
Limón	25,0	kilogramos	\$ 2,00	\$ 50,00
Envase	10000	unitario	\$ 0,20	\$ 2.000,00
Total				\$ 12.710,00

Anexo 11. Costos de mano de obra necesaria

Tipo	Cantidad	Sueldo	Décimo Cuarto	Décimo Tercero	Aporte IESS	Costo Total Mensual	Costo Anual
Gerente General	1	\$1.000,00	\$ 33,33	\$ 83,33	\$ 111,50	\$ 1.228,17	\$ 14.738,00
Jefe de Producción	1	\$ 900,00	\$ 33,33	\$ 75,00	\$ 100,35	\$ 1.108,68	\$ 13.304,20
Personal en línea de producción	3	\$ 400,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 44,60	\$ 1.933,80	\$ 23.205,60
Marketing y Ventas	1	\$ 500,00	\$ 33,33	\$ 41,67	\$ 55,75	\$ 630,75	\$ 7.569,00
Total						\$ 4.901,40	\$ 58.816,80

Anexo 12. Costos de insumos necesarios

Tipo	Unidad	Costo Total	Costo Anual
Gasolina	Alquiler	\$ 800,00	\$ 9.600,00
Arriendo Galpón	Alquiler	\$ 2.500,00	\$ 30.000,00
Agua, Luz, Teléfono	Unidad de medida	\$ 200,00	\$ 2.400,00
Total			\$ 42.000,00

Anexo 13. Costo de publicidad

Tipo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Anual
Publicidad	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 12.000,00

Anexo 14. Balance general de costos

COSTOS DE PRODUCCION	TOTALES	FIJOS	VARIABLES
Materia prima	\$152.520,00		\$ 152.520,00
Mano de obra directa	\$ 23.205,60	\$ 23.205,60	
Total	\$175.725,60	\$ 23.205,60	\$ 152.520,00
GASTOS DE FABRICACION O COSTOS INDIRECTOS			
Gasolina	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	
Agua, Luz, Teléfono	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	
Arriendo Galpón	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	
Total	\$ 44.400,00	\$ 44.400,00	
GASTOS DE VENTAS			
Publicidad	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	
Total	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	
GASTOS ADMINISTRATIVOS			
Gerente General	\$ 14.738,00	\$ 14.738,00	
Jefe de Producción	\$ 13.304,20	\$ 13.304,20	
Marketing y Ventas	\$ 7.569,00	\$ 7.569,00	
Total	\$ 35.611,20	\$ 35.611,20	
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS			
	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 23.205,60	\$ 152.520,00	\$ 175.725,60
GASTOS DE VENTAS	\$ 12.000,00	\$ -	\$ 12.000,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 35.611,20	\$ -	\$ 35.611,20
Total	\$ 70.816,80	\$ 152.520,00	\$ 223.336,80

