

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**APROVECHAMIENTO DEL CACAO TIPO COCOA (*THEOBROMA CACAO* L.) EN
LA ELABORACIÓN DE BROWNIE A BASE DE CAFÉ (*COFFEA ARÁBICA* L.)**

POR:

GABRIELA CAROLINA COLINDRES REYES

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2024

APROVECHAMIENTO DEL CACAO TIPO COCOA (*THEOBROMA CACAO* L.) EN
LA ELABORACIÓN DE BROWNIE A BASE DE CAFÉ (*COFFEA ARÁBICA* L.)

POR:

GABRIELA CAROLINA COLINDRES REYES

RAMÓN ANTONIO HERRERA ANTÚNEZ. M. Sc.

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2024

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios, quien ha sido mi guía, mi fuente de sabiduría, fortaleza y amor, y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, con profunda gratitud, dedico esta tesis a Dios por que sin él esto no sería posible. En ti confío mi presente, mi futuro y todo lo que soy.

A mis padres, Gabriel Adán Colindres y Belquis Carolina Reyes, quienes han sido mi roca y mi guía, su amor incondicional y apoyo constante ha sido la luz que ha iluminado mi camino en los momentos más difíciles. A través de sus sacrificios, han sembrado en mí el esfuerzo, perseverancia, valentía y me han enseñado a nunca rendirme y siempre luchar por mis sueños, son la fuente de inspiración en mi vida. ¡Gracias, por siempre estar a mi lado!

A mi hermano y a mi familia, quiero expresarles mi profunda gratitud por su amor incondicional y apoyo constante, los cuales han sido mi fortaleza a lo largo de este camino. Su fe en mí ha sido un poderoso motor, impulsándome a salir adelante. Sus palabras de cariño y alentadoras han sido un recordatorio constante del amor y el apoyo que tengo a mi alrededor, inspirándome a perseguir mis sueños y alcanzar mis metas con determinación.

A mis mentores y profesores por ser un apoyo incondicional en mi formación profesional y por formar parte de este proceso.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigos y compañeros, por apoyarme cuando más las necesite, por extender su mano en los momentos difíciles y por el cariño brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevare en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiar mi camino, por su constante presencia y dirección en cada etapa de este viaje. Infinitamente gracias por su bondad al permitirme alcanzar este logro, por su amor incondicional que me guio en cada paso de mi vida.

Mi profundo agradecimiento y admiración a mis padres y a mi hermano Ángel Colindres y a mi abuela Silvia Rodríguez por ser un pilar fundamental en mi vida, por siempre brindarme su apoyo incondicional y por motivarme para siempre poder perseguir mis sueños y nunca darme por vencida.

Mi profundo agradecimiento hacia la Universidad Nacional de Agricultura por permitirme crear experiencias nuevas que contribuyeron a mi conocimiento y formación profesional. Mi más sincero agradecimiento y admiración al M.sc. Ramón Herrera, M.sc. Nairobiy Sevilla, a la M.sc. Fanny Maradiaga, al M.sc. Arlin Lobo, M.Sc. Hilsy Sanabria y al M.sc. Bayron E. Santos, por compartir generosamente sus conocimientos, por creer firmemente en mí y en mis capacidades, y por brindarme la oportunidad invaluable de poder trabajar con ellos.

Por último y no menos importante quiero expresar mi más sincero agradecimiento por el apoyo que me han brindado mis amigas que han sido muy especiales para mí: Verónica Cáceres, Jessica Garmendia, Leslye Colindres, Elisa Benites, Delmy Herrera y Cielo Alemán. Cada una de ustedes ha contribuido de manera única y significativa a este logro, les estoy eternamente agradecida con todo mi corazón. Que nuestra amistad perdure y que continuemos apoyándonos mutuamente en cada paso de nuestro viaje. Gracias por estar siempre para mí.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADRO	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General:.....	2
2.2. Objetivo Específicos:	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. El origen de la cocoa.....	3
3.1.1. La cocoa.....	3
3.2. Azúcar glas	4
3.3. El cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	4
3.3.1. Taxonomía del cacao	4
3.4. Aplicaciones del cacao tipo cocoa en la industria de los alimentos	5
3.5. Beneficios de la cocoa	5
3.5.1. Composición química del cacao	6
3.6. El café (<i>Coffea arábica</i> L.)	7
3.7. Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	8
3.8. Miel (<i>Apis mellifera</i> L.)	8
3.9. Postre tipo brownie	9
3.9.1. Brownie saludable con adición de cacao tipo cocoa.	10
3.10. Evaluación sensorial	10
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	11
4.1. Ubicación de investigación.....	11
4.2. Materiales y equipo.....	12

4.2.1.	Materiales y equipos utilizados para la extracción de esencia de café.....	12
4.2.2.	Materia prima a utilizada en la elaboración del postre tipo brownie.....	13
4.2.3.	Materiales y equipos a utilizar	13
4.3.	Metodología	14
4.3.1.	Etapa 1: Recepción del cacao y elaboración de la cocoa	14
4.3.2.	Etapa 2: Recepción del café y extracción de la esencia de café	15
4.3.3.	Etapa 3: Formulación para elaboración de postres tipo brownies.	15
4.3.4.	Etapa 4: Evaluación sensorial.....	24
4.3.5.	Etapa 5: Pruebas químicas.....	25
4.4.	Diseño experimental	26
4.4.1.	Variables independientes:.....	26
4.4.2.	Variables dependientes:.....	26
4.5.	Análisis estadístico	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1.	Etapa I: Recepción del cacao y elaboración de la cocoa	27
5.2.	Etapa II: Recepción del café y extracción de la esencia de café.....	27
5.3.	Etapa III: Formulación y elaboración de brownies.....	28
5.4.	Etapa IV: Evaluación sensorial.....	29
5.4.1.	Índice de aceptación de las características organolépticas	30
5.5.	Etapa V: Pruebas químicas	33
VI.	CONCLUSIONES.....	34
VII.	RECOMENDACIONES.....	35
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS		40

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Taxonomía del cacao.....	5
Cuadro 2. Composición química del cacao.....	7
Cuadro 3. Composición de valor nutricional avena.....	8
Cuadro 4. Composición de valor nutricional miel.....	9
Cuadro 5. Materiales y equipos requeridos para la extracción de esencia de café.....	12
Cuadro 6. Equipo para la elaboración de la cocoa.....	12
Cuadro 7. Materia prima.....	13
Cuadro 8. Materiales.....	13
Cuadro 9. Tratamientos para la obtención del brownie.....	16
Cuadro 10. Ingredientes fijos en la elaboración del postre tipo brownie.....	16
Cuadro 11. Escala hedónica de 5 puntos.....	24
Cuadro 12. Formulación para los 4 tratamientos en gramos.....	28
Cuadro 13. Medias y desviación estándar de los atributos evaluados en el postre tipo brownie.....	30
Cuadro 14. Análisis químicos del brownie.....	33

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la investigación.	11
Figura 2. Fases del proceso de investigación.	14
Figura 3. Flujo de proceso para la obtención de la esencia de café.....	16
Figura 4. Flujo de proceso para la elaboración de cocoa.	18
Figura 5. Diagrama de flujo para postre tipo brownies.	21
Figura 6. Análisis de las características organolépticas del olor	30
Figura 7. Análisis de las características organolépticas del color	31
Figura 8. Análisis de las características organolépticas del sabor	32
Figura 9. Análisis de las características organolépticas de la textura.....	32

LISTA DE ANEXOS	Pág.
Anexo 1. Planta procesadora de granos y cereales.....	40
Anexo 2. Laboratorio de biotecnología.....	40
Anexo 3. Obtención de la cocoa en polvo.....	41
Anexo 4. Extracción esencia de café.....	42
Anexo 5. Elaboración del postre tipo brownie	43
Anexo 6. Evaluación sensorial	44
Anexo 7. Formato de evaluación sensorial	45
Anexo 8. Análisis químicos.....	46

Colindres Reyes Gabriela Carolina. (2024). Aprovechamiento del cacao tipo cocoa (*Theobroma cacao* L.) En la elaboración de brownie a base de café (*Coffea arábica* L.). Tesis. Ingeniería en Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, Centro América. 46 páginas.

RESUMEN

El café en polvo es un producto obtenido a partir de granos de café tostados y molido. La cocoa en polvo es un producto hecho de granos de cacao que han sido fermentados, secados, tostados y luego molidos en polvo. El objetivo de la investigación fue incorporar cacao tipo cocoa (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de brownie a base de café (*Coffea arábica* L.). Para la elaboración del postre tipo brownie se desarrollaron cuatro muestras con diferentes concentraciones en los que varían dos de sus ingredientes principales, como ser cacao en polvo: T1 (19 %), T2 (23 %), T3 (26 %), T4 (28 %), y las concentraciones de miel: T1 (22 %), T2 (18 %), T3 (15 %), T4 (13 %), además los porcentajes de esencia de café (4 %), harina de trigo (11 %), harina de avena (11 %), huevos (11 %), esencia de vainilla (2 %), leche (18 %) y margarina (2 %) se mantuvieron fijos en todas las formulaciones. Se realizaron pruebas de análisis sensorial, mediante una escala hedónica de cinco puntos con 50 jueces no entrenados. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), y se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey utilizando el programa InfoStat. Se evaluaron las características químicas (Ph, acidez, °brix) al tratamiento con mayor aceptación. Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para los 4 tratamientos, donde el T4 presento mayor aceptación para los jueces en los atributos de olor $4.50 \pm 0.68b$, sabor $4.46 \pm 0.68b$, textura $4.52 \pm 0.55c$, mientras que el T2 tuvo la mayor aceptación en atributo de color con $4.60 \pm 0.6c$, en comparación con los demás tratamientos. Se desarrolló un postre tipo brownie con diferentes concentraciones de cocoa y miel, donde el T4 con 13 % miel, 27 % cocoa, obtuvo la mayor aceptación para las características organolépticas de olor, sabor y textura, mientras que el T2 obtuvo la mayor aceptación para el color, por lo tanto, el T4 obtuvo la mayor aceptación para los jueces.

Palabras claves: Panificación, análisis químicos, liofilización, análisis sensorial

I. INTRODUCCIÓN

La cocoa es el chocolate en polvo, contiene leve, azúcar, glucosa entre otros ingredientes. La cocoa es un derivado en polvo de las semillas del fruto del árbol Theobroma. A la semilla se le conoce como cacao. El cacao en polvo se obtiene después de secar, fermentar, tostar y moler los granos hasta obtener la torta o masa de cacao, se le extrae la grasa y se obtiene un polvo la cual es la cocoa (Lara, 2019).

Desde hace más de dos siglos y hasta nuestros días, el café se ha mantenido como una de las bebidas de mayor consumo en el mundo. El café es, en realidad una infusión, muy popular que nos ayuda a poder incentivar nuevas oportunidades de aprovechar este grano, de la misma forma poder destacar otros productos que ayuden a enriquecer lo que es grano del café. (Gómez, 2021).

Esta investigación tuvo como objetivo incorporar cocoa en polvo en la elaboración de brownies elaborados a base de esencia de café y poder obtener una combinación que ayudara en la creación de nuevos productos que brinden saciedad a las personas y grandes beneficios a su salud. El postre tipo brownie es uno de los productos de panificación más famosos del mundo. Su origen tiene muchas variantes, considerando que el cacao tipo cocoa es una buena fuente de fibra dietética, y que postres enriquecidos con esta pueden tener un aumento significativo e incluso se puede considerar como un ingrediente funcional (Jaramillo, 2018).

El trabajo de investigación se llevo acabo en la Universidad Nacional de Agricultura, con el objetivo de evaluar las características químicas de la formulación con mayor aceptación al postre tipo brownie. Donde la formulación presenta variables independientes como ser la cocoa y la miel y variables dependientes como color, aroma, sabor y textura.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

- Incorporar cacao tipo cocoa (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de brownie a base de café (*Coffea arábica* L.)

2.2. Objetivo Específicos:

- Diseñar diferentes formulaciones de postres tipo brownies con diferentes porcentajes de café y cocoa, mediante diseño de mezclas simplex.
- Evaluar las características organolépticas mediante pruebas sensoriales de aceptación afectivas estructurada de cinco puntos a escala de laboratorio.
- Determinar las características químicas (°brix, pH, acidez) al postre tipo brownie, mediante pruebas de laboratorio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El origen de la cocoa

Se denomina así al polvo seco que se obtiene moliendo los granos y extrayendo, total o parcialmente, la grasa o manteca del cacao. *Theobroma cacao* es el nombre del árbol del cacao (o cacaotero) que tiene sus orígenes en las tierras tropicales de América del Sur, de la cuenca del río Orinoco o el río Amazonas. Cristóbal Colón, a su vuelta a España, lleva muestras de cacao a los Reyes Católicos; sin embargo, no tiene éxito por su sabor amargo y picante y por su aspecto sucio. Aun así, es de las muestras que Hernán Cortés también consciente del valor del cacao entre los aztecas decidió llevarse consigo a la España de Carlos I en 1528 de donde surge la historia del chocolate en Europa (Puerto, 2019).

3.1.1. La cocoa

La cocoa y el cacao han formado parte de la cultura desde hace cientos de años, durante la época prehispánica era utilizado como moneda, como remedio para varias enfermedades y como ingrediente principal para la preparación de bebidas ceremoniales, mientras que en la actualidad se pueden hacer múltiples productos a base de este grano. La cocoa se usa esencialmente para dar sabor a galletas, helados, bebidas y tortas. Se emplea también en la producción de coberturas para confitería y en postres congelados. El cacao en polvo lo consume también la industria de bebidas, y en una amplia variedad de productos de gran beneficio para la industria alimentaria (Giraldo, 2018).

3.2. Azúcar glas

El azúcar glas, azúcar glas, azúcar impalpable, azúcar flor, azúcar nevada o nevazúcar es un tipo de azúcar que se caracteriza por estar pulverizado o molido a tamaño de polvo (con cristales de un diámetro inferior a 0,15 mm) con añadido de 2 o 3% de almidón. Se utiliza en repostería para cubrir y dar un último toque de decoración a postres o dulces (Benitez, 2020).

3.3. El cacao (*Theobroma cacao* L.)

Los mayas valoraban el cacao como un bien exquisito para comidas y bebidas. Por sus características físicas, las semillas del cacao se convirtieron en una pseudomoneda para intercambios comerciales. Redescubierta la planta por los españoles en el año de 1502, siendo unos pocos años después que Hernán Cortez lo probara como bebida en la tierra del Maya. El cacao en su estado natural: Este pequeño árbol requiere de calor y humedad. No necesita Sol directo y prospera cómodamente en la selva a la sombra de los árboles y humedad (Andrade, 2020).

3.3.1. Taxonomía del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree estar situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica. La taxonomía del cacao (Cuadro 1) es de importancia relevante en la economía del Ecuador, por ser un producto de exportación y que constituye una fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbano. Esta especie representa uno de los rubros más importantes para el país, constituyendo el 5 % de la producción mundial, siendo también uno de los cultivos tradicionales de interés comercial en la provincia de Los Ríos (Rondón, 2022).

Cuadro 1. Taxonomía del cacao

Reino	Plantae
Tipo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	Theobroma
Especie	Cacao L.

Fuente (Mosquera, 2017).

3.4. Aplicaciones del cacao tipo cocoa en la industria de los alimentos

La cocoa tiene una amplia variedad de aplicaciones en la industria de los alimentos debido a su versatilidad para incorporarlo a diferentes matrices alimentarias, gracias a los importantes beneficios que nos aportan y nos ayudan para la elaboración de los diversos productos en una amplia variedad de áreas desempeñadas y sus aplicaciones son cada vez más diversas y creativas y le da un mejor valor agregado y funcional para la industria (Antunez J. O., 2021).

3.5. Beneficios de la cocoa

La cocoa natural en cuanto más pura sea se pierden menos polifenoles. EL cacao tipo cacao natural contiene más de 50 nutrientes y componentes bioactivos como los polifenoles, que tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que nos protegen y aportan beneficios sobre la salud, especialmente la cardiovascular. Además, contiene gran número de pigmentos de origen natural (flavonoides) que le confieren su típico color marrón claro y tienen un sabor amargo. Los responsables de este gusto tan amargo son los polifenoles y la cafeína, unos compuestos naturales activos con propiedades antioxidantes que ayudan a proteger el organismo frente a los radicales libres que oxidan las células (Goya, 2019).

- **Propiedad antioxidante:**

El cacao, debido a la presencia de flavonoides, posee una acción efectiva contra el estrés oxidativo. Además, el contenido en procianidina disminuye los productos de oxidación plasmáticos favoreciendo la acción antioxidante del plasma.

- **Propiedad antiinflamatoria:**

Se ha demostrado que los extractos de grano seco y cáscara del cacao disminuye los marcadores pro inflamatorios y el daño celular. La inflamación se asocia a patologías como la obesidad y sus complicaciones asociadas, y se considera la causa de diversas patologías crónicas, el síndrome metabólico, resistencia a la insulina y el riesgo cardiovascular.

- **En el sistema Cardiovascular:**

Por su contenido en ácidos grasos insaturados, como el oleico, el cacao actúa como protector vascular al disminuir el colesterol y lipoproteínas de baja densidad (LDL) y aumentar las HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad o colesterol bueno). Además, posiblemente debido a su contenido en flavonoides, posee un efecto hipotensor y disminuye la vasodilatación periférica.

- **En el sistema nervioso:**

El cacao posee moléculas capaces de activar el sistema nervioso, ser vasodilatadores y poseer propiedades tonificantes, diuréticas y anti neurálgicas. También la presencia de afenitilamina le atribuye propiedades antidepresivas al cacao. Del mismo modo, se ha demostrado posee sustancias que actúan en el cerebro induciendo sensación de bienestar y placer (Maldonado, 2021).

3.5.1. Composición química del cacao

La composición química del cacao (Cuadro 2) tiene un alto contenido de grasa, que es mayor al 50 % después de ser fermentado, tostado y secado. Un 60 % de la grasa del cacao es saturada, rica en ácidos grasos como el esteárico (34 %) o el palmítico (28 %). Pero también

contiene ácidos grasos insaturados como el oleico (35 %) que juega un papel importante en la protección vascular al disminuir el colesterol y las LDL por sus siglas en inglés Low Density Lipoprotein (Lipoproteínas de Baja Densidad) y aumentar las HDL por sus siglas en inglés Hight Density Lipoprotein (Lipoproteínas de Alta Densidad o colesterol bueno). Minimiza también la agregación de plaquetas, que es factor de trombos (Escobar, 2020).

Cuadro 2. Composición química del cacao.

Componentes	Porcentajes 100g
Grasa	50 %
Agua	30 %
Nitrógeno total	2.28 %
Nitrógeno proteico	1.50 %
Teobromina	1.71 %
Cafeína	0.085 %
Glucosa	0.30 %
Sacarosa	1.58 %
Proteinas	5.005 %
Polifenoles	7.54 %

Fuente (Lagunas, 2018).

3.6. El café (*Coffea arábica* L.)

Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Se conocen unas 30 especies de café. El centro de origen del café arábigo son las montañas sur occidentales de Etiopía, el altiplano del Sudan y el Norte de Kenia, donde es un componente natural del sotobosque (Delgado, 2019).

3.7. Avena (*Avena sativa* L.)

Comúnmente conocida como avena, es un tipo de grano que se cultiva por su semilla. Es una fruta que contiene una semilla o grano. La composición nutricional de la avena (Cuadro 3) dice que es rica en proteínas, grasas, fibra soluble, vitaminas (vitamina B1, B2 y B3), minerales (calcio, fósforo, zinc, hierro, zinc y yodo) y fitoquímicos (polifenoles como la avenantramida, tocotrienoles y tocoferoles, clasificado como cereal integral, es particularmente rico en fibra soluble, β -glucanos, lípidos, proteínas y ciertos oligoelementos y es una fuente única de polifenoles (amida de avena). La avena generalmente se considera "saludable" y se cree que el consumo de salvado de avena reduce el colesterol LDL ("malo") y posiblemente reduce el riesgo de enfermedades cardíacas (Montoya, 2018).

Cuadro 3. Composición de valor nutricional avena

Componentes	100 g.
Energía	3,75 %
Proteína	12,5 %
Lípidos totales	6.25 %
Carbohidratos	67.5 %
Fibra total	10 %

Fuente (Peña, 2020)

3.8. Miel (*Apis mellifera* L.)

Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan,

deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares (Cuadro 4), predominantemente fructosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección. El color de la miel varía de casi incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, o total o parcialmente cristalizada. El sabor y el aroma varían, pero derivan de la planta de origen (Maskeliunas, 2022).

Cuadro 4. Composición de valor nutricional miel

Componentes	%
Energía	3.04 %
Proteína	0.3 %
Azúcares	82 %
Carbohidratos	80.4 %
Fibra total	0.2 %
Agua	16.1 %
Fuente: (Paladino, 2020).	

3.9. Postre tipo brownie

El postre tipo brownie es uno de los productos de panificación más famosos del mundo. Su origen tiene muchas variantes, pero todas coinciden en su creación accidental por la falta de polvo leudante en una mezcla, su primera receta conocida se remonta al año 1896. La preparación de este producto tiene como ingredientes tradicionales harina de trigo, huevo, cacao en polvo, azúcar y mantequilla, obteniendo una consistencia compacta, esponjosa por dentro y dura por fuera. Además, con anterioridad la formulación tradicional de este producto clasificado como sobremesa se ha modificado con el objetivo de brindar alternativas de consumo a productos ajenos a este (Chusán, 2019).

3.9.1. Brownie saludable con adición de cacao tipo cocoa.

Un brownie es un bizcocho pequeño, típico de la gastronomía de Estados Unidos. Se llama así por su color marrón oscuro, o Brown en inglés. Se cubre con jarabe espeso, en este caso tendremos un brownie, con adición de harina de avena, esta harina es más saludable que existe y es muy baja en calorías, además tiene un alto contenido en fibra ayudando así a la pérdida de peso y evitando el estreñimiento, de esta manera el brownie será más saludable y un nuevo producto que sea nuevo y de gran beneficios para las personas, libre azúcar ya que será elaborado con miel, la cual le dará un valor nutricional junto con los demás ingredientes, como ser uno de ellos el café, la cual nos brinda múltiples beneficios. El brownie con adición de cocoa en polvo será una mejor alternativa de postre para las personas, será un producto de saciedad y lleno de beneficios para la salud de sus consumidores (Benítez, 2021).

3.10. Evaluación sensorial

Es la evaluación del, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas. La aplicación de este análisis en la industria alimentaria sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor (Ahued, 2021).

La investigación se realizó mediante pruebas afectivas, que se refieren a aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva del producto, indicando si le gusta o si prefiere otro. Por lo general se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores (Antunez J. M., 2021).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Ubicación de investigación

La investigación se realizó en la planta de granos y cereales de la Facultad de Ciencias Tecnológicas (Anexo 1) y el proceso de extracción de la esencia de café se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología (Anexo 2) de la Universidad Nacional de Agricultura. Ubicado en la carretera hacia Dulce Nombre de Culmí, Kilometro 215, Barrio El Espino Catacamas, Olancho, Honduras.

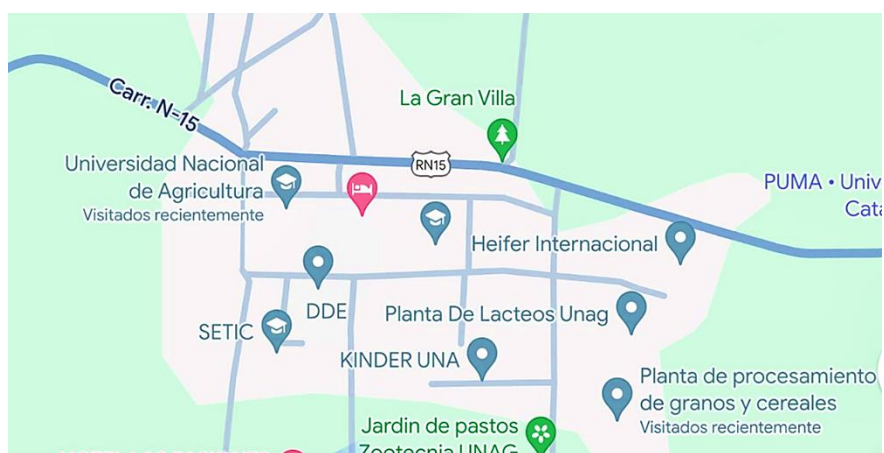


Figura 1. Ubicación de la investigación.

Fuente: (Elaboración propia.)

4.2. Materiales y equipo

A continuación, se detallan los materiales y equipos indispensables para llevar a cabo de manera eficiente el proceso de concentración de la esencia de café y elaboración del postre tipo brownie, y la elaboración de cocoa.

4.2.1. Materiales y equipos utilizados para la extracción de esencia de café

Cuadro 5. Materiales y equipos requeridos para la extracción de esencia de café

Equipo	Descripción
Liofilizador	LABCONCO de 4.5L
Refractómetro	De 0 a 100 °brix
Termómetro	Serie TP1001 DE -50°C a 300°C
Beaker	LABCONCO DE 1000 ml
Matraz	LABCONCO de 600 ml
Pipeta Pasteur	De 3 ml
Balanza	Mettler Toledo
Agitador magnético	Nahita Blu 692/1
Cuchara espátula	Acero inoxidable
Frascos	Vidrio 250 ml
Bolsa de colar	Comercial
Bandas reactivas	pH 0 - 14

Fuente: (Elaboración propia.)

Cuadro 6. Equipo para la elaboración de la cocoa

Equipo	Descripción
Estufa	MON-T2626-12
Molino	Motor eléctrico
Prensa hidráulica	Artisanal de 30 toneladas
Bandejas	Acero inoxidable

Fuente: (Elaboración propia.)

4.2.2. Materia prima a utilizada en la elaboración del postre tipo brownie.

Cuadro 7. Materia prima

<i>Materia prima</i>	<i>Marca</i>
Miel	El Colmenar
Harina de trigo	La rosa
Harina de avena	Quaker
Huevo	Tienda Universitaria UNAG
Leche	Sula
Esencia de vainilla	Don Julio
Café	Elaboración propia
Cacao tipo cocoa	Elaboración propia
Margarina	Mazola
Azúcar glas	San Blas

Fuente: (Elaboración propia.)

4.2.3. Materiales y equipos a utilizar

Cuadro 8. Materiales

<i>Materiales</i>	<i>Marca</i>
Molde del postre tipo brownie	Acero inoxidable
Bowl mediano	Acero inoxidable
Cucharones	Acero inoxidable
Refractómetro	0 a 100°brix
Termómetro	Serie TP1001 DE -50°C a 300°C
Batidora	Daily U.S.A batidora semi industrial de aspas modelo (110/60Hz 120-150Wd)
Horno	Venancio a gas con flujo convectivo modelo
Ollas para mezcla	Acero Inoxidable
Mesa	Acero inoxidable 110cm de largo y 70cm de ancho
Papel encerado	Parchment paper
Balanza digital	Mettler Toledo

Fuente: (Elaboración propia.)

4.3. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos se realizaron cinco etapas experimentales descritas a continuación.

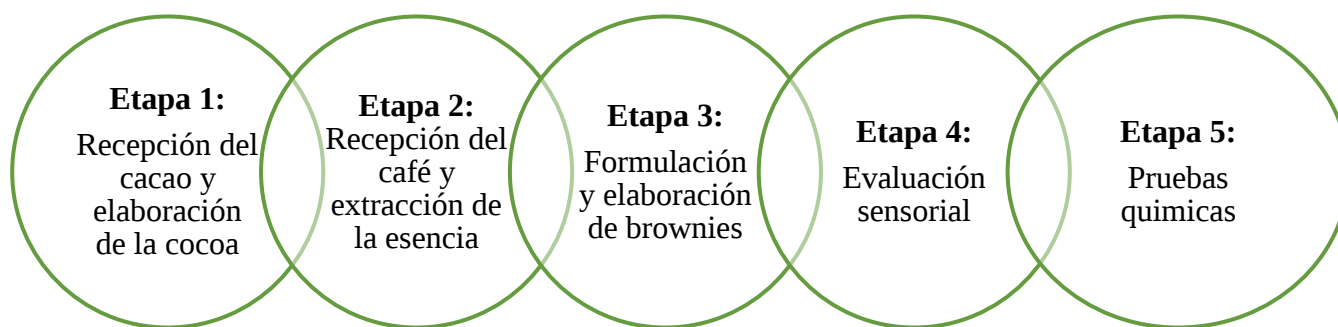


Figura 2. Fases del proceso de investigación.

Fuente: (Elaboración propia.)

4.3.1. Etapa 1: Recepción del cacao y elaboración de la cocoa

En esta etapa (Figura 3) se recolectarán los granos de cacao, para la elaboración de la cocoa en polvo y poder realizar el producto. Los granos de cacao criollo se obtuvieron en APROSACAO, brindando un grano de calidad, al momento de adquirir la materia debemos de tomar en cuenta la elección correcta de las materias primas, esto resulta fundamental para conseguir la calidad buscada en el producto final. Hoy en día se prefiere el cacao criollo por ser un cacao fino y por la facilidad para adaptarse a distintas condiciones ambientales. Es un tipo de cacao escaso, de textura muy cremosa y poco amargo, avellanado y suave. La variedad criolla se desarrolló en cultivos mexicanos durante siglos, seleccionada por agricultores de todas las culturas.

4.3.2. Etapa 2: Recepción del café y extracción de la esencia de café

En esta etapa durante la recepción de la materia prima, procedimos a seleccionar cuidadosamente los granos de café adquiridos de Leyendas Café, teniendo en cuenta tanto su nivel de humedad de 6 % como su grado de tostado medio. Se seleccionaron los granos de café orgánico con un elevado perfil de calidad en este caso se utilizó café con perfil de taza de 88 puntos, la variedad de café que se utilizó es la catuai con una acidez media. Esta selección fue crucial para garantizar la calidad óptima del producto, con un registro de una fijación de marca de carbono (Rainforest). Una vez seleccionados, los granos fueron sometidos a un proceso de trituración con el fin de aumentar su superficie de contacto, lo que facilitaría la extracción de los sólidos solubles deseados. El café molido resultante se sometió luego a una extracción sólido-líquido en un matraz Erlenmeyer, utilizando agua a una temperatura de 100 °C. Este proceso nos permitió obtener un extracto homogéneo, el cual fue posteriormente filtrado para eliminar cualquier residuo sólido no deseado. La esencia de café se obtuvo por el método de liofilización en el Laboratorio de Biotecnología. A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso para la extracción y concentración de la esencia de café.

4.3.3. Etapa 3: Formulación para elaboración de postres tipo brownies.

Se elaboraron las formulaciones (Cuadro 9 y 10) a utilizar con la variedad de productos para así poder obtener una fórmula con diferentes concentraciones de cocoa y miel. En esta fase se definieron los tratamientos que se aplicarán en el postre tipo brownie y su flujo de proceso. De la misma manera obtener el mejor compromiso posible entre resultados, facilidades de uso y seguridad al utilizar los ingredientes y tener una mejor organización en la elaboración del producto. El método que se empleó en la investigación es un diseño de mezcla simplex el cual permitió determinar los porcentajes de los ingredientes donde se evaluaron los cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de cocoa y miel.

Cuadro 9. Tratamientos para la obtención del brownie

<i>Tratamientos</i>	<i>Concentraciones (%)</i>	
	<i>Cocoa</i>	<i>Miel</i>
T1	19 %	22 %
T2	23 %	18 %
T3	26 %	15 %
T4	28 %	13 %

Fuente: (Elaboración propia.)

Cuadro 10. Ingredientes fijos en la elaboración del postre tipo brownie

Ingredientes fijos	Cantidad en %
Esencia de café	4 %
Margarina	2 %
Esencia de vainilla	2 %
Leche	18 %
Huevos	11 %
Harina de avena	11 %
Harina de trigo	11 %

Fuente:(Elaboración propia.)

Flujo de proceso para la obtención de la esencia de café (Anexo 4)



Figura 3. Flujo de proceso para la obtención de la esencia de café

Fuente: (Elaboración propia.)

Descripción del proceso

- Recepción de la materia prima:

Se recibieron los granos de café previamente tostados de Leyenda's Café, los cuales fueron sometidos a un proceso de trituración hasta alcanzar la consistencia de polvo.

- Pesado:

Para garantizar la excelencia en la preparación, se empleó una avanzada balanza digital, que permitió medir con absoluta precisión la cantidad exacta de café molido requerida para la infusión.

- Infusionado:

Para el proceso de infusión, el café molido fue cuidadosamente colocado en una bolsa de tela, la cual actúa como filtro, y sobre esta se vertió agua a una temperatura precisa de 100°C. A través de un meticuloso proceso de extracción sólido-líquido, se permitió que el café liberara gradualmente sus componentes solubles, desplegando así su rica gama de sabores y aromas.

- Congelado:

Tras la infusión, el extracto de café fue transferido cuidadosamente a los matraces del liofilizador, donde fue enfriado hasta alcanzar una temperatura de -83°C, iniciando así el proceso de formación de cristales de hielo. Este paso crucial de congelación del extracto se prolongó durante un período de 3 horas, garantizando así la estabilidad y la preservación óptima de los componentes esenciales del café.

- **Liofilización:**

Una vez congelado, el café se sometió a un proceso de liofilización. Los matraces con el extracto se colocaron en la cámara de liofilización donde se le aplicó un vacío de 0.570 mBar de presión y se bajó la temperatura gradualmente hasta -83 °C. Durante este proceso, el agua presente en el café se sublima, es decir, pasa directamente del estado sólido (hielo) al gaseoso (vapor) sin pasar por el estado líquido. El resultado de este proceso es un producto altamente concentrado que mantiene su sabor y aroma.

- **Envasado:**

Después de culminar el proceso de liofilización, el producto fue cuidadosamente envasado en recipientes de vidrio previamente esterilizados, con el propósito de salvaguardarlo contra la influencia adversa de la humedad y la oxidación.

- **Almacenamiento:**

El café liofilizado fue cuidadosamente resguardado en un entorno fresco y seco, distanciado de la incidencia directa de la luz solar, con el objetivo de preservar su calidad y frescura.

Flujo de proceso de elaboración de cocoa (Anexo 3)

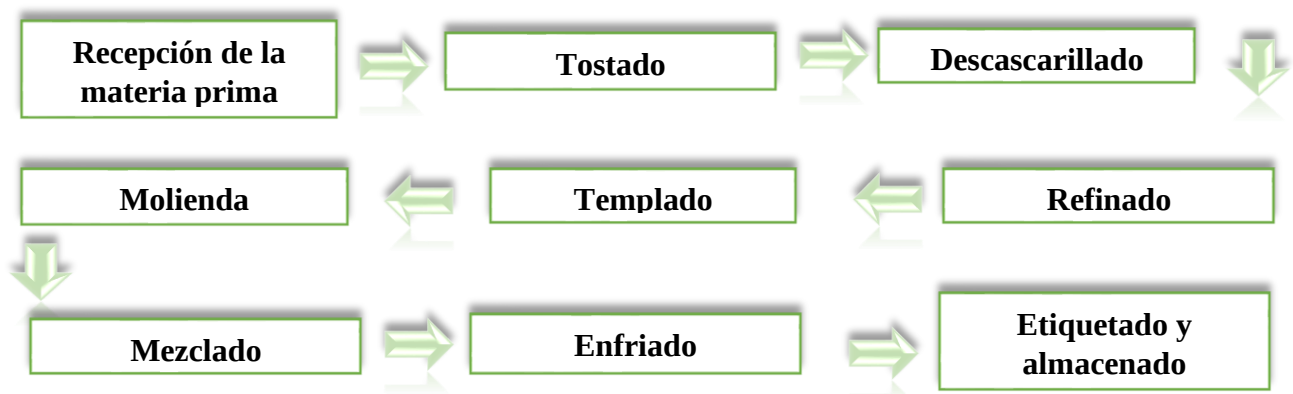


Figura 4. Flujo de proceso para la elaboración de cocoa.

Fuente: (Elaboración propia.)

Descripción del proceso

- Recepción de la materia prima

La recepción de materia prima marca el inicio del proceso de elaboración del cacao, donde se adquiere la materia prima (cacao) proveniente de APROSACAO. En este punto, se examinan las semillas de cacao para verificar características físicas como su color, olor, grado de secado y limpieza de impurezas, garantizando así su calidad óptima. Posteriormente, la materia prima se prepara para el siguiente paso en el proceso de producción.

- Tostado

El tostado del cacao es una etapa crucial. Durante este proceso, los granos de cacao se someten a calor, lo que desencadena una serie de cambios químicos y físicos que influyen significativamente en el sabor, aroma y color del producto final, así como en la facilidad para separar las cáscaras de los granos. Los granos de cacao una vez listos obtuvieron un cambio en el color de los granos hacia un tono más oscuro y un aroma rico y pronunciado que indica la presencia de compuestos aromáticos desarrollados durante el tostado. Un tostado adecuado es fundamental para obtener un producto final de alta calidad.

- Descascarillado

El descascarillado es un paso esencial en el procesamiento del cacao una vez que ha sido tostado. Consistió en separar la cáscara exterior de los granos de cacao tostados, dejando solo el núcleo o la almendra interior, que es la parte utilizada para hacer cocoa. El descascarillado se realizó principalmente para mejorar el sabor ya que la cáscara del cacao tiene un sabor amargo y astringente, que puede afectar negativamente el sabor del producto final.

- Molienda

El proceso de molienda implica alimentar los granos de cacao tostados y descascarillados en el molino, donde son triturados y pulverizados en partículas más pequeñas. El tiempo de

molienda y la configuración del molino pueden ajustarse según las especificaciones del producto final deseado. Una vez completada la molienda, se obtiene una pasta de cacao que puede ser utilizada directamente o prensada para extraer el exceso de grasa y producir cacao en polvo o cocoa.

- Mezclado

En este proceso se realiza el mezclado de la pasta de cacao ya molida con otros ingredientes, como el azúcar glas, se realiza para elaborar cacao en polvo. Este proceso nos ayudó a combinar los ingredientes de manera homogénea para obtener un producto final con las características deseadas en términos de sabor, textura y calidad. El azúcar glas se agrega a la pasta de cacao molido para ajustar el dulzor y mejorar la textura del producto final.

- Refinado

En el refinado se reduce el tamaño del producto hasta las dimensiones deseadas, de manera que todo quede homogéneo. El refinado es un paso esencial en la producción de cocoa. Se realiza para poder convertir los granos de cacao tostados en un polvo fino y suave que se pudiera disolver fácilmente al momento de agregárselo al brownie.

- Templado

El templado es un paso crucial en el proceso de elaboración de cocoa. Se lleva a cabo para asegurar que la cocoa tenga una textura suave, un brillo atractivo. El templado también evita la formación de cristales de grasa no deseados, lo que garantiza una sensación agradable en la boca y una apariencia atractiva.

- Moldeado

El moldeado es un paso esencial en la producción de cacao en polvo. Este proceso se lleva a cabo para convertir la masa de cacao en un formato adecuado para su posterior pulverización y obtención del polvo de cacao. El moldeado es un paso crítico en la producción de cacao en

polvo, ya que determina la forma y la densidad del producto final, lo que afecta su manejo y procesamiento posteriores, garantizando un proceso de pulverización eficiente y la obtención de un polvo de cacao de alta calidad.

- **Enfriado**

En este punto, los moldes se enfrían para solidificar la cocoa. En resumen, el enfriado es un paso crítico en el proceso de elaboración de cocoa en polvo que facilita la manipulación y preserva la calidad del producto final. El enfriado les permite alcanzar una temperatura manejable para su procesamiento posterior.

- **Empaquetado y almacenamiento**

El empaquetado y almacenado de la cocoa en polvo es esencial para preservar su calidad, protegerla de la humedad, el calor, la luz y el aire, y garantizar su frescura y seguridad alimentaria durante su almacenamiento y transporte.

Flujo de proceso de elaboración de brownies (Anexo 5)

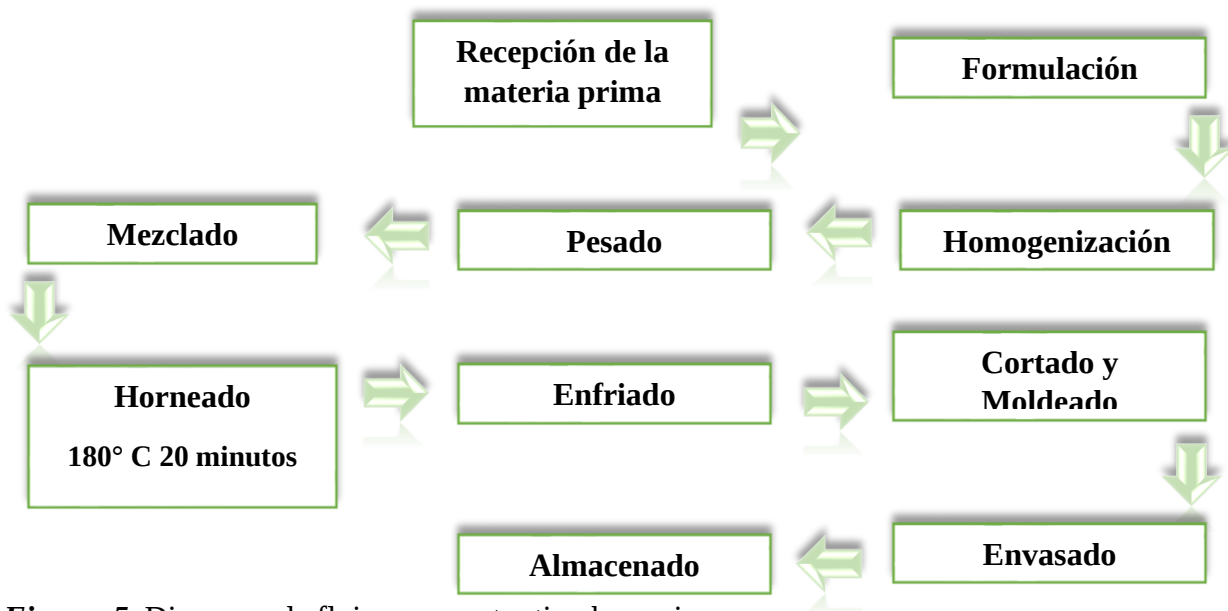


Figura 5. Diagrama de flujo para postre tipo brownies.

Fuente: (Elaboración propia.)

Descripción del proceso

- Recepción de la materia prima:

La recepción de materia prima para elaborar brownies es el proceso inicial en la elaboración del producto. Durante este proceso, es importante asegurarse de que los ingredientes adquiridos cumplan con los estándares de calidad necesarios para garantizar la excelencia del producto final. Esto implica verificar la frescura, la calidad y la integridad de los ingredientes, así como cumplir con los requisitos de seguridad alimentaria y normativas sanitarias.

- Formulación:

Previo a la elaboración postre tipo brownie, se realizaron pruebas preliminares para determinar qué concentración de cocoa, miel y demás ingredientes fijos se estarán utilizando en los cuatro tratamientos en la elaboración del brownie. De esta manera garantizar la calidad del producto con una variada proporción en los ingredientes.

- Pesado:

Se realizo utilizando una balanza digital según la formulación de los tratamientos, debidamente a cada uno de los ingredientes. El sabor, la textura y la consistencia de los brownies dependen en gran medida de las proporciones precisas de los ingredientes. Al pesar los ingredientes, nos aseguramos una consistencia uniforme, esto garantiza que cada porción tenga el mismo sabor y textura y nos ayuda al control de la calidad lo que ayuda a garantizar la calidad y seguridad alimentaria del producto final.

- Mezclado:

La mezcla es utiliza para obtener un producto homogéneo y suave con una calidad uniforme de la materia prima. Se mezclo previamente la harina de trigo junto con la harina de avena,

la margarina, miel, cocoa en polvo, café, leche, huevos, vainilla, para tener una masa homogénea para el brownie.

- **Horneado:**

Proceso de cocción por medio de calor seco donde serán sometidos los brownies, se realizó mediante temperaturas y tiempo de 180° C por 20 minutos. Durante el horneado, los ingredientes se calientan, lo que ayuda a desarrollar y realzar los sabores y aromas de los brownies, creando ese característico sabor a chocolate y a otros ingredientes presentes.

- **Enfriado:**

El enfriado del brownie también debe como tal debe de ser tenido en cuenta con el objetivo de preservar el máximo tiempo posible la calidad, desde el final de su cocción hasta el consumo. El enfriado del postre tipo brownie se realizó a temperatura ambiente.

- **Moldeado:**

El moldeado le da al brownie una apariencia más atractiva y profesional. Al darle una forma específica se vuelve más visualmente agradable, lo que puede aumentar el atractivo del producto. Moldear el brownie permite cortarlo en porciones uniformes y consistentes, lo que facilita su distribución y consumo. Los brownies moldeados son más fáciles de empaquetar y almacenar de manera ordenada y eficiente. Se pueden apilar fácilmente en envases o cajas sin deformarse ni perder su forma.

- **Envasado:**

El empaquetado protege los brownies recién horneados de la exposición al aire, la humedad y otros elementos que podrían afectar su frescura y calidad. Esto ayuda a mantener su sabor y textura óptimos durante un período más prolongado. El empaquetado individual o en porciones asegura que los brownies se mantengan limpios y protegidos de posibles

contaminantes externos, lo que contribuye a mantener altos estándares de higiene y seguridad alimentaria.

- **Almacenado:**

El almacenamiento evita los cambios físicos y químicos en el brownie debido a las actividades microbianas principalmente. El resultado de esos cambios resulta en un cambio de las propiedades organolépticas (aroma y textura). Un almacenamiento adecuado ayuda a preservar la frescura del brownie, evitando que se seque demasiado rápido o se endurezca. Esto garantiza que el brownie conserve su textura jugosa y suave durante más tiempo.

4.3.4. Etapa 4: Evaluación sensorial.

Los diferentes tratamientos fueron sometidos a una evaluación sensorial (Anexo 7) por medio pruebas afectivas la cual se evaluaron las características organolépticas como ser sabor, olor, color, y textura, una aceptabilidad general para evaluarlo se aplicó una prueba de escala hedónica (Cuadro 11) de cinco puntos con 50 jueces tomados al azar en edades que están dentro de los 20 a 50 años, se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta que recibió cada tratamiento acorde a las preferencias de los jueces. (Manfugás, 2007).

Cuadro 11. Escala hedónica de 5 puntos

Puntaje	Significado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

(Manfugás, 2007).

4.3.5. Etapa 5: Pruebas químicas

En esta etapa se realizaron análisis químicos, se llevarán a cabo en el laboratorio de química de la institución. Se realizaron los siguientes análisis: Acidez por titulación, utilizando hidróxido de sodio, pH y grados brix, con el objetivo de garantizar la calidad alimentaria a los productos, los análisis químicos se le realizaron al T4 que fue el ganador por parte de los consumidores.

Acidez titulable: La medición se realizó por volumetría utilizando hidróxido de sodio al 0.1N y fenolftaleína como indicador. Se utilizaron 3.6 ml de la muestra homogenizada. Los resultados obtenidos se expresaron en porcentajes de ácido cítrico. Una vez realizada la titulación se aplicó la siguiente formula obteniendo como resultado 0.23% de acidez.

$$acidez = \frac{volumen\ gastado\ NaOH * 0.1N * meq.ácido}{volumen\ de\ la\ muestra} * 100$$

$$acidez = \frac{3.6\ ml\ NaOH * 0.1N * 0.064}{10\ ml} * 100 = 0.23$$

pH: Para la realización de este análisis se utilizaron bandas reactivas, las cuales fueron sumergidas en un beaker que contenía 3ml de la muestra durante 15 segundos. Como resultado del brownie presento un pH de 7 para tratamiento ganador T4.

°Brix: Para obtener los sólidos solubles del brownie se colocaron 0.5 ml de la muestra en el prisma del refractómetro. Se utilizó un refractómetro con un rango de medición de 0° a 30°brix. El resultado obtenido de este análisis fue de 14°brix para el T4.

4.4. Diseño experimental

El método que se empleó en la investigación es un diseño de mezcla simplex el cual permitió determinar los porcentajes de los ingredientes donde se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de cocoa y miel. El diseño de mezcla simplex es una técnica experimental utilizada en la industria. Permite encontrar la combinación óptima de ingredientes para maximizar ciertas propiedades del producto, como el sabor, la textura, la estabilidad o la eficacia y las cantidades específicas para los tratamientos.

4.4.1. Variables independientes:

- Cocoa
- Miel

4.4.2. Variables dependientes:

- Color
- Aroma
- Sabor
- Textura

4.5. Análisis estadístico

Para la evaluación de los datos obtenidos, se utilizó una prueba de comparación múltiple Tukey con un nivel de significancia del 5 %, y con el paquete estadístico InfoStat, se evaluó el índice de aceptabilidad de los tres tratamientos mediante la ecuación 1.

$$IA = \frac{\text{Promedio}}{\text{Nota Máxima}} \times 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Etapa I: Recepción del cacao y elaboración de la cocoa

En esta etapa se hizo la recolección de los granos de cacao de mejor calidad para la elaboración del brownie (Anexo 3), mediante un proceso el cual se evaluaron las características del mismo como su color, olor, secado y limpieza de impurezas, seguidamente se realizó un tostado para poder reducir la humedad del grano y así poder facilitar la separación de la cascarilla el cual fue el siguiente paso para poder pasar a la molienda donde los granos de cacao se convierten en masa, pasta o licor de cacao al pasar por este proceso, luego pasamos al proceso de prensado donde el licor de cacao se prensa para extraer la manteca de cacao dejando una masa sólida llamada pasta de cacao y cuyo contenido en grasa es casi nulo, una vez terminamos esta proceso pasamos al moldeado de la cocoa donde fue colocada en bandejas para poder agregarle la azúcar glas y poder pasar nuevamente pasar a la molienda y así obtener la cocoa en polvo.

5.2. Etapa II: Recepción del café y extracción de la esencia de café

En esta etapa se recolectaron los granos de café, donde se realizó una evaluación que incluyó la medición de su contenido de humedad y el nivel de tostado. La esencia del café se obtuvo mediante el método de liofilización (Anexo 4). El proceso comenzó con el pesado de los granos, que registró un total de 165 g, acompañados de 100 ml de agua caliente. Posteriormente, se midió la temperatura inicial de la muestra fue de 23.5°C, con un índice de 10 °brix. Durante el proceso de liofilización, se monitoreó la temperatura y el nivel de °brix cada dos horas. Después de las primeras dos horas en el liofilizador, la temperatura de la muestra alcanzó los 24.3°C, con un incremento en su concentración de °brix a 14. Tras cuatro

horas adicionales, la temperatura descendió a 21.5°C, manteniendo su concentración de °brix en 14. Finalmente, tras seis horas de proceso, la muestra fue retirada del liofilizador, mostrando una temperatura de 20°C y un incremento en su concentración de °brix a 15, donde finalmente se obtuvo la esencia de café.

5.3. Etapa III: Formulación y elaboración de brownies

Se elaboraron las formulaciones a utilizar (Cuadro 12) con la variedad de productos para así poder obtener una formula con diferentes concentraciones de cocoa y miel para el postre tipo brownie (Anexo 5). En esta fase se definieron los tratamientos que se aplicarán en el postre tipo brownie. De la misma manera obtener facilidades de uso y seguridad al utilizar los ingredientes y tener una mejor organización en la elaboración del producto. Y para poder determinar cómo influyen el porcentaje de inclusión de la cocoa en las características del brownie.

Ingredientes	Formulaciones			
	T1	T2	T3	T4
Miel	22 %	18 %	15 %	13 %
Cocoa (Azúcar glass)	19 %	23 %	26 %	28 %
Esencia de café	4 %	4 %	4 %	4 %
Margarina	2 %	2 %	2 %	2 %
Esencia de vainilla	2 %	2 %	2 %	2 %
Leche	18 %	18 %	18 %	18 %
Huevos	11 %	11 %	11 %	11 %
Harina de avena	11 %	11 %	11 %	11 %
Harina de trigo	11 %	11 %	11 %	11 %
Total=	100	100	100	100

Cuadro 12. Formulación para los 4 tratamientos en gramos.

Fuente: (Elaboración propia.)

Para la elaboración del postre tipo brownie se realizó la recepción de la materia prima, una vez obtenidas las formulaciones para los cuatro tratamientos pasamos al pesado de cada uno de los ingredientes con una balanza digital, seguidamente pasamos a lo que es el mezclado de la miel, cocoa, esencia de café, margarina, esencia de vainilla, leche, huevos, harina de trigo y harina de avena, con una batidora hasta poder obtener una mezcla homogénea de cada uno de los ingredientes, una vez lista la mezcla se coloca en moldes mediamos para hornear a una temperatura de 150 - 180°C por 20 minutos, seguidamente dejamos que el brownie se enfríe para poder cortarlo y moldearlo, de esa manera poder obtener listo nuestro brownie.

5.4. Etapa IV: Evaluación sensorial

La evaluación sensorial (Anexo 6) consistió en servir las muestras de postre tipo brownie (identificadas únicamente por su codificación), el T1 su codificación fue (828) con 19 % de cocoa y 22 % de miel, el T2 es el (229) con 23 % de cocoa y 18 % de miel y el T3 su codificación es (873) con 26 % de cocoa y 15 % de miel, el T4 su codificación fue (686) con 28 % de cocoa y 13 % de miel. Para esta evaluación, participaron 50 jueces no entrenados, compuestos por estudiantes y empleados. Posteriormente, se evaluaron las características organolépticas del producto utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Esta prueba de aceptación buscaba determinar el grado de agrado que experimentaban los jueces hacia el producto, donde 1 en la escala hedónica representaba "Me disgusta mucho" y 5 "Me gusta mucho". La evaluación sensorial se realizó a una hora correctamente establecida para que no influenciara al momento de evaluar el producto y de esa manera se obtuvo un mejor resultado.

En el (Cuadro 13) se muestra que si se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para los 4 tratamientos, donde el T4 con 27 % de cocoa y 13 % de miel presento mayor aceptación para los jueces en los atributos de olor $4.50 \pm 0.68B$, sabor $4.46 \pm 0.68B$, textura $4.52 \pm 0.55C$, mientras que el T2 con 23 % de cocoa y 18 % de miel tuvo la mayor aceptación en el atributo de color con $4.60 \pm 0.6C$, en comparación con los demás tratamientos.

La aceptación del brownie puede variar significativamente dependiendo de las preferencias individuales del consumidor. En el caso del sabor, cada persona tiene un paladar único y distintas sensibilidades hacia lo dulce. Por lo tanto, la aceptación del brownie puede depender en gran medida de si el consumidor prefiere un postre más dulce o uno con un sabor más moderado. Algunas personas disfrutaban de brownies con un dulzor intenso, mientras que otras prefieren un equilibrio más suave entre lo dulce y lo chocolatoso. Por lo tanto, para la aceptación del producto influye mucho el paladar gustativo por parte de los jueces.

Cuadro 13. Medias y desviación estándar de los atributos evaluados en el postre tipo brownie.

Tratamientos	Características sensoriales			
	Olor	Color	Sabor	Textura
1	4.06 ± 0.80 ^{ab}	4.06 ± 0.74 ^b	3.90 ± 0.75 ^a	3.60 ± 0.78 ^{ab}
2	3.94 ± 1.10 ^a	4.60 ± 0.61 ^c	3.72 ± 0.76 ^a	3.24 ± 0.80 ^a
3	4.23 ± 0.88 ^{ab}	3.58 ± 0.85 ^a	4.29 ± 0.67 ^b	3.79 ± 0.67 ^b
4	4.50 ± 0.68 ^b	4.19 ± 0.70 ^b	4.46 ± 0.68 ^b	4.52 ± 0.55 ^c

Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).
Fuente: (Elaboración propia.).

5.4.1. Índice de aceptación de las características organolépticas

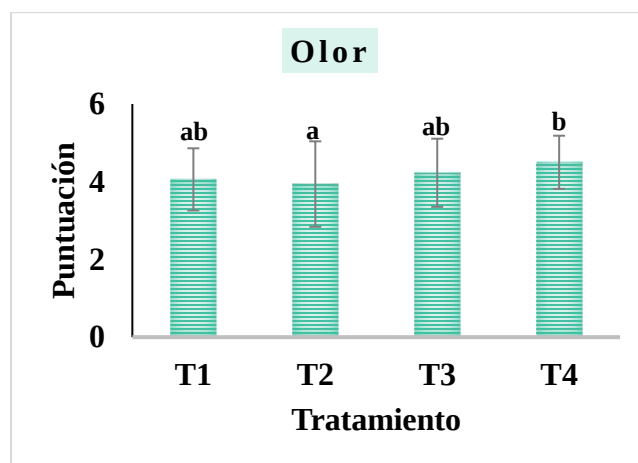


Figura 6. Análisis de las características organolépticas del olor

En la figura (6) se dan a conocer las características organolépticas evaluadas en el brownie en las cuales se adicionaron diferentes cantidades de cocoa y miel. En cuanto al olor se pueden observar que en los tratamientos 1 (4.06ab) y 3 (4.23ab) no hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0.005$), sin embargo, se pueden observar diferencias significativas entre tratamiento 2 (3.94a) con respecto al 4 (4.50b).

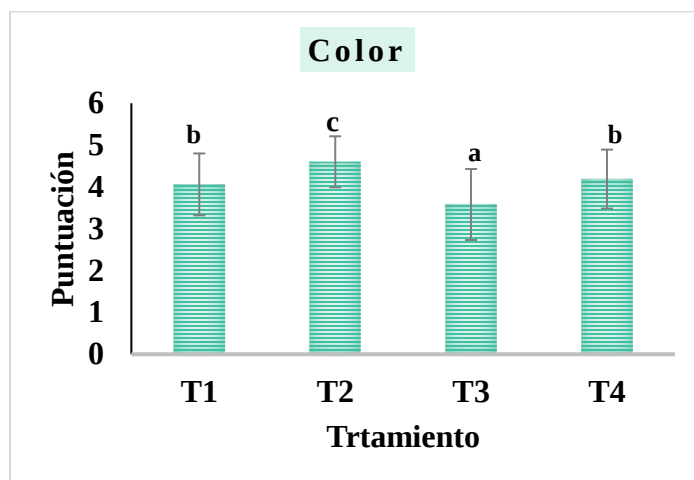


Figura 7. Análisis de las características organolépticas del color

En la figura (7) se dan a conocer las características organolépticas evaluadas en el brownie en las cuales se adicionaron diferentes cantidades de cocoa y miel. En cuanto al color los tratamientos 1 (4.06b) y 4 (4.19b) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.005$), sin embargo, se pueden observar diferencias significativas entre tratamientos 2 (4.60c) con respecto al 3 (3.58a).

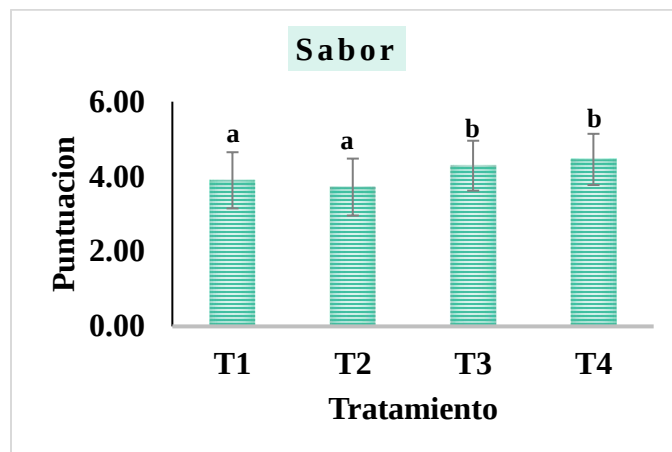


Figura 8. Análisis de las características organolépticas del sabor

En la figura (8) se dan a conocer las características organolépticas evaluadas en el brownie en las cuales se adicionaron diferentes cantidades de cocoa y miel. En cuanto al sabor en los tratamientos 1 (3.91a) y 2 (3.72a) no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.005$), sin embargo, se puede observar diferencia significativa en cuanto al tratamiento 3 (4.29b) y 4 (4.46b).

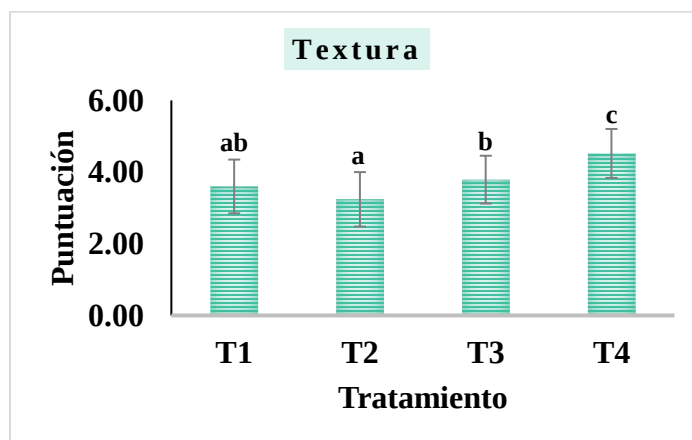


Figura 9. Análisis de las características organolépticas de la textura

En la figura (9) se dan a conocer las características organolépticas evaluadas en el brownie en las cuales se adicionaron diferentes cantidades de cocoa y miel. En cuanto a la textura los tratamientos 1 (3.60ab), 2 (3.24a) y 3 (3.79b) no hay diferencia estadística significativa ($p > 0.005$), pero si se pueden observar diferencia con respecto al tratamiento 4 con un promedio (4.52c).

5.5. Etapa V: Pruebas químicas

En la tabla se muestra los resultados obtenidos que se le realizaron a la formulación optimizada, el T4 el cual presento mayor aceptación en el brownie, se le realizaron los análisis en el laboratorio de química UNAG, donde se realizó análisis pH, °brix y acidez (Anexo 6).

Cuadro 14. Análisis químicos del brownie

Parámetros	Resultados
pH	7
°brix	14
Acidez (%)	0.23

Fuente: (Elaboración propia)

Según los resultados de (CASTRO, 2021) , el pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. La escala tiene valores que van del cero (el valor más ácido) al 14 (el más básico), por lo que el brownie contiene 6.8, lo que indica que el brownie es ligeramente ácido, pero aún se consideraría cercano al punto neutro del pH 7.0. En términos de sabor, es posible que el brownie tenga un ligero toque ácido, pero en general, no sería significativamente perceptible, lo que significa que se encuentra ligeramente por en el rango, dentro de los parámetros aceptables. En cuanto a la acidez, el brownie tiene un valor de 0,30%, por lo que también cumple con este criterio. Sin embargo, en términos de °brix, donde este presenta un valor de 14, indica un contenido de azúcar menor.

El brownie con infusión de café, miel y cocoa indica que tiene un pH neutro de 7, un contenido de °brix de 14 y una acidez de 0,23. Estos valores sugieren un perfil de sabor equilibrado, con moderado contenido de azúcar y una acidez relativamente baja. Comparándolos con los estándares para la fabricación de productos de panificación y pastelería, los resultados del brownie están dentro de los límites aceptables.

VI. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un brownie con incorporación de café 4 % y cacao 28 % donde se observó que el producto fue aceptado por los consumidores en los atributos sensoriales.
- Mediante el uso de técnicas de diseño de mezclas simplex, se desarrollaron diferentes formulaciones para el postre tipo brownie con diferentes porcentajes de cocoa: T1 (19 %), T2 (23 %), T3 (26 %), T4 (28 %), y las concentraciones de miel: T1 (22 %), T2 (18 %), T3 (15 %), T4 (13 %), dando como resultado un producto con características organolépticas distintivas.
- La evaluación sensorial ha sido fundamental para comprender cómo las diversas formulaciones demostraron que las cantidades utilizadas en el T4 específicamente 13%g miel, y 28% cocoa, generan una mejor calidad en las características sensoriales presentando un porcentaje de 88% de aceptabilidad.
- Una vez realizados los análisis químicos al T4, se ha llegado a la conclusión de que el brownie presenta un pH neutro de 7. Se demostró que su contenido de °brix es de 14, lo que sugiere un nivel moderado de azúcar, y su acidez de 0.23 es relativamente baja, lo que indica que el brownie posee un equilibrio en su perfil de sabor, sin ser demasiado ácido.

VII. RECOMENDACIONES

- Puede considerar otros ingredientes naturales que puedan mejorar aún más el perfil nutricional de los brownies, como ser nueces o almendras para añadir grasas saludables y proteínas.
- Se recomienda mejorar la técnica de cocción al momento de someter el brownie para que sea a una temperatura y tiempo adecuado, debido que esto es un factor que influye bastante en la calidad del producto.
- Se sugiere elegir un café de calidad y granos de cacao de origen puro y sin aditivos para un mejor perfil saludable, para obtener un mejor aroma y sabor más pronunciados y de esa manera poder brindarles esa calidad a los brownies.
- Realizar pruebas de vida útil de anaquel al postre tipo brownie, para evaluar su calidad y estabilidad a lo largo del tiempo.
- Realizar pruebas microbiológicas al postre tipo brownie, para la seguridad del producto ante los consumidores.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ahued, M. G. (2021). Análisis sensorial de alimentos. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>
- Andrade, D. J. (2020). *El cacao*. Obtenido de <https://www.coagricsal.hn/instalaciones/fermentacion-y-secado-del-cacao/historia/>
- Antunez, J. M. (2021). *Pruebas afectivas*. Obtenido de http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020120808/1020120808_035.pdf
- Antunez, J. O. (2021). *Usos alternativos del café*. Obtenido de <http://www.forumdelcafe.com/noticias/usos-alternativos-cafe>
- Antúñez, R. A. (2022). *Capacidad antioxidante del café hondureño*. Universidad Nacional de Agricultura de Honduras, Departamento Académico de Alimentos. Catacamas, Olancho: Guaymuras.
- Benitez, D. F. (2020). *Azucar Glas*. Obtenido de <https://www.dayelet.com/pdfs/esp/DAYELET%20AZUCAR%20GLAS.pdf>
- Benítez, S. G. (2021). *Efecto de la adición de café en las características del brownie*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7d6ecc72-a372-43c5-8278-50f967611507/content>
- CASTRO, D. D. (2021). *Extensión de vida útil de productos no leudados: Caso brownie Dulco*. Facultad de Ciencia y Tecnología. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11168/1/16706.pdf>
- Castro, D. D. (2021). *Generalidades*. Facultad de Ciencia y Tecnología. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11168/1/16706.pdf>

- Chusán, J. C. (2019). *Elaboración de una pre-mezcla para la obtención de brownies mediante microondas a base de polvo de cacao*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31868/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- Criollo, M. A. (2020). *Análisis del Café (Coffea Arábica L.)*. Tesis de investigación , UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5540/1/Ramirez%20Criollo%20Milton.pdf>
- Delgado, J. M. (2019). *Retrospectiva del Café*. Obtenido de <file:///C:/Users/Gavi/Downloads/Libro%20Cafe.pdf>
- Escobar, N. J. (2020). *Cacao*. Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/cacao.html#:~:text=Composici%C3%B3n,antioxidantes%20y%20agua%2C%20entre%20otros>.
- Giraldo, J. A. (2018). *Usos del cacao*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/los-mil-y-un-usos-del-cacao#:~:text=Se%20utiliza%20para%20elaborar%20confiter%C3%ADa,%2C%20jabones%2C%20champ%C3%BAs%2C%20etc%C3%A9tera>.
- Gómez, V. L. (2021). *Tesis en Brownie* . Departamento de Agroindustria Alimentaria. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7d6ecc72-a372-43c5-8278-50f967611507/content>
- Goya, L. (2019). *Impactos del cacao*. Obtenido de <https://www.ictan.csic.es/wp-content/uploads/2019/04/Primeros-impactos-Cacao.pdf>
- Guerrero, G. (2018). Tesis de investigación, Facultad de Tecnología de Química. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/fdd34aa6-d4cd-4e1e-9aec-7fc872bf8449/content>
- Jaramillo, M. L. (2018). *Formulación de un brownie de avena con enfoque saludable para personas que realizan actividad física*. Obtenido de

http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2272/1/Brownie_Avena_Enfoque_Saludable.pdf

Lagunas, A. P. (2018). *Efecto del procesamiento del cacao*. INSTITUTO DE CIENCIAS BASICAS. Obtenido de <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/IQ.-Andres-Pancardo-Lagunas.pdf>

Lara, A. B. (2019). *Cacao, Cocoa en polvo y Chocolate* . Obtenido de <https://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/cacao.pdf>

Maldonado, J. F. (2021). Cacao: propiedades, beneficios y usos de este alimento. *ECO-agricultor*. Obtenido de <https://www.ecoagricultor.com/cacao-propiedades-beneficios/>

Manfugás, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos* . Obtenido de [file:///C:/Users/Gavi/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS%20\(1\)_231011_090511.pdf](file:///C:/Users/Gavi/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS%20(1)_231011_090511.pdf)

Maskeliunas, J. (2022). *PROYECTO DE NORMA REVISADA PARA LA MIEL*. Obtenido de https://www.fao.org/input/download/standards/310/cxs_012s.pdf

Mateos, R. G. (2021). *Caracterización fisicoquímica y sensorial de café*. Artículo, OTA. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n6/2007-0934-remexca-12-06-1057.pdf>

Montoya, H. (2018). Formulación de una barra energética con alta capacidad antioxidante dirigida a ciclistas recreativos. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Formulacion_barra_energetica_ciclistas_recreativos.pdf

Mosquera, M. M. (2017). *Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.)*. UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Taxonom%C3%ADa%20del%20cacao%3A,%3A%20Theobroma%20Especie%3A%20cacao%20L.>

- Paladino, L. O. (2020). *Salud y Beneficios* . Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/14073.pdf
- Peña, S. (2020). Valor nutricional avena. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/14073.pdf
- Puerto, E. S. (2019). *Cacao en polvo*. Obtenido de <https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/cacao.pdf>
- Rondón, J. B. (2022). *REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO THEOBROMA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/862/86228107.pdf>
- (Abril 2023). *Valor agregado y funcional para la industria*. Investigación , Blendhub. Obtenido de <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/co-productos-del-cafe-un-valor-agregado-y-funcional-para-la-industria/>

ANEXOS

Anexo 1. Planta procesadora de granos y cereales.



Anexo 2. Laboratorio de biotecnología.



Anexo 3. Obtención de la cocoa en polvo



Tostado



Descascarillado



Molido



Extracción de la grasa



Mezclado de azúcar
glas



Molienda



Producto final:
Cocoa

Anexo 4. Extracción esencia de café



Pesado



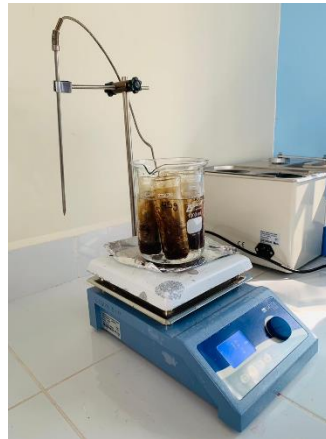
Infusionado



Concentraciones



Liofilización



Descongelado



Medición de temperatura



Medición de °brix



Producto final

Anexo 5. Elaboración del postre tipo brownie



Recepción de ingredientes



Pesado



Incorporación de ingrediente



Mezclado



Vertido en bowl

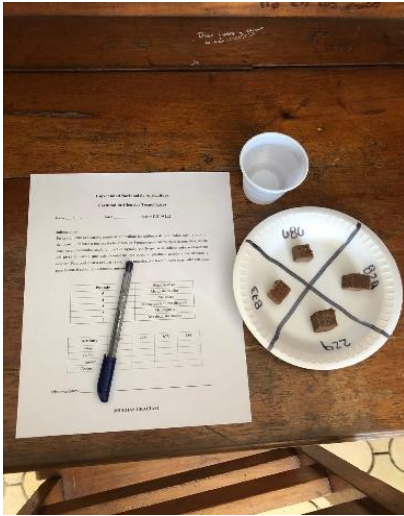


Horneado



Producto final

Anexo 6. Evaluación sensorial



Anexo 7. Formato de evaluación sensorial

**Universidad Nacional de
AgriculturaFacultad de Ciencias
Tecnológicas**

Fecha____/____/____

Edad_____

Sexo:☒ **F** ☐ **M**

Indicaciones:

En la siguiente evaluación sensorial se medirán los atributos de olor, color, sabor y textura, del brownie, en base a una escala hedónica de 5 puntos para cuatro tipos de muestras, donde estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita colocar el número del nivel de escala que usted considere que posee el producto acorde a los atributos a evaluar. Para continuar a evaluar la siguiente muestra, por favor, limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior.

Puntaje	Significativo
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Atributo	828	229	873	686
<i>Olor</i>				
<i>Color</i>				
<i>Sabor</i>				
<i>Textura</i>				

Observaciones:_____

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 8. Análisis químicos

