

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE CACAO (*Thebroma Cacao*) PARA
EL DESARROLLO DE UNA BARRA ENERGÉTICA.**

POR:

MAURO ADOLFO FLORES MARTÍNEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

ABRIL, 2024

**APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE CACAO (*Thebroma Cacao*) PARA
EL DESARROLLO DE UNA BARRA ENERGÉTICA.**

POR:

MAURO ADOLFO FLORES MARTÍNEZ

Asesor principal

M.Sc NAIROBY SEVILA CARDOSO

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

ABRIL, 2024

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE GRÁFICAS	5
ÍNDICE DE IMÁGENES	6
RESUMEN	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	10
III. REVISIÓN DE LITERATURA	11
4.1 El cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	11
3.1.1 Origen e historia	11
4.1.2 Variedades del cacao	13
4.1.3 Clasificación taxonómica del cacao	14
4.1.4 Derivados del cacao	15
4.1.5 Propiedades y usos médicos	16
4.1.6 Producción mundial del Cacao	17
4.1.7 Producción regional del Cacao	18
4.1.8 Producción Nacional del Cacao	19
4.2 Cascarilla de cacao	21
4.2.1 Beneficios del consumo de la cascarilla de cacao	22
4.2.2 Propiedades de la cascarilla de cacao	23
4.2.3 Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao	23
4.2.4 Proceso de obtención de la cascarilla de cacao	24
4.3 Barras energéticas	25
4.3.1 Composición y usos	26
4.3.2 Componentes de la barra energética	27

4.3.3 Composición nutricional de las barras energéticas	28
4.4 Polen de abeja	28
4.5 Miel de abeja	29
V MATERIALES Y MÉTODOS	31
5.1 Ubicación de la investigación	31
5.2 Materiales y equipo	32
5.3. METODOLOGIA	33
5.3.1: Etapa 1 Desarrollo de las formulaciones con cascarilla de cacao.	33
5.3.2. Flujo grama de proceso	34
5.3.3 Etapa 2: Determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos	36
5.3.4 Diseño experimental	36
5.3.5. Etapa 3: Evaluar las características fisicoquímicas	37
5.3.6 Aspectos:	37
Grados °Brix:	38
PH: s	38
Acidez titulable:	38
Porcentaje de humedad: se evaluó la cantidad de agua presente en la barra, un factor que afecta su textura, peso y vida útil.	39
VI RESULTADOS	39
6.1 Etapa 1: Desarrollo de las formulaciones con cascarilla de cacao.	39
6.1.1 Tratamiento 1 (214): 10% de cascarilla de cacao	41
6.1.2 Tratamiento 2 (230): 20% de cascarilla de cacao	41
6.1.3 Tratamiento 3 (270): 30% de cascarilla de cacao	42
6.2 Etapa 2: Evaluaciones sensoriales	42
6.2.1 Gráficas de las características organolépticas	43
6.3 Etapa 3: Análisis de laboratorio	47
6.3.1 Humedad	49
6.3.2 Textura	49
6.3.3 pH	49
6.3.4 Grados Brix	50
6.3.5 Acido palmítico	50
VII CONCLUSIONES	51
VIII RECOMENDACIONES	52

IX BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	58
Anexo 1. Trituración de harina de cascarilla de cacao.	58
Anexo 2. Producto final barra energética de cascarilla de cacao.	59
Anexos 3. Pruebas sensoriales.	60
Anexo 4. Ficha de evolución sensorial	61
Anexo 5. Análisis de laboratorio	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del cacao	14
Tabla 2. Composición nutricional de barras energéticas (100g)	28
Tabla 3. Valor nutricional del polen de abeja	29
Tabla 4. Valor nutricional de la miel de abeja por cada 100g	30
Tabla 5. Materiales y equipo utilizados para el desarrollo de la investigación	32
Tabla 6. Concentración de cascarilla de cacao para cada tratamiento.	33
Tabla 7. Descripción del flujograma de proceso	35
Tabla 8. Formulación en base (g)	39
Tabla 9. Medias y desviación de los atributos de la barra energética de cascarilla de cacao ..	42
Tabla 10. Evaluación de las características fisicoquímica	47

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Análisis de las características organolépticas del color	44
Gráfica 2. Análisis de las características organolépticas del aroma	44
Gráfica 3. Análisis de las características organolépticas de textura	45
Gráfica 4. Análisis de las características organolépticas del sabor	46

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Trituración de la harina.	58
Imagen 2. Recolección de cascarilla.	58
Imagen 3. Barras energéticas a granel.	59
Imagen 4. Muestras de los tratamientos.	59
Imagen 5. Pruebas sensoriales en el súper Peña.	60
Imagen 6. Pruebas sensoriales en la empresa XOL.	60

Mauro Adolfo Flores Martínez (2024). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Thebroma Cacao*) para el desarrollo de una barra energética. Trabajo Profesional Supervisada por tesis de grado ingeniería en Tecnología alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

La cáscara de cacao, comúnmente desechada, guarda un gran potencial de antioxidantes, propiedades antihipertensivas y antidiabéticas, este subproducto del procesamiento del grano puede convertirse en un aliado nutritivo y sostenible. Las barras energéticas con cáscara de cacao no solo satisfacen la necesidad de un snack saludable, sino que también combaten la malnutrición y reducen el impacto ambiental al reutilizar un residuo valioso. Así como objetivo diseñar una barra energética a partir de cascarilla de cacao (*Teobroma cacao*) como alternativa de innovación para la industria alimentaria. En la metodología se evaluaron 4 tratamientos con los ingredientes (almendra, chía, polen, miel y avena). Con diferentes cantidades de cascarilla de cacao (10%, 20%, 30%), y una muestra control, las variables a evaluadas fueron color, textura, aroma, sabor para la evaluación se aplicó una escala hedónica de siete puntos, con 80 jueces no entrenados. Se realizaron pruebas fisicoquímicas, incluyendo firmeza, grados Brix, pH, acidez titulable y contenido de humedad, para evaluar la calidad de la barra de cascarilla de cacao. Los resultados obtenidos por la evaluación 80 participantes no entrenados que evaluaron la barra energética, se encontró que el tratamiento 1 (214), que contiene un 20% de cascarilla de cacao, recibió el puntaje más alto de aceptación por parte de los jueces. Se observó diferencias significativa en cuanto al color siendo el tratamiento con un 20% de cascarilla de cacao, el que obtuvo el valor más alto (5.90 ± 1.23^a). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al olor, textura y sabor entre los tratamiento el que recibió el mejor puntaje fue sometido análisis fisicoquímicos, que incluyeron la medición de firmeza, grados Brix, pH, acidez titulable y contenido de humedad. En conclusión la investigación demuestra la viabilidad de utilizar la cáscara de cacao como ingrediente funcional en productos alimenticio, no solo aportando valor nutricional, sino también reduciendo el impacto ambiental al reutilizar un residuo.

Palabras claves: Subproducto, innovación, evaluar, inclusión, evaluación

I. INTRODUCCIÓN

La industria cacaotera genera una gran cantidad de residuos, principalmente la cascarilla de cacao, que representa alrededor del 12% del peso total del fruto. Este subproducto generalmente se desecha, lo que genera un impacto ambiental y representa una oportunidad perdida para su valorización. Sin embargo, en los últimos años, ha crecido el interés en el aprovechamiento de la cascarilla de cacao como materia prima para la elaboración de diversos productos, incluyendo barras energéticas. (Jaime Fabián, 2019)

La cascarilla de grano de cacao podría ser utilizada en el desarrollo de alimentos funcionales, ya que tiene potenciales propiedades antihipertensivas, antidiabetogénicas y antioxidantes tomando encuentra la cascarilla de grano de cacao es un subproducto derivado del procesamiento pos cosecha del grano de cacao. Actualmente su uso se da, principalmente, para alimentación de ganado y para la elaboración de fertilizante. En específico, existen dos tipos: el convencional, el cual se caracteriza por una fermentación artesanal del grano del cacao, y el beneficiado, en el cual el grano solo es lavado y secado al sol (CONAHCYT, 2022)

La cascarilla de cacao se convierte en un ingrediente atractivo para la industria alimentaria. Es rica en fibra dietética, compuestos fenólicos, minerales y antioxidantes, los cuales le confieren propiedades benéficas para la salud. Además, su sabor característico y su textura crujiente la hacen un ingrediente versátil para la elaboración de barras energéticas.

Vivimos en una sociedad que está en constante movimiento, el tiempo ha llegado a ser muy apreciado, tanto así que muchas personas no tienen el tiempo para una buena alimentación. El consumidor está constantemente buscando nuevas maneras de aliviar la carga de tareas y obligaciones que tiene en el día. Por lo que las barras energéticas son una buena forma de solucionar este problema, a esto se suma la creciente tendencia del cuidado de salud. (CONAHCYT, 2022)

Mi trabajo de investigación tuvo como objetivo crear una barra energética a base de cascarilla de cacao. Este proyecto buscaba contribuir a una mejor alimentación, evitar la contaminación del ambiente y darle un valor agregado a la cascarilla de cacao, a la vez que se mejoraban los rendimientos de producción. La investigación se llevó a cabo entre septiembre y diciembre del año pasado, en las instalaciones de la empresa Coagricsal, ubicada en el Km 93 de la carretera CA-4, en La Entrada, Copán.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Diseñar una barra energética a partir de cascarilla de cacao (*Teobroma cacao*) como alternativa de innovación para la industria alimentaria.

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar la barra a base cascarilla de cacao con la incorporación de (polen, miel, chía, almendra avena).
- Determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos con inclusión de cascarilla de cacao mediante la escala hedónica de siete puntos.
- Evaluar las características fisicoquímicas (firmeza, grados °brix, pH, acidez titulable), químico proximal (porcentaje de humedad) de la barra energética.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El cacao (*Theobroma cacao*)

3.1.1 Origen e historia

Los primeros cultivadores en Sudamérica fue la cultura Mayo Chinchipe-Marañón, en medio de dos caseríos ubicados en el sitio arqueológico Santa Ana-La Florida se encontró evidencia que data de 5.500 años atrás por lo que se puede considerar a la civilización antes referida como una de las primeras sociedades del continente, los datos muestran un desarrollo que duro aproximadamente 800 años. Entre desechos domésticos y rituales funerarios se encontraron plantas de cacao que se determinaron mediante análisis, de toda la investigación se hizo pruebas de ADN a un tiesto, que se supone procedía de desechos cotidianos y que tenía materia orgánica, dio positivo a presencia de cacao con una antigüedad que se remonta al año 3.500 a. C. Los primeros árboles del cacao crecían de forma natural a la sombra de las selvas tropicales de las cuencas del Amazonas y del Orinoco, hace unos 4000 años (Alava, 2020).

Mesoamérica que abarca desde México hasta Centroamérica es considerada la cuna del cacao, denominado antropológicamente “el alimento de los dioses” por sus bondades e importancia para la cultura de los mayas, toltecas y aztecas. Este tipo de cultivo representaba para la cultura mesoamericana precolombina más que una fuente alimenticia de alto valor nutricional, era utilizada para fines medicinales, constituía el sistema monetario de la época, además se consideraba un símbolo religioso muy importante, utilizado en sus ceremonias religiosas.

Indistintamente el origen del cultivo de cacao, los españoles denominaron "criollos" a los cacaos originarios de México y Centroamérica, mientras que a los cacaos de Suramérica y el Caribe los denominaron "forasteros", incluyendo el cacao cultivado en África y Asia que fue introducido por los colonizadores europeos cuando este se popularizó en Europa (Fraile et al. 2018).

A pesar de que su origen exacto no es del todo claro, dando lugar a diversas teorías, pero, el centro de origen parece situarse al noreste de América del Sur, en la zona alta amazónica. El cacao se cultiva principalmente en terrenos cálidos, húmedos, con una temperatura promedio de 30°C (bosques tropicales húmedos), con una fauna y flora característica, asociada, que permite que los árboles de cacao crezcan tomando los aromas desde el medio circundante y expresándolos en sus frutos. Haciendo historia, describe la significativa influencia que tenían los esclavos en Barlovento en las instalaciones de haciendas cacaoteras, en concordancia con la calificación efectuada por los administradores españoles de los siglos XVIII y XIX de hacienda y no de plantaciones (Pérez et al. 2021)

4.1.2 Variedades del cacao

Las formas de cacao se clasifican tradicionalmente en tres grupos genéticos: Criollo, Forastero y Trinitario, la delimitación clásica de grupos, ya sin base científica, puede resumirse de la siguiente manera:

Criollo: en países de habla hispana de América, el Criollo es frecuentemente traducido como, nativo y comprende no sólo las formas típicas de Criollo, sino además todos los cultivares tradicionales. El cultivo comercial se desarrolla principalmente en las áreas de origen, en Venezuela, México, Nicaragua, Guatemala y Colombia.

Hasta la mitad del siglo XVIII esta era la forma de cacao más frecuentemente cultivada. El cacao Criollo comprende árboles delgados; los frutos tienen típicamente una cubierta delgada y escultrada y una pigmentación rojiza. Las formas Criollo muestran signos de depresión endogámica y, frecuentemente, más bajos rendimientos y mayor susceptibilidad a plagas.

Forastero: La mayoría del cacao que se cultiva en Brasil, África Occidental, América Central y el Caribe pertenece a este grupo. Con cerca del 80% de la producción mundial de cacao, el grupo de cultivares Forastero es el grupo comercialmente más importante.

Las formas Forastero son originarias de la cuenca superior del Amazonas y comprenden las formas de cacao que no son Criollo ni de origen híbrido. Se caracteriza principalmente por su fruto verde, una cubierta del fruto (pericarpio) gruesa, un mesocarpio fuertemente lignificado, semillas redondeadas y ligeramente aplanadas y cotiledones de color violeta.

Trinitario: Las plantas son normalmente muy robustas con frutos verdes o pigmentados y con semillas violeta claro a violeta oscuro. El 10 - 15 % de la producción mundial de cacao

se origina en las formas Trinitario. Estas formas de cacao son de origen híbrido entre formas Criollo y Forastero, las que desde mediados del siglo XVIII han surgido en los territorios de cultivo de cacao (40, 45). El grupo es correspondientemente muy heterogéneo genéticamente y, morfológicamente, muy polimorfo, no siendo posible delimitarlo a través de características comunes (Dostert et al. 2012).

4.1.3 Clasificación taxonómica del cacao

Desde el punto de vista botánico las plantas de cacao se clasifican en 3 grandes grupos el criollo, el forastero y el trinitario. El criollo posee características únicas, mientras que los forasteros o trinitarios una mayor productividad en detrimento de la calidad (Cuadro 1).

Tabla 1. Descripción taxonómica del cacao

Clasificación Taxonómica	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Mavales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Subfamilia	<i>Byttnerioideae</i>
Tribu	<i>Theobromeae</i>
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>T.cacao</i>
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i>

Fuente (González, 2019).

La planta de cacao es una caulífera y semicaducífolo que alcanza una altura de 4 a 5 metros. Tiene pequeñas flores rosadas que se forman en el tronco y en las ramas más viejas. Otro aspecto característico es que las semillas de cacao poseen un sabor amargo, ya que contienen una gran cantidad de grasa conocida como manteca de cacao (González, 2019).

4.1.4 Derivados del cacao

- **Licor de cacao:** es un chocolate puro en forma líquida y está compuesto por dos ingredientes principales que son la mantequilla o grasa de cacao y el cacao seco. Este licor es la base para producir todo tipo de chocolates y a pesar de su nombre, no contiene alcohol. El licor de cacao se crea en las propias fábricas de chocolate de manera que se obtiene un control de la calidad y sabor del producto que se espera.
- **Manteca de cacao:** es grasa del haba de cacao extraída durante el proceso de fabricación de chocolate y del polvo de cacao. Tiene un suave aroma y sabor a chocolate. Es el único componente utilizado en la fabricación del dulce llamado chocolate blanco. En la industria la manteca de cacao se utiliza en la fabricación de medicamentos, tabaco, cosméticos y jabones. En la medicina tradicional es un remedio para las quemaduras, se dice que es un antiséptico.
- **Pasta de cacao:** se obtiene mediante la desintegración de granos de cacaos limpios y pelados, sin extraerle ni añadirle ninguno de sus componentes. Se obtiene mediante tritución de las habas del cacao, luego el grano es previamente seleccionado, tostado, descascarado, molido, refinado y sin adición de aditivos.

- **Cacao en polvo:** es el producto obtenido de la pulverización de la torta de cacao. Según su contenido en materia grasa, será:
Normal: El que contiene un mínimo de 20% de manteca de cacao en materia seca, y, como máximo, 8% de humedad y 4% de impurezas en materia seca desengrasada.
Semi desengrasado: El que contiene un mínimo del 100% de manteca de cacao, sin llegar al 20%, ambos en materia seca, y sin que varíen los demás componentes (Salinas, 2016).

4.1.5 Propiedades y usos médicos

- El chocolate, es muy utilizado como un sustituto ocasional para el café, y para una bebida en comidas. Es un artículo nutritivo muy útil de la dieta para inválidos, las personas que convalecen de enfermedades agudas, y de los otros con quien su componente grasiento no conviene, como tiene tendencias a ser el caso del dispéptico.
- Acciones y propiedades documentadas: antiséptico, diurético, emenagogo, vulnerario diurético, ejerce una función euforizante, estimulante, los alcaloides cafeína y sobre todo teobromina. Usos: Confección del chocolate, manteca de cacao y diuréticos.
- La mantequilla de cacao es un artículo suave, bastante agradable al sabor, y sumamente nutritivo, se ha utilizado como un artículo de la dieta durante los últimos días del embarazo. Se ha empleado también en la formación de supositorios. En la fabricación de productos de belleza como cremas humectantes, labiales protectores, pomadas, jabones y como revestimiento de píldoras (Pontaza & Escobar, 2014).

4.1.6 Producción mundial del Cacao

La Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2021) estima una producción récord mundial de 5024 miles de toneladas, es decir, un incremento de 6,3% durante la campaña 2020/2021. Esta es la primera vez que se supera la marca de los 5 millones de toneladas, debido a que se presentarían mejores condiciones climatológicas en las principales regiones productoras.

De esta manera, África incrementaría su producción en 9% y se situaría en 3,871 millones de toneladas. Asimismo, Asia y Oceanía crecerían en 2%, esto es, se elevaría a 278 miles de toneladas. En tanto, se espera que la producción de las Américas disminuya en 2%, vale decir, a 875 miles de toneladas. En términos de cuota de la producción mundial total, África es la mayor región productora, con un 77% de la producción total. Las Américas y Asia y Oceanía se estiman en 17% y 6%, respectivamente (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

En Camerún, no se ha notificado ningún cambio, por lo que se espera que, para la campaña 2020/2021, se obtenga una cosecha igual a la campaña anterior que, actualmente, se estima en 280 mil toneladas. En Nigeria, se pronostica que la producción experimente un nuevo aumento interanual de 8% para situarse en 270 miles de toneladas. En África, el aumento de la producción se explica por las buenas condiciones atmosféricas, por lo que se presagia una producción récord de 2, 225 miles de toneladas. Para Ghana, se prevé que la

producción experimente un incremento interanual, que actualmente se estima en 950 miles de toneladas, lo cual se mantendría para la presente campaña, debido al progreso de las iniciativas para fomentar la producción a nivel nacional (programas de fumigación masiva, la polinización manual, entre otras) (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

En África se produce la mayor cantidad de cacao en el mundo, siendo Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún los países más representativos, ya que juntos obtienen alrededor de 2.752 mil toneladas por año. El continente que le sigue en importancia es el asiático, en este caso, sólo Indonesia produce alrededor de 738 mil toneladas. En América, Brasil y Ecuador son los principales productores: 235 y 138 mil toneladas. El consumo de cacao ha tenido una tendencia creciente, que ha sido en distinta medida en todas las regiones del mundo. Entre el 2014 y 2015, los mercados maduros (Estados Unidos, Canadá y los países europeos) presentaron crecimientos moderados (7%) a diferencia de los mercados emergentes (Asia, Oceanía, África y ALC) en donde ha crecido un 28%. Los países asiáticos mostraron mayor incremento en el consumo, que pasó de 288 a 435 miles de toneladas de cacao (Sánchez, 2019).

4.1.7 Producción regional del Cacao

Centroamérica está dividida en países mayormente productores de granos de cacao, como Nicaragua y Honduras, y en países que se especializan en transformación como El Salvador y Guatemala -aunque estos últimos sí producen en menor escala-, quienes están agregando valor a la producción y abriendo mercados regionales e internacionales. Se contabiliza que, a nivel de la región existen 25 mil 957 productores individuales que disponen de 23 mil 89 hectáreas de cacao, participando Nicaragua con el 53.2% de estas. Del total de áreas de cacao disponibles, un 60 % son áreas en desarrollo que aún no entran a su etapa productiva (Rikolto, 2016).

Centroamérica tiene una escasa participación en el mercado mundial de cacao y sus derivados del 0.6%. De la región, se destaca Guatemala con el 32 % y Costa Rica con el 31 % de las exportaciones de cacao y sus derivados. Es importante notar que la tendencia de crecimiento del mercado de cacao a nivel regional ha sido del 28.6 % desde el 2011 hasta la fecha. Nicaragua y Honduras son los principales países exportadores de cacao en grano. Nicaragua exporta el 83 % del valor total de las exportaciones regionales, seguido de Honduras con el 11 %. El Salvador y Guatemala presentan montos pequeños de exportaciones. Honduras y Nicaragua entre ambas, aportan el 9.1 %. El 80 % del total de las exportaciones de cacao y sus derivados se desarrolla a lo interno del área centroamericana. Se concluye que, en este sector, hay una fuerte dinámica de comercio pero que, en su mayoría, se encuentra en manos de sectores informales de la economía regional (Rikolto, 2016).

La participación de Centroamérica en el mercado mundial del cacao es aún limitada, a pesar de más de veinte años de esfuerzos sostenidos para promover y desarrollar el rubro cacao en los distintos países del área. Las exportaciones totales de la región¹ representan una participación del 0.6% del mercado mundial. Destaca Guatemala con el 32 % y Costa Rica con el 31 % de las exportaciones de cacao y sus derivados de la región. En estos países, aun cuando el cultivo de cacao tiene poca presencia y su producción es baja, la transformación del grano y su venta como bien intermedio o como bien final es la más alta de Centroamérica. Ambos acaparan el 78 % de las ventas totales de la región (VECO, 2019).

4.1.8 Producción Nacional del Cacao

La Fundación Hondureña para la Investigación Agrícola (FHIA) a través del Programa de Cacao y Agroforestería, en el año 2013, calculó que el uso potencial de suelos aptos para

plantaciones de cacao es de 32,000 hectáreas (ver mapa de uso potencial de suelos) con suelos con pendientes menores al 16 %, altitudes entre 200 a 900 msnm, precipitaciones medias entre 1,500-3,000 mm y temperatura media de 21° C a 26° C, con moderado a buen drenaje. El cacao en Honduras representa una actividad productiva muy importante para los pequeños productores. La producción de cacao se concentra en la zona noroccidental, litoral atlántico y Olancho, sumando aproximadamente 4,468 ha. En sistemas agroforestales tradicionales, establecidos por unos 3,469 productores. En los últimos años se ha estado promoviendo la producción de cacao orgánico y actualmente son siete las organizaciones de productores que están iniciando con este tipo de producción en los departamentos de Gracias a Dios, Olancho, Colón, Atlántida, Cortés, Yoro, Santa Bárbara y Olancho, con un aproximado de 1,600 hectáreas de cacao (VECO, 2016).

En términos de volumen se registró a nivel global un decrecimiento de 5.3%, al pasar de 866 Tm en 2016 a 736 Tm en 2019. A octubre 2020, se registra un valor exportado de US\$ 2.3 millones por la venta en el exterior de 589 Tm de cacao y sus preparaciones; sobresaliendo la exportación de cacao en grano que representó alrededor del 89.1% de las divisas generadas y el 89.6% del volumen comercializado. Entre los principales mercados se encuentra Suiza (79.5% en valor y 68.7% en volumen), Holanda (8.5% en valor y 8.4% en volumen) y El Salvador (3.9% en valor y 15.2% en volumen) (SAG, 2020).

Entre 2015-2018 el consumo aparente de cacao en grano mostró un comportamiento irregular, en términos generales registró una tasa de decrecimiento media anual de 14.3%, al pasar de 1, 774,648 libras en 2015 a 1, 118,401 Lb. Durante el período 2016-2019 el valor de las exportaciones de cacao y sus preparaciones creció un 0.7%, al pasar de US\$ 2.8 millones en 2016 a US\$ 2.9 millones en 2019; destacando la venta de cacao en grano (66.5%); en menor medida se vendió pasta de cacao (14.7%) (SAG, 2020).

4.2 Cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao se caracteriza por contar con vitamina A y C, fibra, pectina, teobromina componente que se caracteriza por tener en su formación química cafeína el cual genera efectos estimulantes siendo este de manera incolora o blanca la cual genera el sabor a amargo tanto en el grano como en la cascarilla de cacao, también se encuentra constituida por calcio, magnesio, ácido oleico el cual permite la reducción de enfermedades cardiovasculares compuesto por omega 9; ácido linoleico el cual está compuesto con omega 6 y permite la disminución de enfermedades del sistema circulatorio, la eliminación de grasas no sanas para el organismo, cuenta la cascarilla con alto contenido de alcaloides y es también un material rico en minerales. (Valbuena & Serrano, 2018).

En el diseño y desarrollo de un nuevo producto se lleva a cabo un proceso en el que primero se debe generar ideas, siendo una búsqueda sistemática para nuevos productos. La generación de las ideas se puede obtener de fuentes internas, fuentes externas y crowdsourcing o innovación abierta, en la que se invita a grandes comunidades de personas para el proceso de innovación de un nuevo producto (Kotler, 2012). De acuerdo con la definición de Kotler y teniendo en cuenta que con la cascarilla de cacao existe un número reducido de productos que se pueden realizar tomando esta como materia prima y además de esto que los recursos de la asociación APOMD son limitados, se decide llevar a cabo una determinación de ideas para el producto a nivel interno. Lo cual género como resultado los siguientes productos que pueden derivarse de la cascarilla:

- Infusión de cascarilla de cacao.
- Galleta a base de cascarilla de cacao.
- Jabón de cascarilla de cacao.
- Exfoliante de cascarilla de cacao.
- Bloques de hormigón como aislante térmico basado en la biomasa de la cascarilla de cacao (Valbuena & Serrano, 2018).

4.2.1 Beneficios del consumo de la cascarilla de cacao

Los beneficios para la salud brindan una alternativa de consumo a las personas, algunos de estos beneficios del consumo de cascarilla de cacao son los siguientes:

- Previene enfermedades cardiovasculares.
- Evita accidentes cerebrovasculares.
- Es un energizante suave: Su contenido de teobromina es en un energizante suave, ideal para atacar la fatiga y la debilidad.
- Suplemento nutricional.
- Estimula el sistema nervioso.
- Propiedades antioxidantes.
- Contiene proteínas y minerales.
- Es antiinflamatorio.
- Alto contenido de potasio y fosforo.

- Regulador de tensión.
- Es diurética porque elimina el exceso de agua y electrolitos en el organismo.
- Es eficaz contra diarreas.
- Es eficaz contra astenias.
- Libre de grasa.
- Producción de pectinas (Bravo, 2017).

4.2.2 Propiedades de la cascarilla de cacao

La materia prima que se utilizará en el proceso productivo es la cascarilla de cacao. La cascarilla de cacao representa aproximadamente el 12% de la masa del grano de cacao. Los granos de cacao están conformados por el cotiledón (parte interna) y la cascarilla, que es una fina capa que envuelve al grano. Esta cascarilla de cacao se remueve de los granos durante el proceso de tostado, que se realiza a temperaturas de alrededor de 80°C y hace que la cascarilla se desprenda fácilmente, luego se separa la cascarilla de la parte interna del grano manualmente o por métodos gravimétricos. Muchas de las propiedades del cacao también están presentes en su cascarilla. La teobromina está presente en el grano y en la cascarilla en una cantidad apenas menor. El contenido de fibra de la cascarilla es muy alto, por lo que existen propuestas de utilizarlo en alimentos para combatir la desnutrición. (Cubas, A. et al, 2018. p.35)

4.2.3 Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

La composición química depende de varios factores entre los de mayor importancia tenemos: tipo de cacao, origen geográfico, técnicas de cultivo, grado de madurez, proceso de fermentación y secado. De igual forma tenemos los parámetros de calidad como: peso, contenido de grasa, proteínas y azúcares que se destacan en diversos compuestos bioactivos,

dentro de los cuales encontramos compuestos fenólicos, teobromina y cafeína que son de gran importancia para el desarrollo del sabor y aroma en los granos fermentados y secos (Peralta, 2019, p.7).

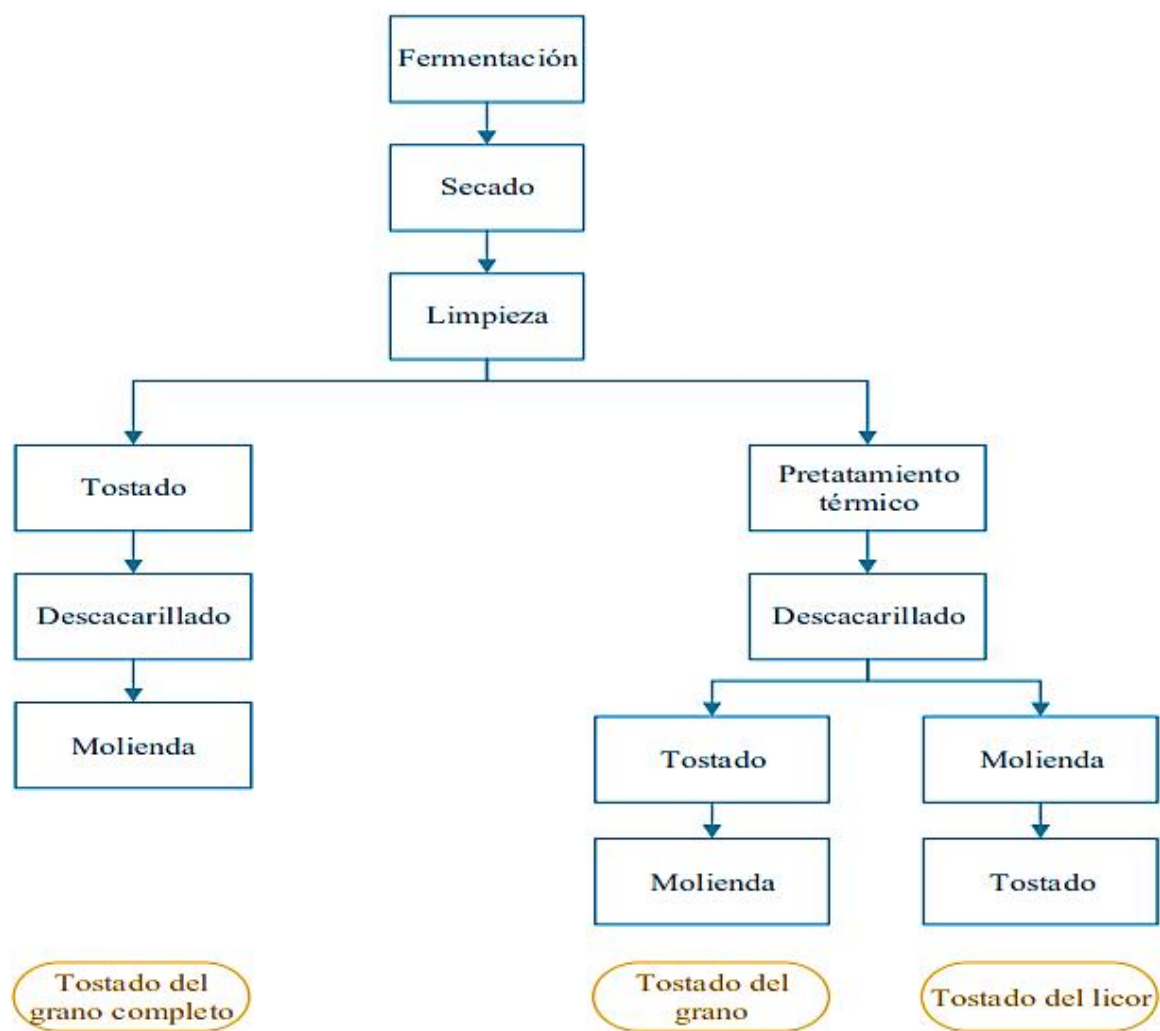
La cascarilla de cacao es como un subproducto de las empresas de fabricación de chocolate, y que tiene un alto nivel nutritivo siendo la cascarilla de cacao la materia prima, que tiene un bajo costo y fácil adquisición. La cascarilla es una muy buena fuente de macronutrientes como proteínas, carbohidratos, fibra y lípidos, y micronutrientes como vitaminas y minerales. Por ende, este desecho agroindustrial es considerado también como un producto de bajo contenido energético debido a que presenta fibra que se a pesar de considerarse como un carbohidrato no es una fuente calórica (Álvarez & Quilumba, 2018, p. 21).

La caracterización fisicoquímica de cascarilla de cacao es: Humedad 8,74%, Cenizas 5,14%, Fibra dietética 41,96%, Grasa 2,25%, Proteína 8,75%, Carbohidratos 35,24%, Acidez 0,14%. Y para la variedad CCN-51 son: Humedad 6,43%, Cenizas 5,54%, Fibra dietética 40,14%, Grasa 1,56%, Proteína 8,48%, Carbohidratos 26,38%, Acidez 0,11% (Vivanco, et al., 2017, p. 216).

4.2.4 Proceso de obtención de la cascarilla de cacao

Para el proceso de obtención de la cascarilla de cacao, la semilla debe pasar por un proceso térmico en el cual se reduce drásticamente el porcentaje de humedad, esto permite que la cascarilla se desprenda evitando perder parte del grano en el proceso. Así, por medio de vibración esta cascarilla es retirada del proceso de producción o denominado descascarillado, dejándola como producto de desecho. Luego del descascarillado se realiza una molienda que disminuye el tamaño de la partícula, pasa al tamizado y por último el

almacenamiento en fundas de polietileno en un ambiente fresco y seco (Álvarez & Quilumba, 2018, p. 21).



Fuente: (Rochina, 2021).

4.3 Barras energéticas

Las barras energéticas son un complemento calórico y nutricional útiles en casos en los que haya que incrementar la energía o los nutrientes consumidos. Se trata de productos

comercializados bajo diferentes marcas y que, en poco espacio y peso, aportan gran densidad de energía. El peso de cada unidad, envuelta individualmente, suele oscilar entre los 25 y los 70 gramos, y resultan muy fáciles de transportar y conservar, un aporte energético para cuando se desea y que no requiere mucho espacio de carga.

La necesidad de aumentar la ingesta energética de una persona puede deberse a varias causas, pero las principales son el aumento de gasto energético, disminución en la ingesta de calorías y aumento en las pérdidas de la ingesta realizada. Como ejemplos de situaciones que pueden demandar un aumento de las necesidades de energía podemos destacar:

- Etapas rápidas de crecimiento, desarrollo y maduración, que no queden cubiertas con una alimentación completa y equilibrada.
- Situaciones de gran consumo calórico que desencadenan ciertas patologías. Habitualmente, cuanto más agresiva es una enfermedad o un proceso de hospitalización, mayor es el gasto que se deriva.
- Prácticas deportivas intensas o mantenidas, que hagan necesario el aporte de un extra energético para no perder o bajar el ritmo y obtener un rendimiento satisfactorio (Siles & Guido, 2020).

4.3.1 Composición y usos

La composición nutricional de las barras energéticas es muy diversa: los carbohidratos representan entre el 60 y 77% de las barras comerciales; la grasa va desde un 3% hasta el 24% entre las distintas marcas. El contenido de proteínas se encuentra entre el 4% y el 15%; el aporte energético se encuentra alrededor de 370 a 490 calorías cada cien gramos aproximadamente. Generalmente se encuentran enriquecidas con vitaminas y minerales.

Cada fabricante tiene sus propias formulaciones utilizando ingredientes como nueces, frutas deshidratadas y condimentos para crear sus barras. Generalmente se estima que las barras energéticas tengan un alto contenido de carbohidratos, puesto que estos son utilizados como fuente de energía de corta duración para actividades de desempeño máximo, mientras que las grasas se utilizan como energía a largo plazo y las proteínas sirven para mantener y reparar tejidos corporales, sin embargo, pueden funcionar como una fuente menos eficiente de energía (Guevara, 2015).

4.3.2 Componentes de la barra energética

La barra en sí generalmente contiene:

- Proteínas, aceites, sabores u otras inclusiones; y muchas veces se adicionan vitaminas y minerales.
- Otros carbohidratos y/o fibras para añadir volumen y/o reducir calorías.
- Una combinación de jarabes de azúcar y alcoholes de azúcar para mantener la actividad acuosa por debajo de 0.60, y con ello evitar problemas con hongos y bacterias y ayudar a mantener la textura de una barra suave durante su vida de anaquel.
- Glicerina, un ingrediente común en todas las barras altas en proteínas, ayuda a reducir la actividad acuosa, mantiene la masa flexible y menos pegajosa y ayuda a mantener la suavidad de la barra durante su vida de anaquel (Ruiz, 2016).

4.3.3 Composición nutricional de las barras energéticas

Tabla 2. Composición nutricional de barras energéticas (100g)

Composición	Cantidad
Energía (Kcal)	392
Carbohidratos (g)	7.8
Proteínas (g)	8
Fibra (g)	1.5
Grasas (g)	5
Sodio (mg)	0.45
Hierro (mg)	11
Vitaminas B1 (mg)	1.1
Vitaminas B2 (mg)	1.3
Vitaminas B3 (mg)	15
Vitaminas B12 (mg)	0.05

Fuente: (Vegaffinity 2016).

4.4 Polen de abeja

El polen de las abejas es el polen que anteriormente estaba localizado en las antenas de las flores, siendo este un conjunto de granos diminutos. Las abejas extraen con sus patas el polen de los estambres de las flores y lo transportan hasta las colmenas, al ser polen fresco.

Las abejas lo humedecen con sus glándulas salivales, por lo que presenta aspecto de masa o bolitas. Él ha sido recolectado por las abejas tal y como lo podéis ver en nuestros tarros (Verde Miel, 2018).

Tabla 3. Valor nutricional del polen de abeja

Calorías	16
Grasa	0,24 g
Proteína	1,2 g
Carbohidratos	2,18 g

Fuente: (Río de la Miel, 2020).

4.5 Miel de abeja

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis melífera* o por diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales. Constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovechó para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales (Ulloa, et al. 2010).

Tabla 4. Valor nutricional de la miel de abeja por cada 100g

Energía	288 kcal/1229 kJ
Grasa (g)	0
Carbohidrato (g)	76.4
- fructosa (g)	41.8
- glucosa (g)	34.6
Proteína (g)	0.4

V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en el municipio de la Entrada de Copan en el Km 93, CA-4, se llevó cabo en la cooperativa Coagricsal (XOL), la cual tienen producciones de más de 2000 ha, pertenecientes a pequeños productores de la zona, todos encaminados en cosechar el mejor cacao de américa. El trabajo se realizó en los meses de septiembre a diciembre del 2023. En la Figura 1 muestra la ubicación exacta de la empresa.

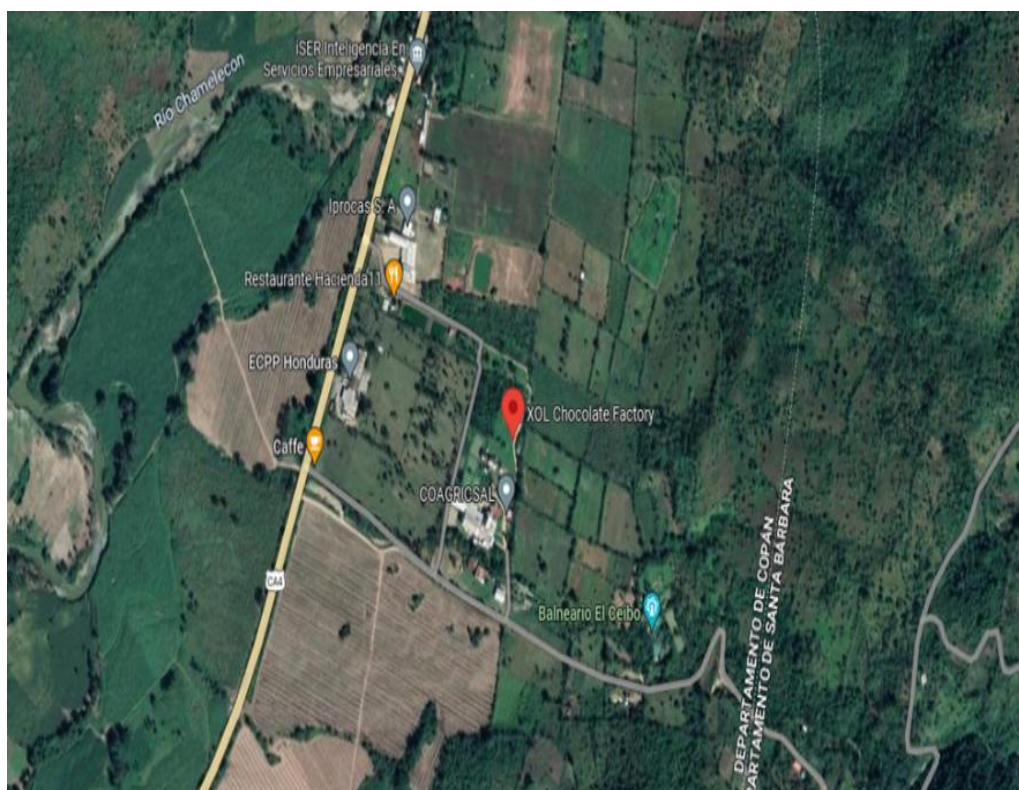


Figura 1. Ubicación de Coagricsal.

Fuente: Google map

5.2 Materiales y equipo

En la Tabla 5 se detalla cada uno de los equipos e instrumentos, junto con sus respectivas descripciones, que son necesarios para el proceso de elaboración de la barra energética. Cada uno de estos elementos desempeñaba un papel crucial, para cumplir funciones específicas y complementarias. Desde los recipientes de medición precisos hasta los utensilios de mezcla y agitación, cada herramienta tenía un propósito definido en el proceso de producción.

Tabla 5. Materiales y equipo utilizados para el desarrollo de la investigación

Equipos e instrumentos:	Descripción
Horno de gas	Se utilizó cuando los molde estén llenos y pre cortados y tendrá una temperatura 340°F de 14 a 18min horneando.
Molino de bola	Se realizó harina los materiales como la chía, cascarilla de cacao y la avena.
Moldes	Se realizó para darle forma a las barras.
Refrigeradora	Para bajar la temperatura de la cascarilla.
Espátulas	Se utilizó para sacar las barras de los moldes.
Mezcladora	Para mezclar las harinas y los demás ingredientes.
Cuchillos	Utiliza pre cortar las tabletas de barra energética.
Bolsas	Para almacenar el producto terminado.
Rodillo	Utilización para almacenar el producto.
Mascarilla y redecilla	Fue utilizado en todo el procedimiento de la barra energética.
Gabacha	Se utilizó en cada proceso de la elaboración de la barra energética.

Fuente: Elaboración propia

5.3. METODOLOGIA

5.3.1: Etapa 1 Desarrollo de las formulaciones con cascarilla de cacao.

Se desarrollaron pruebas preliminares tres formulaciones con diferente porcentaje de cascarilla de cacao, siendo este el único ingrediente que varía en la barra energética, incluyendo la prueba testigo que no tiene cascarilla de cacao en las formulaciones, por cada uno de los tratamientos se utilizó 1Lb de ingredientes (almendra, chía, polen, miel y avena). Las pruebas preliminares nos permiten diseñar los tratamientos necesarios para llevar a cabo las pruebas sensoriales con precisión.

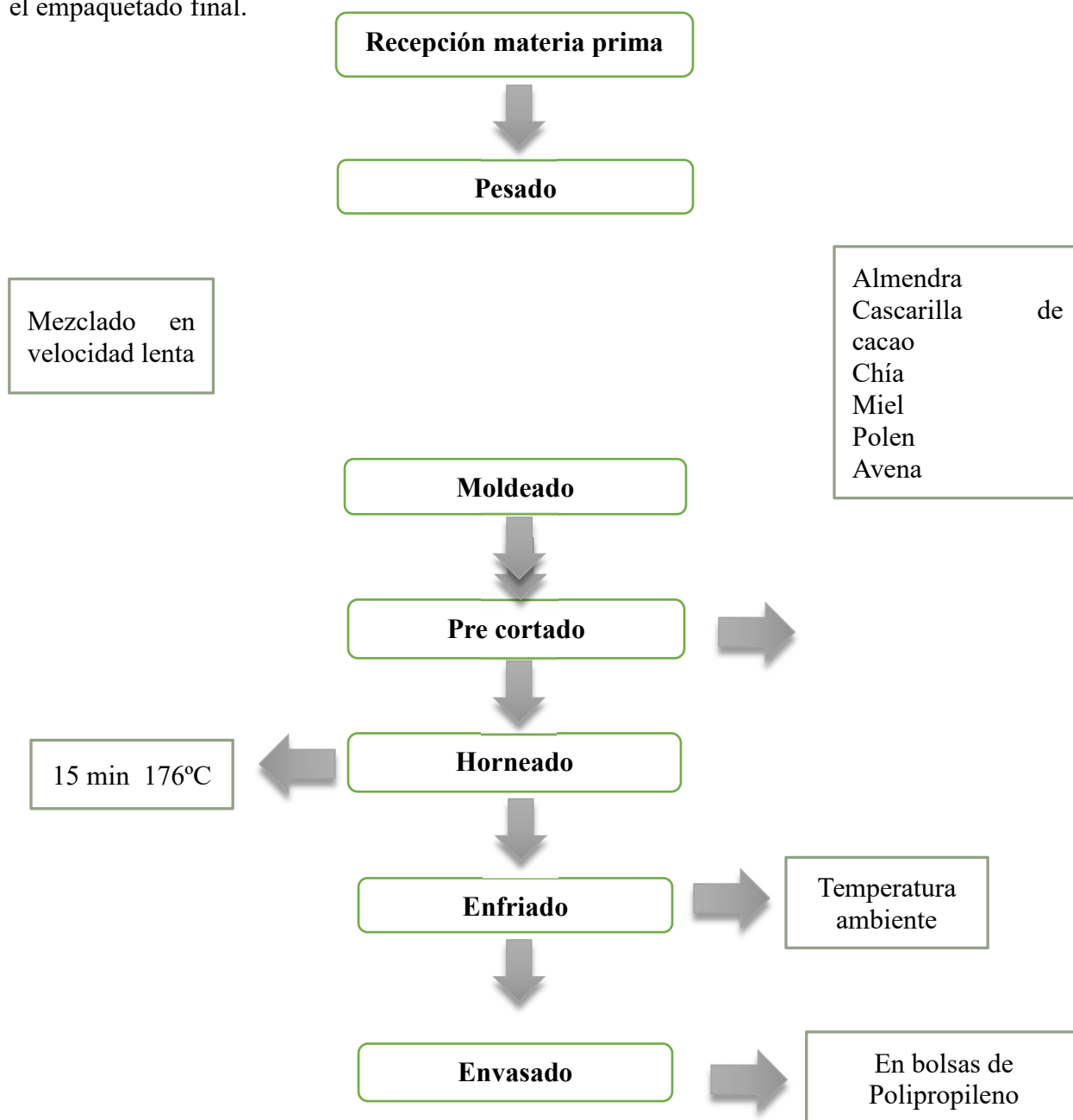
Tabla 6. Concentración de cascarilla de cacao para cada tratamiento.

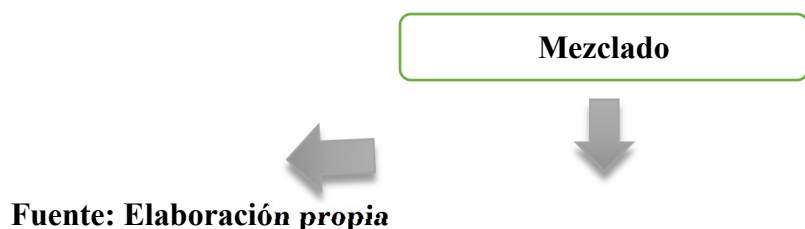
Tratamientos	Porcentajes de cascarilla de cacao
T1	10%
T2	20%
T3	30%

En la Tabla 6 los tres tratamientos (T1, T2 y T3) se diferencian únicamente por la cantidad de cascarilla de cacao que se incorpora a la formulación de las barras energéticas. El tratamiento T1 utiliza la menor cantidad de cascarilla de cacao (10%), mientras que el tratamiento T3 utiliza la mayor cantidad (30%). El tratamiento T2 representa un nivel intermedio entre los dos extremos.

5.3.2. Flujo grama de proceso

La Figura 2 presenta un flujograma detallado del proceso de elaboración de una barra energética a base de cascarilla de cacao. Este diagrama ilustra paso a paso las etapas involucradas en la producción de estas barras, desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetado final.





Pasos para elaboración	Descripción
Resección materia prima	La obtención de la cascarilla será proporcionada por la empresa COAGRISAL, los demás ingredientes y aditivos complementarios serán obtenidos en el mercado local, verificando que cuenten con una buena calidad.
Pesado	Se procederá a llevar a cabo el pesado de cada uno de los ingredientes y aditivos de las tres formulaciones correspondientes.
Mezclado	Se realiza el mezclado de los ingredientes y aditivos con la finalidad de obtener una mezcla homogénea.
Moldeado	Se coloca la mezcla homogenizada dentro de los moldes de aluminio para tener un tamaño uniforme del producto.
Pre cortado	Se elimina el excedente no deseado para que las barras tengan un tamaño uniforme.
Secado	Se deja en reposo a temperatura ambiente.
Enfriado	Una vez finalizado el periodo de secado, se procederá al enfriado de la barra a una temperatura controlada.
Envasado	Es la etapa final del proceso donde se empaqueta se etiqueta y se almacén.

Tabla 7.Descripción del flujograma de proceso

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Etapa 2: Determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos

Los diferentes tratamientos se sometieron a evaluación sensorial a escala piloto, en el cual se evaluó las características sensoriales como textura, color, sabor, aroma; en la evaluación se aplicó una escala hedónica de siete puntos, con 80 jueces no entrenados. Las muestras que se presentaron a los jueces se acompañó con agua como borrador entre muestra al mismo tiempo las muestras serán codificadas con números aleatorios.

5.3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (ADA) se evaluaron 3 tratamientos con diferentes niveles de inclusión de cascarilla de cacao más una muestra más control que no tuvo cascarilla de cacao, las variables a evaluar son color, textura, aroma, sabor y aceptación general aplicando un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el Software Infotat versión 2020e, mediante el modelo estadístico de tukey con un nivel de confianza del 95% para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

5.3.5. Etapa 3: Evaluar las características fisicoquímicas

La barra energética a base de cascarilla de cacao se le realizó las respectivas pruebas fisicoquímicas que constan de las siguiente pruebas entre ellas se encuentran la de (firmeza, grados °brix, pH, acidez tituladle), químico proximal (porcentaje de humedad) y esto los determina la calidad fisicoquímicas que se encuentra la barra a base de cascarilla de cacao.

5.3.6 Aspectos:

Textura: se evaluó la resistencia de la barra a la deformación, un indicador importante de su textura.

ASTM E83: Este método estándar desarrollado por ASTM International se enfocó en determinar las constantes lineales de materiales metálicos mediante pruebas de tensión estática. Que implico mediciones de propiedades como la resistencia a la tracción, el límite elástico y el alargamiento de los metales bajo carga de tracción. (Rockville, <https://www.aoac.org/>)

Grados °Brix: se midió la concentración de azúcares solubles, que influyo en el sabor, la textura y la conservación de la barra.

El método AOAC 983.17 se basó en la refractometría. Un refractómetro mide el índice de refracción de una solución, que es la capacidad de la solución para refractar (doblar) la luz. El índice de refracción está directamente relacionado con la concentración de sólidos solubles disueltos en la solución. (Guevara, 2015)

PH: se determinó la acidez de la barra, un factor crucial para su estabilidad y seguridad microbiológica.

El método AOAC 981.12 se basa en la diferencia de potencial eléctrico entre dos electrodos para determinar la concentración de iones hidrógeno, lo que indica la acidez de la muestra. Si bien es relativamente sencillo y rápido, requiere la calibración periódica del medidor y en ocasiones una preparación previa de la muestra para obtener una lectura precisa. (Madhusudan G. Soni, 2020)

Acidez titulable: se cuantificó la cantidad total de ácidos presentes en la barra, lo que aporta información sobre su sabor y potencial de deterioro.

Método pertenece a la categoría de Pruebas Físicas y Químicas dentro del sistema de clasificación de métodos AOCS Dado que los detalles exactos del método AOCS Cd 3d-63 represente un método específico dentro de esta categoría, que potencialmente se centra en la determinación del índice de acidez en grasas y aceites. (Rockville, <https://www.aoac.org/>)

Porcentaje de humedad: se evaluó la cantidad de agua presente en la barra, un factor que afecta su textura, peso y vida útil.

AOAC 950.46B* es un método específico descrito en la publicación internacional de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) para determinar el contenido de humedad en una muestra. La muestra se pesa antes y después del secado en una estufa de vacío a una temperatura y presión específicas hasta lograr un peso constante. (Rockville, <https://www.aoac.org/>)

VI RESULTADOS

6.1 Etapa 1: Desarrollo de las formulaciones con cascarilla de cacao

En las pruebas preliminares de la barra energética a base de cascarilla de cacao (Anexo 1) se determinó las cantidades óptimas de cada ingrediente para cada uno de los tratamientos experimentales. Esta etapa involucró un proceso meticuloso de experimentación y análisis para encontrar la combinación ideal de ingredientes que resulten en una barra energética con las características deseadas.

Tabla 8. Formulación en base (g)

Materias primas	T1	T2	T3
	Cascarilla de cacao 10%	Cascarilla de cacao 20%	Cascarilla de cacao 30%
Miel	481.06g	481.06g	481.06g

Polen	34.36g	34.36g	34.36g
Chía	45.81g	45.81g	45.81g
Avena	481.06g	297.80g	229.07g
Almendra	218.07g	260.34g	190.07g
Cascarilla de cacao	140.00g	280.00g	420.00g
Total (g)	1400.37g	1400.37g	1400.37g

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8 presenta una descripción detallada de cada uno de los tratamientos experimentales evaluados en las pruebas preliminares de la barra energética a base de cascarilla de cacao. La tabla destaca la cantidad de cascarilla de cacao incorporada en cada tratamiento, así como los demás ingredientes utilizados y sus respectivas proporciones en el anexo 3 se observa la barra energética.

La fibra dietaria, según la definición de (Alimentarius, CAC,2005) lo recomendaciones de ingesta diaria de fibra dietaria varían según la edad, el sexo y otros factores, pero en general se considera que un adulto promedio debería consumir alrededor de 25g de fibra al día, lo que equivale a 12.5g por cada comida principal. En base a lo anterior, se decidió incorporar las barras energéticas de cascarilla de cacao, utilizando tres porcentajes diferentes: un mínimo del 10% y un intermedio de 20 con un máximo del 30% obtiene una inclusión mínima de cascarilla. Esta cantidad se encuentra por debajo de la ingesta diaria mínima recomendada de fibra, pero representa un aporte significativo de este nutriente esencial para la salud.

6.1.1 Tratamiento 1 (214): 10% de cascarilla de cacao

El Tratamiento 1 representa la barra energética con la menor cantidad de cascarilla de cacao, incorporando solo un 10% de este componente. Este enfoque experimental se diseñó específicamente para evaluar el impacto de una inclusión moderada de cascarilla en las características organolépticas del producto final. Al utilizar una cantidad relativamente baja de cascarilla, se buscaba entender cómo este ingrediente afectaría las cualidades sensoriales de la barra energética, como su textura, aroma, sabor y color.

6.1.2 Tratamiento 2 (230): 20% de cascarilla de cacao

El Tratamiento 2 eleva la proporción de cascarilla de cacao al 20%, lo que representa un aumento significativo en comparación con el Tratamiento 1. Esta decisión se basa en la búsqueda de un equilibrio delicado entre el sabor característico del cacao y la palatabilidad general de la barra energética. Se espera que esta mayor inclusión de cascarilla de cacao en el tratamiento genere una influencia más pronunciada en el perfil de sabor del producto final, ya que la cascarilla es conocida por aportar matices específicos y un sabor distintivo.

6.1.3 Tratamiento 3 (270): 30% de cascarilla de cacao

El Tratamiento 3 presenta la barra energética con la más alta cantidad de cascarilla de cacao, con una inclusión notable del 30%. Esta elección estratégica busca llevar al extremo el potencial de la cascarilla como ingrediente principal en la formulación del producto. Al incorporar una proporción tan significativa de cascarilla, se pretende explorar hasta qué punto este componente puede influir en las características organolépticas y nutricionales de la barra energética. Se espera que este tratamiento produzca una experiencia sensorial única, donde el sabor y aroma característicos de la cascarilla de cacao sean prominentes, posiblemente dominando sobre otros atributos de la barra.

6.2 Etapa 2: Evaluaciones sensoriales

Los diferentes tratamientos fueron sometidos a evaluación sensorial a escala piloto, en la cual se evaluaron las características sensoriales como textura, color, sabor, aroma (Anexo 4). Para la evaluación se aplicó una escala hedónica de siete puntos, con la participación de 80 jueces no entrenados. Las muestras de los jueces fueron acompañadas de agua como borrador entre muestra, al mismo tiempo que las muestras fueron codificadas con números aleatorios en el (Anexo 3) puede observar las pruebas sensoriales realizadas.

Tabla 9. Medias y desviación de los atributos de la barra energética de cascarilla de cacao

Tratamiento	Color	Textura	Sabor	Aroma
214	5.90 ± 1.23^a	5.80 ± 1.25^a	5.89 ± 1.32^a	5.74 ± 1.27^a
123	5.71 ± 1.11^{ab}	5.61 ± 1.17^a	5.51 ± 1.20^a	5.38 ± 1.35^a

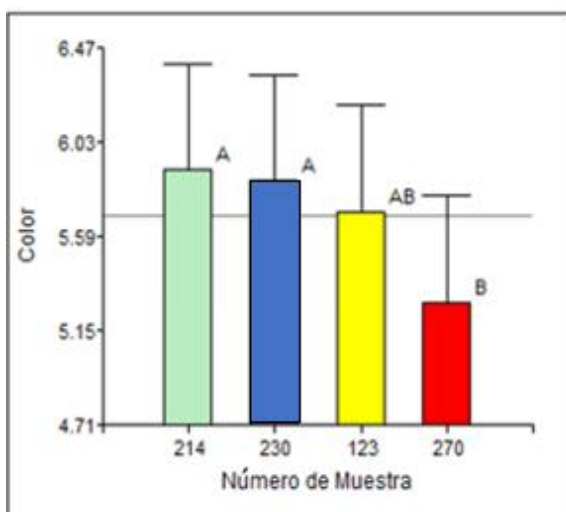
230	5.85 ± 1.28^a	5.66 ± 1.35^a	5.55 ± 1.30^a	5.53 ± 1.40^a
270	5.29 ± 1.20^b	5.56 ± 1.32^a	5.84 ± 1.17^a	5.28 ± 1.41^a

Fuente Elaboración propia

En el tratamiento 2 (214), se observó diferencias estadísticamente significativas en cuanto a color, exhibiendo una marcada variabilidad entre las muestras analizadas, no se encontraron discrepancias significativas en el perfil sensorial del aroma, la textura y el sabor, sugiriendo una homogeneidad relativa en estas dimensiones sensoriales dentro del tratamiento evaluado.

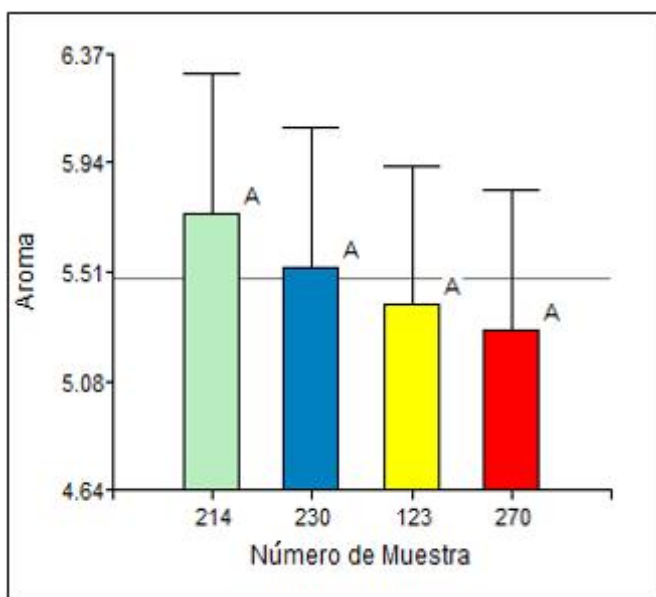
6.2.1 Gráficas de las características organolépticas

Las gráficas de las características organolépticas como color, aroma, textura y sabor proporcionan una representación visual de cómo estas cualidades varían en diferentes muestras son útiles para evaluar la calidad y las propiedades sensoriales de los productos derivados del cacao (Anexo 2), como la cascarilla de cacao. En la gráfica de textura puede mostrar la suavidad o la granulosidad del producto, mientras que una gráfica de aroma puede ilustrar la intensidad y la complejidad de los aromas presentes. Del mismo modo, las gráficas de sabor y color pueden revelar información importante sobre la percepción gustativa y visual de los productos.



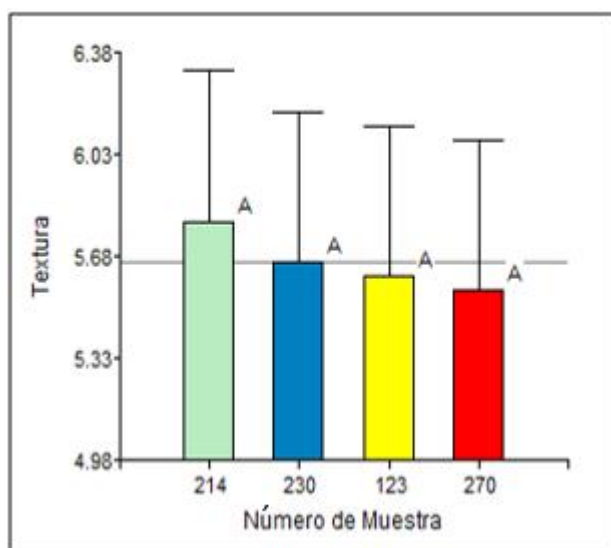
Gráfica 1. Análisis de las características organolépticas del color

Según (Liliam Alexandra Palomeque, 2020) el valor promedio del color de las barras energéticas a base de cascarilla de cacao se encuentra en una escala de 1 a 7, donde 1 representa el color más claro y 7 el más oscuro. En la Gráfica 1, se presentan las características sensoriales de la barra energética elaborada con diferentes concentraciones de cascarilla de cacao. Es importante destacar que se observa una diferencia significativa en cuanto al color entre las muestras. Las muestras 214 (5.89) y 270 (5.84) obtuvieron las mejores puntuaciones en este aspecto, ubicándose dentro de los rangos aceptables de color.



Grafica 2. Analisis de las características organolépticas del aroma

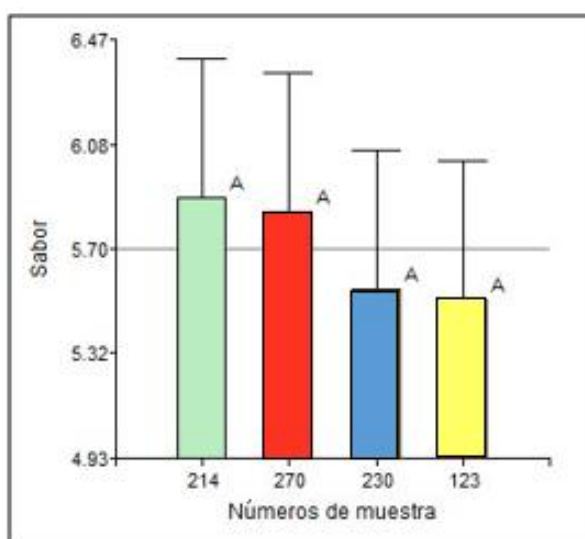
De acuerdo con las recomendaciones (Liliam Alexandra Palomeque, 2020) el valor promedio del aroma de las barras energéticas a base de cascarilla de cacao se ubica en una escala de 1 a 7, donde 1 representa el aroma menos intenso y 7 el más intenso. Este resultado es similar al encontrado en un estudio sobre barras energéticas de cascarilla de cacao (Gráfica 2), donde se reportó un valor promedio 5.50 (muestra 214) para barras elaboradas con un ingrediente similar. Sin embargo, en otro estudio se encontró un valor promedio significativamente más bajo 5.20 (muestra 230) para barras energéticas con un mayor contenido de cascarilla.



Gráfica 3. Analisis de las características organolépticas de textura

De acuerdo (NIDIA JIMENA, 2017) , con el valor promedio de la textura de las barras energéticas a base de cascarilla de cacao se encuentra en una escala de 1 a 7, donde 1 representa la textura más suave y 7 la más dura. Este resultado es similar al encontrado en un estudio sobre barras energéticas de cascarilla de cacao (Gráfica 3), donde se reportó un valor promedio de 5.5 para la muestra 214. Sin embargo, en otro estudio se encontró un

valor promedio significativamente más bajo (5.2) para barras energéticas con un mayor contenido cascarilla de cacao.



Gráfica 4. Analisis de las características organolépticas del sabor

De acuerdo (Orlando & Mauricio, 2020) con se observa que el valor promedio del sabor en una escala de 1 a 7, donde 1 representa el color más claro y 7 el más oscuro. Este resultado está reflejado (Gráfica 4) valor promedio de 5.7 para barras energéticas elaborada Sin embargo, en otro estudio de se encontró un valor promedio significativamente más bajo (5.5) para barras energéticas con un menor contenido de cascarilla de cacao.

6.3 Etapa 3: Análisis de laboratorio

Al tratamiento 1 (Muestra 214), teniendo en cuenta, que fue la que alcanzó mayor puntuación en la evaluación sensorial se le realizó las respectivas pruebas fisicoquímicas se encantar en los (Anexo 5) que constan de las siguiente diferentes pruebas entre ellas se encuentran la de (textura, grados °Brix, pH, acidez tituladle), químico proximal (porcentaje de humedad) y esto los determina la calidad fisicoquímicas que se encuentra la barra a base de cascarilla de cacao.

Tabla 10. Evaluación de las características fisicoquímica

	Unidad	Concentración	Límite de cuantificación	Método de referencia
Humedad	g/100g	9.58	-	AOAC 950.46B*
Textura	N	36.10	-	ASTM E83
pH	-	4.92	-	AOAC 981.12
Grados Brix	-	58.90	-	AOAC 983.17
Valor acido	mg KOH/g	5.72	0-75	AOCS Cd 3d-63
Acido palmítico	%	12.53	0-100	AOCS Cd 3d-63

6.3.1 Humedad

Según (Farhana Mehraj Allai a b, 2023) las barras energéticas a base de cereales tienen un contenido de humedad que oscila entre el 5% y el 10%. Resultados en el rango de la anterior investigación justifican los resultados obtenidos en la barra energética de cascarilla de cacao, con un contenido de humedad del 9.58% (Tabla 10), siendo típico para este tipo de producto. Esta humedad contribuye a una textura agradable y una vida útil adecuada.

6.3.2 Textura

Como indican. (Orlando & Mauricio, 2020) .las barras energéticas a base de cereales comúnmente presentan una textura crujiente o ligeramente masticable, con valores de penetrometría que se encuentran entre 200 y 350 N. En el estudio, la barra energética de cascarilla de cacao con tiene un valor de penetrometría de 36.10 N (Tabla 10), lo que la posiciona dentro del rango típico para este tipo de producto. Esto significa que la barra energética a base de cascarilla de cacao ofrece una textura ligeramente masticable y crujiente, resultando agradable al paladar y cumpliendo con las expectativas de los consumidores.

6.3.3 pH

De acuerdo con. (Simón m. Loveday, 2010) el pH de las barras energéticas generalmente se encuentra dentro de un rango de 4.5 a 6.5. Un pH inferior indica una mayor acidez, mientras que un pH superior indica una mayor alcalinidad. Los resultados del análisis de la barra energética de cascarilla de cacao revelan un pH de 4.92 (Tabla 10), lo que la sitúa dentro del rango típico para este tipo de producto. Este pH ligeramente ácido puede contribuir a la conservación del producto y prevenir el crecimiento de microorganismos, prolongando así su vida útil.

6.3.4 Grados Brix

Las directrices de (Garima Gupta Kapila, 2022) establecen que la cantidad de azúcar agregada no debería superar el 10% del total de calorías consumidas diariamente. No obstante, el análisis de la barra energética de cascarilla de cacao revela un contenido de Grados Brix de 58.90 (Tabla 10), lo que indica una alta concentración de azúcares totales. Esta característica, si bien puede resultar atractiva para algunos consumidores debido a su sabor dulce, despierta preocupaciones en cuanto a su impacto en la salud.

6.3.5 Acido palmítico

De acuerdo con las recomendaciones de (Simón m. Loveday, 2010) la ingesta diaria de ácido palmítico no debería sobrepasar el 10% del total de calorías consumidas. Sin embargo, los resultados del análisis de la barra energética de cascarilla de cacao revelan un contenido de ácido palmítico de 12.53%,(Tabla 10) lo que representa un valor significativamente superior al límite recomendado.

VII CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar la barra a base cascarilla de cacao con la incorporación de (polen, miel, chía, almendra avena).
- En la evaluación sensorial de las muestras con diferentes porcentajes de cascarilla de cacao T2 (20%) se destacan diferencias significativas en diversas características sensoriales. La muestra 214, con un 20% de cascarilla, obtuvo valores más altos en el atributo de color.
- De acuerdo a los resultados de las pruebas fisicoquímicas, la barra de cascarilla de cacao del tratamiento T2 (Muestra 214) presenta características adecuadas en términos de humedad, textura, acidez y contenido de sólidos solubles. El pH ligeramente ácido es normal para este tipo de producto. El contenido de ácido palmítico, siendo el principal ácido graso presente, es característico de la cascarilla de cacao y no representa un problema de calidad.

VIII RECOMENDACIONES

- Evaluar la estabilidad de la vida anaquel de la barra energética.
- Realizar comparaciones con otras barras energéticas diferentes ingredientes que se encuentran en el mercado.
- Saber el costo de la producción de cada barra energética.

IX BIBLIOGRAFÍA

Alava Zamora, CA. (2020). Caracterización físico-químico y sensorial en cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y trinitario para la elaboración de una bebida alcohólica. Tesis de pregrado de Ingeniería en Alimentos. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 94 p.

Álvarez Abad, Karla & Quilumba Ayala, Francisco. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) para la elaboración de polvo y sus usos culinarios (En línea). Tesis, Licenciatura. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera Licenciatura en Gastronomía. Guayaquil, Ecuador. pp:1-54.

Bravo, J. M. (2017). Propuesta de diseño de proceso industrial para la elaboración de té de cascarilla de cacao en la provincia de santa elena. Tesis de grado, Universidad Estatal Península Santa Elena, La Libertad Ecuador.

Coca, D. A., & Acevedo, C. A. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao par o de la cascarilla de cacao para la genera la generación de acción de un producto derivado en la Asociación de Prado en la Asociación de Productores Orgánicos del Municipio de Dibulla (APOMD. Ciencia Unisalle, 1(1), 125 p.

Cubas, A. (2018). Diseño de proceso productivo de una infusión a base de cascarilla de cacao de la Cooperativa Agraria Norandino. Tesis, Ingeniería. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Colombia. pp. 3-38

Dostert, N; Roque, J; Cano, A; La Torre, M; y Weigend, M. (2012). Hoja botánica: Cacao. Primera Edición. Lima, Perú. Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C. 20 p.

Fraile Saget, JL; Orellana De Suria, JN; Rodas Escobar, NJ. (2018). Diseño de plan de marketing social para impulsar la cultura de consumo de chocolate artesanal a base de cacao, en el municipio de san salvador; aplicado a incubadora de empresas del Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (Centa). Tesis, Licenciado en Mercadeo Internacional. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 191 p.

González, J. (2019). Cultivo del cacao (en línea). Consultado el 26 de abril de 2023. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>

Guevara, I. S. (2015). Formulación y elaboración de una barra energética a base de amaranto como fuente proteica. Tesis Licenciado en Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

MDAR (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2021). Producción y comercio mundial: Producción Mundial. Boletín de publicación trimestral n. Boletín de publicación trimestral No 01 - 2021 01 – 2021. Lima, Perú. 20 p.

Orlando, S. P., & Mauricio, G. P. (2020). Barra energética a partir de cereales y frutos secos de alto valor nutricional y aporte energético, Departamento de Química, UNAN-Managua, septiembre – diciembre 2019. Tesis Ingeniería Química Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

Peralta Ortiz, Licensia Magali. (2019). Elaboración de una bebida láctea a base de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis, Ingeniería. Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra, Carrera Ingeniería Agroindustrial. Puyo, Ecuador. pp. 6-39.

Pérez, E; Guzmán, R; Álvarez, C; Lares, M; Martínez, K; Suniaga, G; Pavani. (2021). Cacao, cultura y patrimonio: un hábitat de aroma fino en Venezuela. Revista RIVAR (Santiago). 8 (22).

Pontaza Nisthal, AI; Escobar Méndez, ES. (2013). Uso del *Theobroma cacao* sp. (Cacao) recolectado en el área de alta verapaz para la fabricación de cuatro cosméticos. Tesis, Química Farmacéutica. Guatemala. 93 p.

Rikolto. (2016). Cadena del cacao: Panorama Regional (En línea). Consultado el 22 de marzo de 2023. Disponible en <https://cadenacacaoca.info/region/#:~:text=Centroam%C3%A9rica%20est%C3%A1%20dividida%20en%20pa%C3%ADses,y%20abriendo%20mercados%20regionales%20e>

Río de la Miel. (2020). Polen de Abeja (En línea). Consultado el 26 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.riodelamiel.com/polen-de-abeja-natural/#:~:text=Informaci%C3%B3n%20nutricional%20del%20Polen&text=16%20calor%C3%ADas,2%20C18%20gramos%20de%20carbohidratos>

Rochina, D. M. (2021). Utilización de la fibra de cascarilla de cacao en la industria alimentaria. Tesis en Ingeniería de Industrias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica el Chimborazo, Riobamba Ecuador

Ruiz A. (2016). Composición y tipos de barritas energéticas. Rev. Sección Ejercicio y deporte. Complejo hospitalario de Navarra. España.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería). (2020). Cacao: Análisis de coyuntura. Documento elaborado por el Área de Estadísticas, Análisis y Estudios Económicos de la Unidad de Planeamiento y Evaluación de la Gestión (UPEG) con la cooperación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Loma Linda Norte, Boulevard Centroamérica Ave. La FAO. 18 pp.

Salinas Coronel, KK. (2016). Estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización y comercialización de chocolate raw, orgánico y ecológico en el cantón Vinces. Tesis Ing. Comercial. Guayaquil, Universidad de Guayaquil. 193 pp.

Ulloa, JA; Mondragón Cortez, PM; Rodríguez Rodríguez, R; Reséndiz Vázquez, JA; Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia (En línea). Consultado el 26 de abril de 2023. Disponible en <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

VECO Mesoamérica. (2019). “Gestión del Conocimiento de la Cadena de Valor del Cacao en Centroamérica” (Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua). Situación Actual de la Cadena de Valor del Cacao en Honduras (En línea). Consultado el 22 de marzo de 2023. Disponible en https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/analisis_honduras.pdf

Vegaffinity (2016). Barritas energéticas (En línea). Ministerio de Industria energía y turismo. España. Consultado el 26 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.vegaffinity.com/alimento/barritasenergeticas--f156>

Verde Miel. (2018). ¿Qué es y para qué sirve el polen de abeja? (En línea). Consultado el 26 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.verdemiel.es/blog/2021/09/06/para-que-sirve-el-polen-de-abeja/>

Vivanco Carpio, E; Matute Castro, L; Campo Fernández, M. (2017). Caracterización físico-química de la cascarilla de Theobroma cacao L, variedades Nacional y CCN-51. Conference Proceedings UTMACH. 2(1). 213 p.

ANEXOS

Anexo 1. Trituración de harina de cascarilla de cacao.



Imagen 1. Trituración de la harina.



Imagen 2. Recolección de cascarilla.

Anexo 2. Producto final barra energética de cascarilla de cacao.

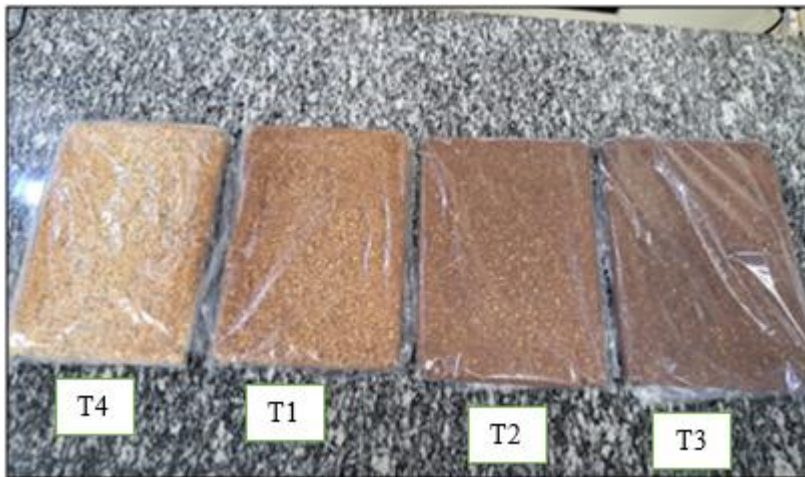


Imagen 3. Barras energéticas a granel.



Imagen 4. Muestras de los tratamientos.

Anexos 3. Pruebas sensoriales.



Imagen 5. Pruebas sensoriales en el súper Peña.



Imagen 6. Pruebas sensoriales en la empresa XOL.

Anexo 4. Ficha de evolución sensorial



Universidad Nacional de Agricultura Ficha de evaluación sensorial



Fecha ____ / ____ / ____

Género Masculino () Femenino ()

Instrucciones:

Si usted es alérgico a productos de la colmena o almendras por favor no realizar esta prueba. En la siguiente evaluación sensorial se medirán los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia de una barra de energética de cascarilla de cacao en base a una escala hedónica de 7 puntos estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita marcar con el número del 1 al 7 el nivel de escala que usted considere que posee el producto acorde a los atributos a evaluar.

Evalúe y marque de forma general en una escala según se le presenta cuanto le gusta y desgusto la muestra ilustrar en una escala lo que usted evaluó.

Puntaje	Significativo
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior

Muestras	Color	Textura	Sabor	Aroma
123				
214				
270				
230				

Observación:

Anexo 5. Análisis de laboratorio



Cámara de
Agroindustria Alimentaria

Honduras
Viale del Yaguar, km 26
carretera de Tegucigalpa a Danté
Francisco Morazán, Honduras, C.A.
Tel: (504) 2287-2000 ext. 3001 / 20004
Fax: (504) 2776-6347
camorano@camorano.edu

United States
1321 Pennsylvania Ave. NW
Suite 300
Washington, DC 20004
Tel: (202) 461-2042
Fax: (202) 690-8558
wdo@camorano.edu

Informe de ensayos

Reporte LAAZ 20231202

XOL COAGRICSA

Emitido por: Ing. Maria Morales

Reporte N° 20231202

Fecha de emisión: 26 de enero de 2024

Atención a: Mauro Adolfo Flores
Empresa: XOL COAGRICSA
Dirección: Naranjito, Santa Barbara, Honduras
Número telefónico: 504 9667-9596
Fecha de recepción: 12 de diciembre de 2023
Ensayos solicitados: Humedad, textura, pH, grados Brix*,
Acidez Titulable
Finalización de ensayos: 26 de enero de 2024

Descripción de muestras recibidas

Resumen de Muestras Analizadas			
LAA*	Identificación	Análisis	Página
20231202-1	Barra energética a base de cascanilla de cacao	Humedad, textura, pH, grados Brix*	2
20231202-1	Barra energética a base de cascanilla de cacao	Acidez Titulable	2

*LAA: Laboratorio de Análisis de Alimentos

NOTA ACLARATORIA: Los resultados de este reporte corresponden únicamente a la muestra evaluada en el laboratorio y su representatividad depende del muestreo realizado por el cliente.

Analistas responsables

Ing. Maria Morales

Autorizado por:
Luis Fernando Maldonado Ph. D.

Fecha de emisión:
2024-01-14
www.zamorano.edu

Página 1 de 2
Labor Omnia Vincit



Informe de ensayos

Reporte LAAZ 20231202

XOL COAGRICSA

Emitido por: Ing. Maria Morales

Resultados

1. 20231202-1: Barra energética a base de cascarilla de cacao – Humedad, textura, pH, grados Brix^o.

20231202-1	Unidades	Concentración ¹	Límite de Cuantificación	Método de Referencia
Humedad	g/100g	9.58	-	AOAC 950.408
Textura ²	N	36.10	-	ASTM D88
pH	-	4.93	-	AOAC 981.12
Grados Brix	-	58.90	-	AOAC 983.17

¹Referencia disponible en: https://www.efl.gov/guider/text-do/5C0-604078212481454c78a337c464c78a348a/m=visualizador/1.1.301_194grm0v8

²Concentración promedio

³Medidas del alimento usadas para análisis de textura: 40 a 14 a 33 milímetros

Valores en base Húmeda

⁴Métodos Acreditados por ACLA (Certificado No. 2193-01)

2. 20231202-1: Barra energética a base de cascarilla de cacao – Acidez Titulable

20231202-1	Unidades	Concentración ¹	Límite de cuantificación	Método de referencia
Valor ácido	mg KOH/g	3.71	0-75	AOCS Cd 34-43
Ácido Palmítico	%	12.53	0-100	AOCS Cd 34-43

¹Concentración promedio

Valores en base Húmeda

Temperatura 34°C

ULTIMA LÍNEA

Autorizado por:
Luis Fernando Maldonado Ph. D.

