

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE LA PULPA DE CARAO (*Cassia grandis*) EN LAS PROPIEDADES
SENSORIALES Y NUTRICIONALES DEL YOGUR DE LECHE CAPRINA**

POR:

JOSEFA ALEXANDRA TEJEDA ROMERO

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

EFFECTO DE LA PULPA DE CARAO (*Cassia grandis*) EN LAS PROPIEDADES
SENSORIALES Y NUTRICIONALES DEL YOGUR DE LECHE CAPRINA

POR

JOSEFA ALEXANDRA TEJEDA ROMERO

LOREN PAOLA MACIAS BU 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

NOVIEMBRE, 2024

OLANCHO

DEDICATORIA

A **DIOS** todo poderoso por permitirme llegar a este momento especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre y padre **Lilian Yaneth Romero y Denis Ricardo Tejeda** por su apoyo incondicional y por qué ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis abuelos y familiares Ruth Gutiérrez, Mirian Mejía, Daniel Hernández **por** brindarme su apoyo, amor y motivación que fueron importantes en estos 4 años de formación académica.

A mi **familia en general**, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** padre todo celestial por darme las fuerzas y entendimiento que me permitió cumplir mi formación académica.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de **mi madre**, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi asesora principal **M. Sc. Loren Paola Macías Bu** quien con su dirección, paciencia y tiempo me guio hasta la culminación de este proyecto y a mis asesores **PhD. Junior Abrahán Macías Fuentes** y **PhD. Mario Josué Gonzales Santos** por su ayuda, consejos y orientación que fueron imprescindibles en el desarrollo de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1. Inseguridad alimentaria en Honduras	3
4.2. Fortificación de alimentos	4
4.3. El carao (<i>cassia grandis</i>)	4
4.3.1 El fruto del carao (<i>Cassia grandis</i>).....	5
4.3.2. Taxonomía	5
4.3.3. Zonas de Cultivo.....	6
4.3.4. Composición Química del polvo de carao (<i>Cassia grandis</i>)	6
4.3.5. Bromatología	6
4.3.6. El carao como complemento funcional en la adición de alimentos	7
4.3.7. Potencial uso en aplicaciones farmacológicas, nutricionales y medicinales.	8

4.4. Leche de Cabra	8
4.4.1. Composición nutricional de la leche de cabra	9
4.4.2. Yogurt a base de leche de cabra	9
4.5. Elaboración de yogur firme	10
4.5.1. Yogur saborizado.....	10
4.6. Definición de pruebas fisicoquímicas.....	11
4.6.1. Grados Brix.....	11
4.6.2. Acidez titulable.....	11
4.6.3. pH	11
4.7. Características microbiológicas del yogur.....	12
4.8. Evaluación sensorial	14
4.9. Análisis Bromatológico Proximal	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1. Lugar de Investigación	15
5.2. Materiales y equipo	16
5.3. Método.....	17
5.4. Metodología de la investigación.....	18
5.4.1. Fase 1. Formulaciones y desarrollo de yogur con carao.....	19
5.4.1.1. Obtención del polvo de carao	19
5.4.1.2. Proceso de elaboración de yogurt.....	21
4.4.3.2.Caracterización microbiológica.....	24
5.4.4. Fase 4. Caracterización nutricional.	25
5.5. Diseño experimental y Análisis Estadístico	30
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. Validación porcentual de polvo de carao para la adición en el proceso de elaboración de yogur de leche caprina y evaluación de las características sensoriales de las formulaciones desarrolladas.	31
5.2. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt	31
5.2.1. Análisis fisicoquímicos del yogurt	31

5.2.2. Análisis microbiológicos del yogurt.....	33
5.2. Evaluaciones sensoriales del yogur	34
5.3. Índice de aceptabilidad	35
5.5. Análisis bromatológico Proximal de etiquetado nutricional.	36
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. BIBLIOGRAFÍA	41
VIII. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía del carao (<i>Cassia grandis</i>).....	5
Tabla 2. Composición química del fruto.	6
Tabla 3. Composición promedio de los nutrientes básicos de la leche de cabra	9
Tabla 4. Tratamientos y factores a estudiar	30
Tabla 5. Comparación de medias para atributos sensoriales de los tratamientos de yogurt con adición de carao	34
Tabla 6. Resultados de Análisis Nutricional de yogurt	36
Tabla 7. observaciones, condiciones de operación referencia de la muestra de yogur con carao.....	38
Tabla 8. Análisis fisicoquímicos de la muestra para evaluación nutricional	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Según las indicaciones de Google Maps, esta es la ubicación del Laboratorio de investigación de la Universidad Nacional de Agricultura.	15
Figura 2. Ubicación Según las indicaciones de Google Maps, esta es la ubicación de CDE MIPYME Región Lempa.....	16
Figura 3. Etapas de la investigación.	18
Figura 4. Comparación de aceptabilidad de los atributos sensoriales, color, olor, texturas, sabor y aceptación general de las distintas formulaciones de yogur con carao adición de espinaca.....	
Figura 5. Índice de aceptabilidad del yogurt con adición de carao	35
Figura 6. Etiqueta nutricional de yogur con carao	38

Tejeda, Romero, J. A. (2024). Efecto de la pulpa de carao (*Cassia grandis*) en las propiedades sensoriales y nutricionales del yogur de leche caprina. Tesis de grado Ingeniero en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

El carao (*Cassia grandis*) es una planta endémica de Centroamérica, cuyo fruto se utiliza en medicina popular. Estudios demuestran su importancia como ingrediente potencial, específicamente como simbiótico en bebidas fermentas. El objetivo de este estudio fue el efecto de la adición de carao (*Cassia grandis*) en características sensoriales y nutricionales del yogurt de cabra. Se implementó polvo de carao en diferentes concentraciones de: (0%, 1.5%, 3% y 4.5%). Seguidamente se evaluaron parámetros físico-químicos de (pH, acidez y grados Brix) y microbiológicos donde se contó las colonias y se calculó las UFC/ml. Luego se realizó una evaluación sensorial de atributos color, olor, sabor, textura y aceptación general, bajo un diseño completamente al azar (DCA), mediante una prueba hedónica de 9 puntos con participación de 75 jueces y se evaluó en el programa estadístico de InfoStat 2020 implementado el análisis de varianza paramétrica LSD con un nivel de significancia al 0.05. De acuerdo con resultados obtenidos del índice de aceptación identifiqué a las muestras T3 con 4.5 % de carao como la de mayor aceptación sensorial con 73%. Por el lado contrario se identificó el T con 0 % de carao como la de menor aceptación con 51%. Posteriormente evaluar la composición nutricional del tratamiento T3 que obtuvo el nivel más alto, mediante un análisis bromatológico donde se midió la energía, grasa total, sodio, carbohidratos totales, fibra total, azúcar, proteína, humedad y cenizas. El presente estudio demuestra que es viable implementar el carao como un ingrediente versátil en la industria alimentaria.

Palabras clave: Carao, leche de cabra, valor nutricional, evaluación sensorial, biodisponibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La Inseguridad Alimentaria (IA) es creciente, las estimaciones son preocupantes e indican que una de cada tres personas se ven afectadas por la desnutrición, es decir, deficiencias de micronutrientes y/o sobrepeso y obesidad (Ramírez, 2020). La situación descrita anteriormente genera un contexto de crisis humanitaria adicional, especialmente en lo que respecta a la desnutrición en Honduras. Este problema de salud pública tiene un impacto significativo en la población, y en particular en los grupos más vulnerables (SAN, 2023).

La fortificación de alimentos por medio harina o frutos permite mejorar la capacidad organoléptica y nutritiva. (Rodríguez S. D., 2021). Por lo que; Diversos estudios validan a nivel global, el potencial funcional y nutracéutico de la *C. grandis*, por su contenido de compuesto antioxidante es considerado un preventivo del cáncer. Es considerado un potencial antidiabético y anti anémico, además, por su calidad química puede emplearse en el desarrollo de formulaciones alimenticias (Marcia J. , 2023).

Por su parte, la leche de cabra es aún mejor cuando se convierte en yogur debido a la acción de las bacterias, lo que hace que el alimento sea aún más digerible e hipoalergénico, por otra parte, este tipo de leche contiene menos presencia de glóbulos de grasa debido a que carece de aglutinina lo cual mejora la digestión en las personas que la consumen (Blaco, 2023).

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar un yogurt enriquecido con carao mediante la formulación de mezclas en porcentajes de polvo de carao. Se realizarán análisis físico-químicos, microbiológicos y una evaluación sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptación general). Además, se llevará a cabo un análisis nutricional de la formulación óptima. Combinando las propiedades del carao y el yogurt de cabra, se pretende ofrecer un producto que, satisfaciendo la demanda de opciones saludables y accesibles, para el aprovechando los productos locales para un consumo saludable.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la adición de pulpa de carao (*Cassia grandis*) en las características sensoriales y nutricionales del yogur de leche caprina.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto sobre las características sensoriales como ser aroma, color sabor, textura y aceptación general de las formulaciones desarrolladas de yogurt con carao.
- Analizar las propiedades físico- químico y microbiológicas de los tratamientos a evaluar.
- Establecer la composición nutricional del tratamiento con mayor aceptación sensorial del yogur de leche caprina con adición de carao.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Inseguridad alimentaria en Honduras

El Estudio Panorama Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, afirma que en el trienio del 2019-2021 al menos la mitad de la población hondureña experimentó algún grado de inseguridad alimentaria, ya sea moderado o grave, lo que ha representado un aumento del 8,3% en la prevalencia. Según el informe de la Clasificación Integrada de la Seguridad Alimentaria en Fase (CIF) publicado en diciembre de 2022, más de 2.2 millones de personas en Honduras enfrentaron crisis o emergencia alimentaria entre diciembre de 2021 y agosto de 2022 (SAN, 2023).

Los factores contribuyentes incluyen el cambio climático, desastres naturales, COVID-19 e inestabilidad económica y política. Este informe también señala que la población hondureña se encuentra enfrentando otros desafíos asociados a la seguridad alimentara, entre ellos, el aumento significativo en los precios de los productos básicos y los combustibles. Es así como se evidencia que la inseguridad alimentaria sigue siendo un desafío importante en Honduras, y se necesitan esfuerzos continuos y coordinados para abordar este problema y mejorar su situación en el país (SAN, 2023).

Los gobiernos aplicaron como estrategia fortificar o enriquecer los alimentos. Según el Programa Mundial de Alimentos, es una estrategia efectiva en términos de salud pública en favor de la prevención y disminución de las deficiencias de micronutrientes en la población. La optimización de la fortificación requiere adaptarse a las características de la población específica. Recomendán considerar los rasgos de la población objetivo, las características de su base alimentaria, los elementos químicos que se utilizan y la normativa a la que se rige. También enfatizan la necesidad de estudios sobre la viabilidad de productos locales para mejorar la efectividad de estas intervenciones (Alcantara, 2023).

4.2. Fortificación de alimentos

La fortificación de alimentos es una opción tecnológica válida para reducir la malnutrición por deficiencia de micronutrientes, especialmente cuando la disponibilidad y acceso a los alimentos son limitados y la dieta no proporciona los niveles adecuados de nutrientes. Se busca que la fortificación refuerce y apoye otros programas nutricionales y se considere como parte de un enfoque integral que complemente otros enfoques para combatir la malnutrición por deficiencias de micronutrientes (Moreno, 2019).

Dentro de las ventajas de la fortificación se pueden mencionar que: No requiere el desarrollo de nuevos hábitos alimentarios; El nutriente o nutrientes agregados se incorporan al régimen alimentario en cantidades bajas. Por lo que hay poca posibilidad de consumo excesivamente alto; y beneficia en el menor tiempo la mayor parte de la población que padece de desnutrición por medio del mejoramiento de alimento que es parte de la dieta (INCAP, 2023).

Existen diferentes tipos de fortificación: La fortificación masiva que es la regulación de alimentos fortificados que son consumidos por la mayoría de la población; la fortificación focalizada para un grupo específico de la población y la fortificación comercial en la cual las industrias toman iniciativa de añadir nutrientes a los alimentos procesados (INCAP, 2023).

4.3. El carao (*cassia grandis*)

El carao, cuyo nombre científico es *Cassia grandis*, pertenece a la familia de las leguminosas y es una subfamilia de las Cesalpinaceae, comúnmente se le conoce con diferentes nombres como caña, fístula, cañandong y carao. Existen aproximadamente más de 500 especies de *Cassia* en todo el mundo, representadas como hierbas, arbustos y árboles. Esta especie se encuentra en estado silvestre principalmente en India, China, África Oriental, Sudáfrica y en algunos países del continente americano, como Brasil, Colombia, México, Cuba, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Honduras (Marcia, 2020).

El carao (*Cassia grandis*) es un árbol que crece de 15 a 30 m de altura, con un ancho de 45 a 100 cm con un fuste cilíndrico que se ramifica desde el medio, copa redonda con unos 8 m de diámetro, su corteza es lisa, de color gris pardo. , de 30 mm de espesor, las hojas están compuestas y alternadas con 15 a 20 pares de folíolos opuestos, de 2 a 5 cm de largo y de 1 a 1,5 cm de ancho, base redondeada y de color verde, las inflorescencias tienen 15 o más flores, de color rosa intenso, las semillas miden de 2 a 4 cm de largo y de 1,5 a 2,5 cm de ancho y la vaina que las contiene puede alcanzar hasta 75 cm de largo (Marcia, 2020).

4.3.1 El fruto del carao (*Cassia grandis*)

Los frutos son rígidos y sólo pueden abrirse aplicando fuerzas mecánicas, en su interior se ven muchos lóbulos separados por tabiques transversales muy delgados de color amarillento. De pulpa de color rojo oscuro, consistencia espesa, olor fuerte, sabor dulce y fácilmente soluble en agua (Marcia, 2020).

4.3.2. Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía del carao (*Cassia grandis*)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopisida
Orden	Fabaceae
Familia	Caesalpinoideae
Sud familia	Cassia
Especie	Grandis
Nombre	Carao

Fuente: (Carles, 2018).

4.3.3. Zonas de Cultivo

Este árbol de carao crece en bosques de campo abierto en elevaciones bajas y se encuentra abundantemente en la región latinoamericana en Brasil, Colombia, México y Cuba (Medina, L.,2023).

4.3.4. Composición Química del polvo de carao (*Cassia grandis*)

Los estudios de caracterización química cuantitativa del polvo seco del fruto de carao mostraron la presencia de triterpenos y esteroides, aceites esenciales, azúcares reductores, aminoácidos, aminos, saponinas, polisacáridos y glucósidos. También se encontraron minerales como potasio, magnesio, cobalto, hierro y níquel. (Fonseca, 2017) Las antraquinonas son un tipo de metabolito muy extendido en el género *Cassia* y se ha informado en todos los órganos de las plantas (Fonseca, 2017).

Tabla 2. Composición química del fruto.

Componente	100/100g de muestra
Ceniza	5.3
Proteína	5.5
Azucars totales	46.5
Azucars reductores	6.9
Solidos solubles	73.5

Fuente: (Carles, 2018).

4.3.5. Bromatología

También podemos mencionar algunos estudios bromatológicos, como valores de humedad para las diferentes partes del fruto estudiado se encuentran en la pulpa, con valores de 26,72% y la parte que presentó menor humedad fue la corteza con solo 8,19%. El contenido de cenizas en el carao es uno de los parámetros bromatológicos más bajos, siendo las semillas las que presentan el mayor valor mineral con un 3,78%.

Entre los parámetros que contribuyen al valor energético del fruto se encuentran los lípidos, carbohidratos y proteínas, la cantidad de lípidos es muy baja, alcanzando el valor en 1,17% para las semillas. Nuevamente la cantidad de proteína es mayor para las semillas con un 10,11% (Marcia, 2021).

Los carbohidratos, incluidas las fibras, son los principales constituyentes del carao, siendo la cáscara con un porcentaje de carbohidratos de 88,01%. Dado el alto porcentaje de carbohidratos que se encuentran en las legumbres, y especialmente en el carao, se pueden utilizar como fuente de alimento no convencional. El porcentaje de carbohidratos que alcanza es de 27,62%. En cuanto al valor energético, la parte del fruto que tiene un aporte importante es la cáscara con 358,26 kcal 100 g⁻¹. Las recomendaciones energéticas diarias de las legumbres rondan las 2.000 kcal 100 g⁻¹ (Marcia, 2021).

4.3.6. El carao como complemento funcional en la adición de alimentos

Diversos estudios validan a nivel global, el potencial funcional y nutracéutico de la C. g, por su contenido de compuesto antioxidante es considerado un preventivo del cáncer. Es considerado un potencial antidiabético y anti anémico, además, por su calidad química puede emplearse en el desarrollo de formulaciones alimenticias (Marcia, 2023).

Los resultados de este estudio determinaron que el fruto de carao puede emplearse como un ingrediente bioactivo por su contenido de macro y micro nutrientes, y su capacidad antioxidante. Es precursor de la vitamina A (retinol) por su contenido de carotenoides. Este fruto contiene 47 moléculas bioactivas del grupo de los flavonoides, que resaltan su potencial uso medicinal en la salud humana. Por su calidad fitoquímica, el carao es considerado como ingrediente potencialmente funcional, que podría ser utilizado en dietas de personas con regímenes especiales de la alimentación. Su uso en células intestinales a nivel in vitro determinó que evita la inflamación y muerte celular, atribuyéndose al descubrimiento de un nuevo potencial efecto farmacéutico (Marcia, 2023).

4.3.7. Potencial uso en aplicaciones farmacológicas, nutricionales y medicinales.

La pulpa de carao que funciona como potencial nutraceutico y como alimento funcional por sus compuestos bioactivos con fines nutricionales, farmacológicos y medicinales otros. Tiene un alto contenido de hierro y vitaminas y su incidencia como potencial alternativo para tratar la anemia ferropénica (Marcía, 2023).

La pulpa de carao, puede emplearse como alimento funcional por sus múltiples beneficiosos. Se ha demostrado que el carao, presenta un su efecto anti anémico, evita el desarrollo del Alzheimer, es un antioxidante por excelencia ayudando a prevenir el cáncer, asimismo, puede combinarse con bacterias ácido lácticas convirtiéndose en un simbiótico potente, aumentando su impacto positivo contra enfermedades gastrointestinales (Marcía, 2023).

4.4. Leche de Cabra

Generalidades:

La leche de cabra se parece en su composición a la leche materna, es sana y nutritiva y es una alternativa válida como sustituto de la humana pues sus valores nutritivos son en gran medida aproximados. Muchas personas a quienes la leche de vaca les provoca reacciones alérgicas, pueden beber leche de cabra sin inconvenientes pues contiene una proteína de diferente tipo (Fernández, 2017).

La leche de cabra es un producto que poco a poco se hace más popular en los mercados mundiales, más allá de las fronteras de aquellos países donde en la actualidad es ya uno de los componentes principales de la dieta de millones de personas; pero para producir una leche de buena calidad, se deben tener en cuenta algunos principios básicos de una explotación pecuaria eficiente, o sea: animales de buena calidad, seleccionando genotipos lecheros, que tengan una alimentación adecuada, buen manejo y salud (Fernández, 2017).

4.4.1. Composición nutricional de la leche de cabra

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que finalmente de la calidad nutricional que tenga el producto, depende en gran medida del rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor (Martínez, 2017).

La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado ovino, bovino y a la leche humana, pero puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medio ambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales (Martínez, 2017). Sin embargo, el estudio de cada componente y el conocimiento de los valores promedio de cada uno de ellos permiten una mejor comprensión:

Tabla 3. Composición promedio de los nutrientes básicos de la leche de cabra

Ácidos gramos	Cabra	
	MIN	MAX
C4:0	1.97	3.44
C6:0	2.03	2.70
C8:0	2.28	3.04
C10:01	0.19	0.38
C12:0	3.87	6.18
C14:0	7.71	11.02
C14:1	0.17	0.20
C15:0	0.46	0.85
C16:0	23.2	34.8
C18:0	5.77	13.02
C18:2(CLA)	0.32	1.17

Fuente: (Obregón, 2021).

4.4.2. Yogurt a base de leche de cabra

Los productos lácteos fermentados juegan un rol clave en la nutrición humana, particularmente el yogurt elaborado a base de leche de cabra, el cual es reconocido por su alto valor nutricional, fácil asimilación de componentes, antioxidantes, propiedades terapéuticas y antitumorales de la leche cabra (Obregón, 2021).

El principio general de los métodos de procesamiento en la leche cabra son los mismos que los utilizados en la leche de vaca, los cuales consisten en la reducción del pH y la actividad del agua para prolongar su vida de anaquel. Así, la leche de cabra puede ser pasteurizada o esterilizada, siendo la pasteurización el método más efectivo y barato para destruir microorganismos sin afectar los nutrientes en la leche, especialmente las proteínas (Obregón, 2021).

El yogurt podrá clasificarse por sus componentes en simple o natural y en saborizado o con fruta, independientemente de su presentación (Díaz, 2016).

4.5. Elaboración de yogur firme

El proceso de fabricación de yogur firme, la leche sembrada en el cultivo se distribuye en los envases. Si en la formulación se incluyen colorantes/ aromatizantes, se añade al envase vacío inmediatamente antes de llenarlo con la leche inoculada, para facilitar su distribución. De esta manera una vez realizado se para a incubar, en la temperatura adecuada (Cueva, 2003).

La temperatura de incubación varía según se aplique el método corto o método largo. El sistema corto consiste en inocular la leche a 40-43°C durante 2.5-4 horas, mientras que la incubación larga se mantiene entre 30-32°C durante 10-12 horas. Cuando la leche alcanza el pH necesario, los envases se enfrían para terminar el proceso de fermentación. El producto resulta una masa semi sólida el producto recibe el nombre de yogurt (Cueva, 2003).

4.5.1. Yogur saborizado

El yogurt saborizado o aromatizado es el producto de la fermentación de la leche entera, descremada o semidescremada, saborizada o aromatizada con productos naturales o sintéticos disponibles en el mercado (Guamán, 2021).

4.6. Definición de pruebas fisicoquímicas

4.6.1. Grados Brix

Los grados Brix se utiliza para determinar la cantidad de azúcares que se encuentran en zumos de fruta o bebidas, etc. Los grados Brix se pueden leer con unos instrumentos de medida llamados refractómetros solo se coloca una gota en el lente y se toma la lectura de la muestra (Taípe, 2020).

4.6.2. Acidez titulable

La acidez para todo tipo de yogur se debe expresar en ácido láctico/100g de producto y debe estar en el rango de 0.6 – 1.5, nos menciona que cuando se elabora yogurt los microorganismos utilizados en esta elaboración se alimentan de sustrato de lactosa que es su principal fuente de nutrientes y de esta manera se logra acidificar la leche por la gran producción de ácido láctico (Taípe, 2020).

4.6.3. pH

El pH del yogur es un aspecto crucial para su calidad y estabilidad. En general, el pH del yogur fresco suele estar en el rango de 4.0 a 4.6. Este nivel de acidez es el resultado de la fermentación láctica llevada a cabo por las bacterias del ácido láctico presentes en la leche (Taípe, 2020)

Tabla 3. Principales requisitos fisicoquímicos del yogurt

Parámetros	Entero	semidescremado	Descremado
Proteína láctica g/100g	$\geq 2,7$	$\geq 2,7$	$\geq 2,7$
Acidez expresada en gramos de ácido láctico por 100 gramos; o	$\geq 0,6$ y $\leq 1,5$	$\geq 0,6$ y $\leq 1,5$	$\geq 0,6$ y $\leq 1,5$
-pH	$\leq 4,6$	$\leq 4,6$	$\leq 4,6$
Materia grasa (%)	≥ 3	$\geq 0,5$ y < 3	$< 0,5$
Suma de microorganismos definidos en el numeral 4.1 (UFC/g)	$\geq 10^7$	$\geq 10^7$	$\geq 10^7$
Microorganismos etiquetados ¹ (UFC/g, en total)	$\geq 10^6$	$\geq 10^6$	$\geq 10^6$

Fuente:(Reglamento Técnico Centroamericano, 2003)

4.7. Características microbiológicas del yogur

Una de las ramas de gran importancia para la industria láctea es la microbiología ya que de esta depende netamente la actividad de los microorganismos y su capacidad para alterar la composición y características de un producto o a la vez por microorganismos que puedan causar enfermedades al consumidor. Por lo que, en la producción de los alimentos se valida la efectividad de los tratamientos que han sido aplicados para disminuir la carga microbiana. Como lo son: El conteo UFC y el recuento de coliformes totales. Para los dos tipos de análisis, se utiliza la técnica Pour Plate o vertido en placa. Estos métodos se describen a continuación:

1. Conteo UFC

Es un método que consiste en realizar diluciones seriadas 1:10 y extender 0.1 mL de cada dilución en una placa; las placas se incuban hasta que las colonias son apreciables para su recuento.

Esta metodología tiene la ventaja de tener un buen límite de detección, sin embargo, consume mucho tiempo durante los plaques; en el caso de realizar el recuento de bacterias a partir de muestras cuya población se desconoce se requiere realizar el extendido de siete diluciones y la muestra original (para cada conteo) lo que significa consumir ocho placas de cultivo y alrededor de 25 minutos para los plaques, sin tomar en consideración repeticiones (Sánchez, 2017).

2. Recuento de coliformes totales

Son Coliformes que fermentan la lactosa con producción de gas a una temperatura de 44 a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2$, de vida libre y se transmiten por malos hábitos de manipulación en los alimentos. En este grupo se incluye el 90% de las colonias de *E. coli* (Ruiz, 2020).

La prueba de Coliformes Fecales positiva indica un 90% de probabilidad de que el Coliformes aislado sea *Escherichia Coli*. Se emplea como un indicador de contaminación fecal en 16 alimentos y por tanto determina si el alimento ha sido manipulado durante todo el proceso en condiciones que aseguren su higiene (Ruiz, 2020).

Método: Vertido en placa (VP) Se inocula 1 mL de cada dilución en 2 placas Petri mediante la siembra en profundidad en Agar Bilis Rojo Violeta, con posterior incubación a 37°C por 24 h, de acuerdo a la metodología estándar sugerida por la norma COVENIN 1086 Las colonias se enumeraron al término del tiempo de incubación, en cuenta colonias tipo Quebec, considerando para el recuento únicamente las placas que tenían entre 1 y 150 colonias. El resultado expresado corresponde al número de unidades formadoras de colonias por mililitro de muestra (UFC.mL) (Ramos, 2020).

4.8. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del ser humano. Este, desde su infancia, y de forma más o menos consistente, acepta o rechaza ciertos alimentos de acuerdo con la sensación de satisfacción que experimenta al observarlos o ingerirlos. De una manera más formal, el análisis sensorial puede definirse como el conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos por uno o más de los sentidos humanos, esto, es con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor (INCAP, 2020).

4.9. Análisis Bromatológico Proximal

El sistema proximal, también llamado Wende de Análisis Proximal, ha sido usado generalmente para la investigación nutricional de los alimentos. Se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno (Henriquez, 2014).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de Investigación

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de investigación de la planta de lácteos de la Facultad de ciencias Tecnológicas, ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura, en el departamento de Olancho en la carretera hacia Dulce Nombre de Culmí, kilómetro 215, Barrió El Espino ciudad de Catacamas, Honduras. Los análisis nutricionales por su parte se llevaron a cabo en el laboratorio de Bromatología CDE - MYPYME región Lenca ubicado en el departamento de la Esperanza, Intibucá, Honduras.



Figura 1. Según las indicaciones de Google Maps, esta es la ubicación del Laboratorio de investigación de la Universidad Nacional de Agricultura.

Fuente: Google Maps. 2024.

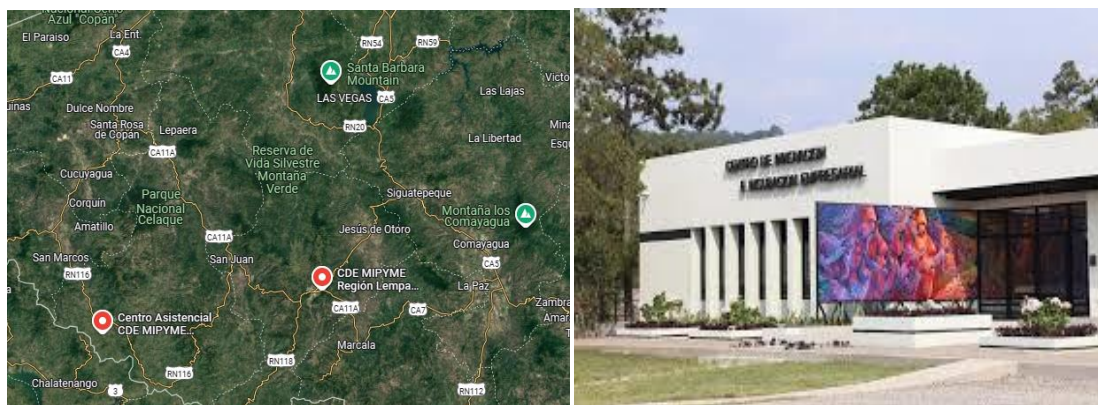


Figura 2. Ubicación Según las indicaciones de Google Maps, esta es la ubicación de CDE MIPYME Región Lempa.

5.2. Materiales y equipo

Materia prima

Se utilizó polvo del fruto de Carao como materia prima, las vainas se recolectaron en el Municipio de Catacamas, Departamento de Olancho en Mayo y Junio del 2024, luego se deshidrataron y posteriormente se elaboró el polvo de dicha legumbre. Para desarrollo de yogur se empleó los pasos de un proceso común de elaboración de yogur comercial, se empleó leche de cabra del establo de las instalaciones de la Hacienda Panal y Miel ubicado en el Municipio de Danlí, Departamento de El Paraíso.

Dentro de los materiales, equipos y reactivos que se utilizaran durante el desarrollo del trabajo profesional supervisado, se pueden mencionar los siguientes (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de materiales para la investigación

Materia prima
Carao
Leche de cabra
Cultivo YC-X11
Azúcar Morena fortifica con Stevia y vitamina A

Chocolate en polvo
Materiales
Probeta
Pipeta volumétrica
Erlenmeyer
Termómetro
Equipos
Estufa marca Whirlpool 30 pulgadas Wfc150mojs
Horno marca Horno tostador Black & Decker TO1760SSLA El
Refractómetro
Balanza Analítica
Computadora portátil
Reactivos
Hidróxido de sodio (CAS 1310-73-2 en lentejas puro EMPLURA)
Fenolftaleína (CAS 77-09-8 indicador ACS, Reag. PH.)
Agua destilada (Adesco, de 5 L)
Fuente: Elaboración Propia.

5.3. Método

El método que se utilizó en la investigación fue descriptivo-cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio. Asimismo, la investigación se realizó entre los meses de mayo-agosto del 2024.

5.4. Metodología de la investigación.

Figura 3. Etapas de la investigación.

El desarrollo de la investigación se realizó en 4 fases experimentales las cuales estarán representadas a continuación:



Fuente: Propia.

En el desarrollo de esta investigación se empleó por medio de cuatro fases experimentales: En la primera fase, se formularon y desarrollaron los tratamientos variando los porcentajes de cada concentración del polvo de carao como materia prima. En la segunda fase se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos, en la tercera fase se desarrolló un análisis sensorial para seleccionar la formulación más aceptada, en la cuarta fase se realizó un análisis nutricional a la muestra con mayor aceptación.

5.4.1. Fase 1. Formulaciones y desarrollo de yogur con carao

A partir de las pruebas piloto elaboradas en la planta de lácteos se determinó las formulaciones que fueron evaluadas por 75 jueces a través de un análisis exploratorio.

Tabla 5. Formulación de yogur con carao

Ingredientes	Control	T1	T2	T3
Leche	1000ml	1000ml	1000ml	1000ml
Azúcar morena fortificada con Stevia	7.0g	7.0g	7.0g	7.0g
Cultivo láctico	0.06g	0.06g	0.06g	0.06g
Carao en polvo	0g	1.5g	3g	4.5g
Chocolate en polvo	40g	40g	40g	40g
Vainilla	1ml	1ml	1ml	1ml

Fuente: Elaboración Propia.

5.4.1.1. Obtención del polvo de carao

1. Selección de los frutos

Se seleccionaron vainas de carao de acuerdo a sus condiciones físicas (sin daños mecánicos) y su estado de madurez según (Geilfus 1989; Rojas & Torres, 2012). Para limpieza de las vainas, se realizó un lavado con abundante agua con el objetivo de eliminar agentes físicos de la corteza, luego fueron secadas a temperatura ambiente.

Posteriormente, la pulpa de carao se extrajo de manera manual evitando de esta manera cualquier tipo de daño que pueda contaminar la vaina (Morón, 2015). Tomar en consideración que, una vez recibidos los frutos, se debe realizar un proceso cuidadoso de selección de los frutos según los estándares de salud, para ello es indispensable seleccionar frutos que se encuentren totalmente cerrados y además que se encuentren en su punto óptimo de maduración, lo cual minimiza la probabilidad de contaminantes externos como hongos, bacterias entre otros.

2. Eliminación de la cascara

Se lleno un recipiente con agua hirviendo y otro con agua a 4°C, luego se colocaron las vainas de carao, primero en agua hirviendo durante 5 minutos y luego en agua fría durante 5 minutos, de esta manera se logra desprender con facilidad la cáscara de la vaina (Morón, 2015).

3. Extracción

Posteriormente, la pulpa de carao se extrajo de manera artesanal evitando cualquier residuo contaminante de la vaina.

4. Deshidratación

Se utilizaron 2 kg de pulpa de carao los cuales se deshidrataron en un horno industrial a una temperatura de 80° C, durante un periodo de tiempo de 2 horas exactas.

5. Macerado

Para la obtención del polvo de carao, se utilizó un molino y mortero para triturar y reducir las partículas del carao deshidratado, para luego reducir el tamaño de partícula mediante una licuadora Nutri bullet 24oz, para pasar a tamizar y caracterizar, permitiéndonos obtener un polvo con características de calidad satisfactoria.

6. Pesado

Una vez que se tamizo la mezcla, se pesó, este dato será utilizado en los porcentajes de la formulación.

7. Empacado

Empacar al vacío para su conservación hasta su uso. Además, que se tomará en consideración los requerimientos básicos de energía diarios en la dieta, tomando de referencia en la formulación de base (Carles, 2018).

5.4.1.2. Proceso de elaboración de yogurt

1. Recepción

Para el desarrollo del yogurt se utilizó leche cruda; Se solicitó el certificado de la leche para verificar su buena calidad para la fabricación del yogurt.

2. Filtrado

Se recolectó la leche y se pasó por un filtro, una tela de tipo gasa para eliminar cualquier tipo de impureza que pueda existir en la leche como por ejemplo pelos, madera, etc.

3. Estandarizado y dosificación

Determinará que la leche de cabra cumpla con los estándares establecidos.

4. Pasteurización

La leche cruda se pasteurizó en ollas de acero inoxidable hasta la temperatura según de 65°C por un tiempo de 30 minutos para que de esta manera se eliminen los microorganismos patógenos y no altere a nuestro producto final.

5. Enfriamiento

Luego de pasteurizar la leche se debe bajar a la temperatura entre 40-45°C, a esta temperatura el cultivo lácteo comienza a desarrollarse de manera óptima y comienza su reproducción.

6. Inoculación del cultivo lácteo.

En esta etapa del proceso es donde se agregó a la leche en el cultivo láctico mixto YC-X11 es un cultivo compuesto por; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, y se incubara a la temperatura de 40-45 °C por 4 horas, mediante baño maría.

7. Almacenamiento

Almacenar el producto en condiciones muy asépticas y libres de olores extraños. Se lleva a refrigeración durante un periodo de 12 horas. Al finalizar se adicionan las concentraciones de polvo de carao de acuerdo con la formulación de la **Tabla 5**.

5.4.2. Fase 2. Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de cada tratamiento.

Una vez que culminado el proceso de elaboración de yogur con adición de carao, se tomaron muestras de cada tratamiento que fue el tratamiento T, T1, T2, T3 con una sustitución porcentual del 0%, 1.5%, 3%, 4.5% de carao. Se analizaron las distintas características físico-químicos para determinar si el producto es apto para el consumo sin consecuencias para el consumidor a continuación se describen las características evaluadas:

5.4.3.1. Características fisicoquímicas

a). **pH:** Para poder medir el pH del yogurt se calibra el pH-metro para obtener datos específicos, Posteriormente se procedió a introducir en la membrana de cristal a las muestras de yogurt con agua destilada en un beaker y de esta manera se obtuvieron los datos del pH de las muestras para hacer una comparación de los niveles pH de las muestras, luego se lavó y desinfecto la membrana del pH-metro con agua destilada.

b). **Acidez titulable:** Se preparan los reactivos el hidróxido de sodio (NaOH) y la fenolftaleína y después utiliza un soporte universal con una bureta de 50 ml donde se colocó la solución titilante. Se tomo 5 ml de yogurt y se colocó en un Beaker para después agregarle 3 gotas de fenolftaleína. Se procedió a la titulación con el NaOH normal del hasta que mostró un cambio de color, después con la cantidad gastada de NaOH, normalidad del NaOH (0.1), peso de la muestra, constante de ácido láctico (0.0908), se utilizó una fórmula de acidez:

Ecuación 1:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(\text{constante del ácido láctico}) (\text{Normalidad NaOH}) (\text{ml utilizado de la muestra titulante})}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

c). **Grados Brix:** Se utilizo un refractómetro digital, para poder determinar los grados brix de cada tratamiento. Para determinar los grados brix se debe calibrar el equipo con agua destilada, colocando una gota en el sensor y ajustando a 0.0 Brix. Luego se debe diluir cada una de las muestras en agua destilada en proporción 1:1 por la concentración del yogurt hasta obtener una solución homogénea, luego se coloca una gota de la mezcla sobre el sensor del refractómetro y se presiona el botón de medición, para obtener el valor de la medición. Este procedimiento fue repetido para cada una de las muestras.

4.4.3.2. Caracterización microbiológica

Para la caracterización microbiológica, se utilizaron 10ml de muestra de yogurt de cada tratamiento. Se llevo a cabo la determinación de coliformes totales mediante la técnica de recuento en placa tradicional. Para preparar la dilución inicial, se utilizó agua peptonada al 1%, elaborada con 1g de peptona disuelto en 1 litro de agua destilada. En cada tratamiento, se dispusieron cuatro frascos Erlenmeyer con dilución inicial y seis tubos de ensayo con 9ml de agua peptonada, para cada tratamiento.

Completado la dilución inicial se procede a tomar una muestra con 1ml para realizar diluciones seriadas. Para luego, agitar los frascos para asegurar una mezcla homogénea que facilite la siembra y posteriormente la lectura de los microorganismos. A partir de la dilución primaria la cual es (10^{-1}), Se transfirió 1ml al primer tubo de ensayo, se repitió el proceso, tomado 1ml de cada dilución y transfiriéndolo al siguiente tubo, hasta alcanzar las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , y 10^{-6} . Cada dilución se mezcló completamente antes de realizar la transferencia siguiente.

Este procedimiento se repitió seis veces para cada tratamiento. Antes de iniciar la siembra en placa. Se procedió a desinfectar el área de trabajo con alcohol al 70% y se encendieron dos mecheros para poder mantener condiciones asépticas y evitar de esta manera cualquier tipo de contaminación a las muestras. Una vez asegurado las condiciones se encuentren libres de contaminantes, se procedió a la siembra en placas 3M Petrifilm para recuento de E. coli y Coliformes, colocando 1000ul de cada dilución en cada placa etiquetada con su respectiva identificación. Después de la siembra de las diluciones, las placas se incubaron a 37°C durante 24 horas para el desarrollo de colonias.

5.4.3. Fase 3. Evaluación sensorial

El objetivo de esta fase, fue poder conocer la respuesta de los consumidores al degustar el yogurt con adición de carao en diferentes porcentajes: 0%, 1.5%, 3%, 4.5%. Las distintas formulaciones del yogurt fueron evaluadas mediante un análisis sensorial a escala piloto, tomando como variables de respuesta las características organolépticas como ser la textura, olor, color, sabor, aceptabilidad general; las cuales fueron evaluadas por 75 jueces afectivos, utilizando una escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 9 la puntuación más alta que podían recibir las formulaciones.

Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de 3 dígitos y fueron presentadas en orden aleatorio a cada evaluador (Aponte, 2020).

5.4.4. Fase 4. Caracterización nutricional.

Se empleo mediante un análisis de laboratorio, donde se determinó su composición nutricional en base al mejor tratamiento determinado mediante evaluación sensorial. Se evaluó mediante un análisis bromatológico proximal de etiquetado. Para determinar la composición química básica del yogurt. Donde se cuantifico los principales componentes nutricionales presentes en una muestra alimenticia, proporcionando una visión integral de su valor nutritivo. A continuación, se describen los componentes que se analizaran en el análisis bromatológico proximal:

1. Energía:

Método de Análisis: 21CRF101.9, Bomba calorimétrica XRY-1A

Fundamento: Para el método calorimétrico se usó la bomba calorimétrica XRY-1A, que consiste en una cámara cerrada inyectada con oxígeno, en cuyo interior se combustiona la muestra de alimento mediante ignición con un conductor eléctrico. La cámara está sumergida en agua a temperatura ambiente y, al combustionar la muestra, provoca un aumento de temperatura del agua circundante. El valor de energía bruta es determinado directamente por el equipo (IKA, s.a.) (Cargua.A, Flores.M, Cua.M, & Flores.E.U, 2019).

2. Grasa Total:

Método de Análisis: Butirómetro nata, helado % grasa: 0 – 80.

Fundamento: El método de Gerber consiste en separar la grasa dentro de un recipiente medidor llamado butirómetro, medir en volumen del indicador en porcentaje de la masa. La grasa reside en la leche en forma de pequeños glóbulos de diferente diámetro, que oscilan entre los 0,1 y 10 micrómetros. Los glóbulos grasos forman una emulsión permanente con un líquido lácteo. Todos los glóbulos de grasa están rodeados por una capa protectora, la membrana de los glóbulos de grasa compuesta por fosfolípidos, proteínas de envoltura de los glóbulos de grasa y agua de hidratación (Töpel, 2017).

La envoltura de los glóbulos de grasa evita la coalescencia de los mismos y estabiliza el estado de emulsionado. La separación completa de la grasa precisa de destrucción de la envoltura protectora de los glóbulos grasos. Ello se lleva a cabo por medio del ácido sulfúrico concentrado entre un 90 % a un 91 % de masa. Los productos de oxidación tiñen la solución resultante color marrón. La grasa liberada de éste forma se separa a continuación por la centrifugación. Añadiendo alcohol amílico se facilita la separación de la fase y, al final, resulta una línea divisora clara entre la grasa y la solución ácida. En la escala de butirómetro se puede leer el contenido en grasa de la leche como contenido de masa en un tanto por ciento (Töpel, 2017).

3. Sodio

Método de Análisis: AOAC 968.08, Conductímetro METER 950

Fundamento: La determinación de sodio en una muestra puede realizarse mediante varios métodos analíticos. Los más comunes son la fotometría de llama y la espectrometría de absorción atómica (AAS), donde la muestra se diluye, se calibra con soluciones estándar y se mide la concentración comparando con una curva de calibración. También se usa la espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), que implica una digestión ácida previa.

El método potenciométrico con electrodo selectivo de iones (ISE) mide el potencial eléctrico de la muestra para determinar la concentración de sodio. Finalmente, el método volumétrico, adecuado para concentraciones altas, involucra una titulación después de precipitar el sodio. La elección del método depende de la precisión requerida y el equipo disponible en el laboratorio. (Díaz, 2017)

4. Carbohidratos Totales:

Método de Análisis: Calculado

Fundamento: El contenido de Carbohidratos Totales se determina por una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma del peso de agua, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas. Para determinar el porcentaje de Carbohidratos Totales se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 2:

$$\% \text{ CT} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Grasa} + \text{Fibra cruda})$$

Fuente: (Ayala & Diaz, 2021)

5. Fibra Total

Método de Análisis: AOAC 985.29, Digestor CXC-06

Fundamento: Consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali del material. La muestra se lava después con etanol, se seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación. Ecuación para determinar fibra cruda. Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones: Ecuación para determinar carbohidratos.

Ecuación 3:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{\text{Pérdida de peso después de la calcinada a } 600^{\circ}\text{C}}{\text{Peso de la muestra en gramos(g)}} * 100$$

Fuente: (Hernández, 2017).

6. Azúcares (simples):

Método de Análisis: OAC 960.52, Polarímetro BK-P1

Fundamento: El método de DuBois et al. Tiene como procedimiento que, a 2 mL de una solución de alimenticia, se agrega 1 mL de una solución de fenol al 5 %; posteriormente, se deben agregar 5 mL de ácido sulfúrico concentrado, realizando el procedimiento rápidamente entre cada una de las adiciones de los reactivos. Se debe asegurar la adición de los reactivos directamente sobre el líquido y no por las paredes del tubo. Los tubos de ensayo se dejan en reposo durante 10 min, seguido de una agitación durante 30 s, y su posterior reposo en un baño de agua a temperatura ambiente durante 20 min. Finalmente, la medición se realiza en el espectrofotómetro utilizando una longitud de onda de 490 nm (López, 2016).

7. Proteínas:

Método de Análisis: AOAC 970.22, Digestor KDN-04C

Fundamento: Este método se divide en tres etapas:

a) Digestión: destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.

b) Destilación: liberación del amoníaco formado, recogiénolo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.

c) El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo. Ecuación para determinar proteína.

Ecuación 4:

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{(\text{mL HCl muestra}) * N \text{ de HCL} * 0.014 * 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

0.014” =” Miliequivalente del nitrógeno. % de proteína cruda = % Nitrógeno x 6.25 (Hernández, 2017).

8. Humedad:

Método de Análisis: AOAC 930.15, Horno convectivo

Fundamento: El método consiste en evaporar, mediante secado, el agua contenida en la muestra, bajo condiciones normalizadas. El objetivo es determinar el contenido de agua disponible, presente en la materia prima por medio de secado de Horno conectivo. En el cual se pesa la muestra en una placa limpia y seca, previamente tarada (10g de muestra) Colocar en horno dos horas y 30 minutos a una temperatura entre 105°C-2°C. Luego pasar al desecador por 30min. y pesar (Hernández, 2017).

9. Cenizas:

Método de Análisis: AOAC 925.51, Mufla

Fundamento: La muestra se incinera en horno de mufla a 550°C, la cuantificación se realizó mediante gravimetría, según método n° 925.51(AOAC,2012). El contenido de cenizas viene dado por la siguiente formula:

Ecuación 5:

$$\frac{\text{g de cenizas}}{100\text{g}} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

Donde m₂= Masa de la capsula + Ceniza (g); m₁= Masa de la capsula (g); m₀=Masa de la muestra (g) (Marangoni, 2017).

5.5. Diseño experimental y Análisis Estadístico

Se realizó un diseño completamente aleatorizado (ADA) donde el factor de estudio fue la concentración de carao en polvo en porcentaje (1.5%, 3%, 4.5%) y una muestra control, la cual no llevo carao en polvo, en un yogurt de leche de cabra. Las variables a evaluar son color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. En total se tendrán cuatro corridas experimentales según los tratamientos de la **(Tabla 6)**. Para el análisis de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) paramétrica, en el programa estadístico de InfoStat versión 2020, con diferencia mínima significativa (LSD) por sus siglas en ingles con un nivel de significancia de 0.05. Correlacionándolo con gráficos de índice de aceptabilidad para cada tratamiento, para verificar si existía diferencia mínima significativa entre los tratamientos. El cual se calculó en la siguiente formula:

$$\text{Indice de aceptabilidad} = \frac{\text{Promedio de cada tratamiento}}{\text{Valor máximo de la escala Hedónica}} \times 100$$

Tabla 4. Tratamientos y factores a estudiar

Tratamientos	Polvo de carao (%)
T	Muestra Control
T1	1.5
T2	3
T3	4.5

Fuente: Elaboración Propia.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Validación porcentual de polvo de carao para la adición en el proceso de elaboración de yogur de leche caprina y evaluación de las características sensoriales de las formulaciones desarrolladas.

El presente estudio nos demuestra que es posible incorporar de manera porcentual carao el polvo en el proceso de elaboración de yogur de leche de cabra, ya que este no mostro diferencia significativa con los porcentajes de carao revelando que su adición mejora la percepción en todos los atributos evaluados en comparación con el control sin carao. El control mostró menores índices de aceptabilidad en todos los atributos, mientras que los tratamientos con carao (1.5%, 3% y 4.5%) lograron índices superiores.

5.2. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogurt

5.2.1. Análisis fisicoquímicos del yogurt

Se realizaron los análisis a los cuatro tratamientos elaborados, con la finalidad de evaluar y comparar los parámetros fisicoquímicos de la muestra para determinas si se encuentra dentro de los rangos aceptables, a continuación, en la **Tabla 4** se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos en cuanto a los análisis fisicoquímicos los cuales son el pH, el porcentaje de acidez y grados Brix° de los tratamientos.

Tabla 4. Análisis fisicoquímicos

Propiedades Fisicoquímicas			
Tratamiento	PH	Acidez	Grados Brix
T	4.16±0.01 ^a	0.99±0.01 ^a	12.6±0.09 ^a
T1	4.51±0.01 ^b	0.82±0.01 ^a	12.7±0.09 ^a
T2	4.53±0.01 ^b	0.83±0.01 ^b	13.5±0.09 ^b
T3	4.59±0.01 ^c	0.91±0.01 ^c	13.9±0.09 ^b

Nota: Medias con letras diferentes, indican diferencias significativas ($p > 0.05$), según la prueba de comparaciones diferencia mínima significativa (LSD). Tratamiento (T): Muestra control, 0 g de carao. Tratamiento (1): yogurt con 1.5g de carao. Tratamiento (2): yogurt con 3g de carao, Tratamiento (3): con 4.5g de carao.

En la **Tabla 4**. Se dan a conocer los parámetros fisicoquímicos de los 4 tratamientos realizados Según el reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.04.79:23 ICS 67.100.10) los valores de Acidez deben estar en un rango igual o mayor a 0.6 y, a la vez, igual o menor a 1.5. Para los parámetros de pH estos tienen que mantenerse en el rango igual o menor a 4,6 encontrados en la **Tabla 3**. Principales requisitos fisicoquímicos del yogurt.

Podemos observar que se encuentran dentro de los requerimientos establecidos entre 4.17-4.53 para el pH y de 0.99-0.92 para la acidez titulable. En cuanto al contenido de los °Brix de los tres tratamientos más la muestra testigo, mostrando los °Brix del tratamiento 1, similar al rango del testigo (12.6 °Brix), se mantienen entre (12.6 – 12.9) a diferencia los tratamientos 2,3 , mostrando un valor de °Brix por encima del testigo, entre un rango de (13.5 – 13.9), mencionando que todas las muestras de yogurt están dentro de lo considerado normal del producto final son de 17-18 °Brix, Según (Caña, 2024).

En el presente estudio, el tratamiento T3 mostro un pH de 4.53, una acidez titulable (TA) de 0.92 y un contenido de solidos solubles de 13.9 °Brix, valores que se alinean parcialmente con los reportados en la investigación ((Medina L. , 2023) donde el pH osciló de 4.5 a 4.55 y la acidez titulable fue de 0.84-0.90, aunque el contenido de solidos solubles se situó en 13.5 °Brix. La diferencia de solidos solubles, es relativamente menor, no representa un incremento sustancial, lo que el aumento puede atribuirse más a variaciones propias de la materia prima y del proceso de fermentación de diferencia en la temperatura y tiempo. Esto sugiere que las condiciones empleadas optimizan los parámetros del producto sin alterar de manera considerable su composición general.

5.2.2. Análisis microbiológicos del yogurt

El análisis microbiológico nos permitió identificara si existía la preconciencia de la bacteria *E. coli* y coliformes totales presentes en las muestras de yogurt. Los resultados fueron satisfactorios ya que no se detectó la presencia de *E. Coli* y la presencia de coliformes totales dentro del rango permitido.

Table 6. Resultados del recuento de unidades formadoras de colonias por gramo de *E. coli* y coliformes totales

<i>E. coli</i>	Coliformes totales
Ausente	< 10 UFC/g

Tabla 7. Referencia del RTCA para criterios microbiológicos del límite permitido de UFC/g para *E. coli* y coliformes totales

1.10 Subgrupo del alimento:			
Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite Máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	A	< 3 NMP/g
Coliformes totales	5	A	10 UFC/g

Fuente:(Reglamento Técnico centroamericano, 2018).

Según datos del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.04.79:23 ICS 67.100.10), presenta en la **Tabla 7**. los límites microbiológicos para E. coli y coliformes totales en alimentos son estrictos: para E. coli, el máximo permitido es <3 NMP/g, mientras que para los coliformes totales es de <10 UFC/g. Estos límites garantizan que los productos alimenticios no presenten riesgos microbiológicos graves, ya que la presencia de E. coli indica contaminación fecal, y los coliformes totales son un indicador general de condiciones de higiene deficientes. En los resultados de la **Tabla 6**, donde E. coli está ausente y los coliformes totales se encuentran por debajo del umbral permitido, el producto cumple con los estándares de seguridad, asegurando su inocuidad para el consumo.

5.2. Evaluaciones sensoriales del yogur

Mediante la aplicación de pruebas sensoriales se recopilaban los datos necesarios para evaluar el nivel de agrado de las diferentes muestras de yogur. Utilizando el programa estadístico InfoStat 2020, se determinó la existencia o ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. La **Tabla 5**. muestra los resultados de la comparación de medias para los atributos sensoriales evaluados, incluyendo color, olor, textura, sabor y aceptación general. El proceso de las evaluaciones sensoriales se presenta en el **Anexo 8**.

Tabla 5. Comparación de medias para atributos sensoriales de los tratamientos de yogurt con adición de carao

Tratamientos	Aroma	Color	Textura	Sabor	Aceptación General
T	4.49±2.31 ^a	4.75±2.73 ^a	4.27±2.16 ^a	4.28±2.44 ^a	4.6±2.39 ^a
T1	6.40±1.80 ^b	6.44±1.96 ^b	5.95±1.85 ^b	5.88±2.22 ^b	6.37±1.81 ^b
T2	6.25±1.81 ^b	6.55±1.94 ^b	6.13±1.81 ^b	5.99±2.08 ^b	6.45±1.76 ^b
T3	6.65±1.89 ^b	6.67±1.99 ^b	6.43±1.88 ^b	6.28±1.81 ^b	6.65±1.73 ^b

Nota: Medias con letras diferentes, indican diferencias significativas ($p > 0.05$), según la prueba de comparaciones diferencia mínima significativa (LSD). Tratamiento (T): Muestra control, 0 g de carao. Tratamiento (1): yogurt con 1.5g de carao. Tratamiento (2): yogurt con 3g de carao, Tratamiento (3): con 4.5g de carao.

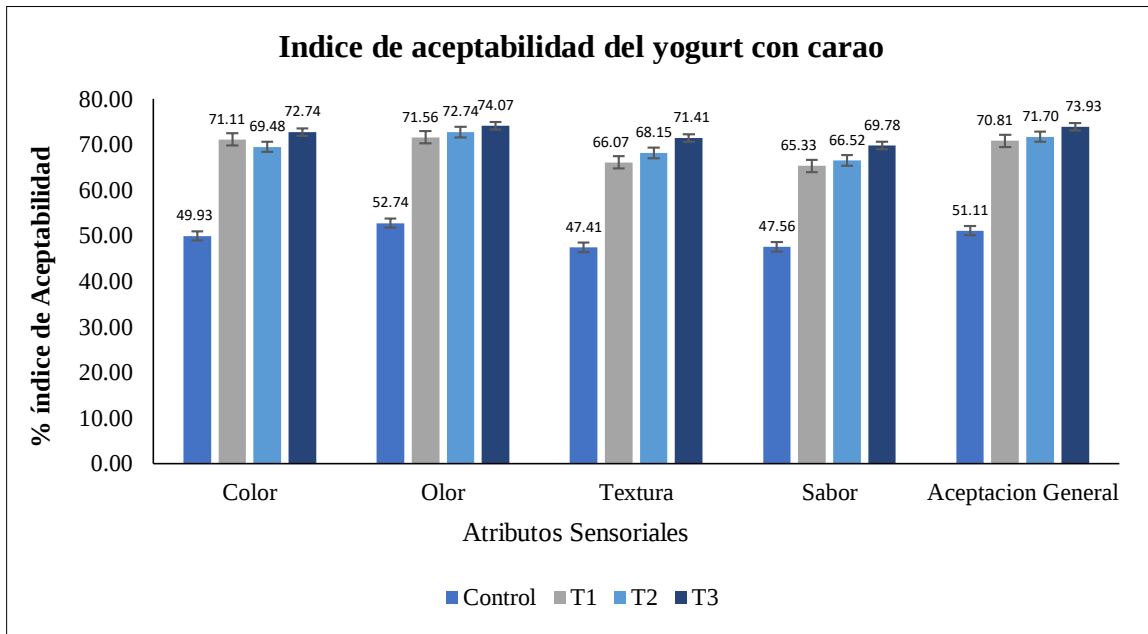
La **Tabla 5** muestra los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, mostrando que no hubo diferencia mínima significativa entre las muestras con adición de carao, el tratamiento control fue consistentemente el menos valorado, con las puntuaciones más bajas en todos los aspectos, particularmente en los atributos de textura con 4.27 y sabor con 4.28. En cuanto a los tratamientos T2, T3 tuvieron resultados significativamente mayores, entre ellos el tratamiento T3 obtuvo con mejor puntuación en la textura con 6.43.

En la **figura 4**. Podemos observar el **T3** con 4.5 % de carao sobresalió con las mejores puntuaciones en textura 6.43, sabor con 6.43 y se aceptación sensorial un nivel de puntuación de 6.65. No hubo diferencias significativas en la aceptación general entre T1, T2, T3, lo que indica que cualquiera de estos tratamientos podría ser una opción viable.

5.3. Índice de aceptabilidad

El índice de aceptación es una media cuantitativa para determinar el nivel de aprobación o aceptación. Modelo o método por parte de un grupo. Este índice se calcula en base a la proporción de respuestas positivas o de conformidad respecto del total de respuestas. El índice de aceptabilidad es basado en la puntuación hedónica para determinar una calificación y se utiliza para categorizar los alimentos o productos alimenticios como aceptables y no aceptables (Huey, 2023).

Figura 4. Índice de aceptabilidad del yogurt con adición de carao



En la **figura 5**. Se presentan los valores del índice de aceptabilidad (IA) donde se calculan las medias de la evaluación sensorial donde se evaluaron los atributos de color, olor, textura, sabor y aceptación general, mediante los resultados obtenidos se observó que los tratamientos (T1, T2, T3) presentaron una mayor aceptabilidad en todos los atributos en comparación con el control.

Destacándose principalmente el T3 con 4.5% de carao, con los cuatro parámetros (72.74%) color, (74.07%) olor, (71.41%) textura, (69.78%) sabor, y su aceptación general (73.93%) con el mayor nivel aceptación en cada categoría evaluada. Esto sugiere que la adición de carao mejora significativamente la percepción sensorial del yogurt de leche caprina.

5.5. Análisis bromatológico Proximal de etiquetado nutricional.

Información de la muestra		
Descripción de la muestra	Yogurt de leche de cabra con carao, sin adición de sal con adición de azúcar. Chocolate en polvo, Vainilla.	
Toma de la muestra	Código de laboratorio M19-LAB-0036	Fecha de recepción:09/09/2024
Temperatura de recepción	Refrigerado	Presentación/ empaque: Empaque provisional para el traslado de muestra, 100 ml

Tabla 6. Resultados de Análisis Nutricional de yogurt

Resultados de Análisis Nutricional			
Análisis	Unidad	Resultados	Método de Análisis
Energía	Kcal/100g	178.19	21CRF101.9, Bomba calorimétrica XRY-1 ^a
Grasa Total	g/100g	4.55	Butirómetro nata, helado % grasa: 0 – 80
Sodio	Mg/100g	193.98	AOAC 968.08, Conductímetro METER 950
Carbohidratos Totales	g/100g	14.14	Calculado
Fibra Total	g/100g	1.36	AOAC 985.29, Digestor CXC-06
Azúcar	g/100g	17.48	AOAC 960.52, Polarímetro BK-P1
Proteína	g/100g	2.01	AOAC 970.22, Digestor KDN-04C
Humedad	%/100g	76.86	AOAC 930.15, Horno convectivo
Cenizas	g/100g	1.09	AOAC 925.51, Mufla

Determinación de kcal=Carbohidratos +Azúcares+ Proteínas + Grasa total+ Fibra Total

Ecuación 6:

Kcal Total=14.14(4kcal) +17.48(4kcal) +2.01(4kcal) +4.55(9kcal) +1.36(2kcal)
=178.19kcal

La cantidad de energía que ha de declararse deberá calcularse utilizando los siguientes factores de conversión según (Codex Alimentarius, 2021):

- Carbohidratos 4 kcal/g
- Proteínas 4 kcal/g
- Grasas 9 kcal/g
- Fibra total 2Kcal/g

Tabla 6. El análisis nutricional del T3 con 4.5% de carao, que obtuvo el mayor índice de aceptación, con los cuatro parámetros (72.74%) color, (74.07%) olor, (71.41%) textura, (69.78%) sabor, y su aceptación general (73.93%). Muestra un perfil equilibrado en sus componentes principales, Energía con 178.19kcal/100g, grasa total (4.55 g/100g), comparando con valores reportados en (Boscá, 2022) con $5,35 \pm 0,0148$ de grasa total, también hay coincidencia con los resultados obtenidos por (Gáleas, 2023) , cuyos valores de grasa (4.23). En relación a los valores de sodio con (193.98 mg/100g) de sodio, en comparación con valores de (Gáleas, 2023) con (149,33Mg) de sodio. Se obtuvo (14.14g/100g) de carbohidratos, incluidos los Azúcares (17.48g/100g).

La fibra total (1.36 g/100g) y proteína (2.01 g/100g). El alto contenido de humedad (76.86%) apoya la hidratación, y las cenizas (1.09 g/100g). En comparación con valores encontrados en (Córdova, 2020) fueron humedad (73.379 a-93.969%), ceniza (0,312 - 0,843%), proteína (1,240 a 3,381), y fibra (0,65 -0,72%). Los minerales que fortalecen la salud ósea y las funciones metabólicas. Estos nutrientes, medidos mediante métodos analíticos específicos, brindan un perfil nutritivo equilibrado, aportando componentes clave para una dieta saludable y el funcionamiento adecuado del organismo.

Tabla 7. observaciones, condiciones de operación referencia de la muestra de yogur con carao

Observaciones:	El factor de conversión para % de proteína FC: 6.25
Condiciones de operación:	Hr: 54%- 55%, Temperatura: 18-22 °C
Referencia:	Official Methods of Analysis, 21st Edition, 2019

Tabla 8. Análisis fisicoquímicos de la muestra para evaluación nutricional

Análisis fisicoquímicos	
PH -21°C	4.26
TDS ppm-Total de solidos Disueltos/ partes por millos	2.10

Figura 5. Etiqueta nutricional de yogur con carao

Cara posterior o opuesta a la cara frontal:
A menudo contiene información más detallada, como instrucciones de uso, advertencias, o ingredientes

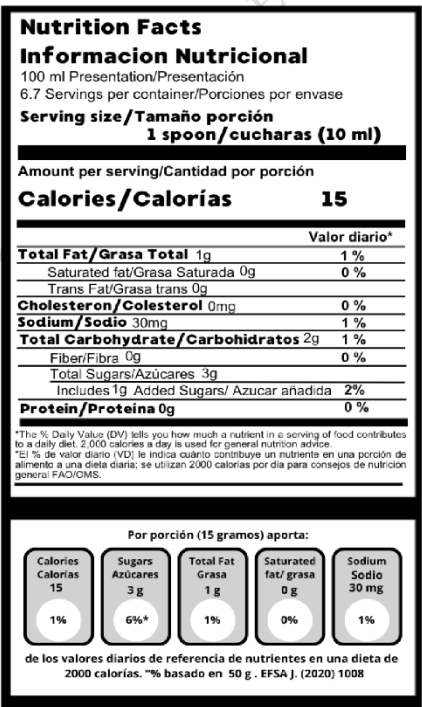
Cara frontal o principal del envase:
Arte del empaque que se muestra de frente al consumidor cuando el producto está en exhibición en una estantería

Etiquetado: Cara posterior

→

Etiquetado: Cara frontal

→






Olga Maribel Tinoco Reyes
Ingeniero Químico Industrial
Laboratorio de Análisis de Alimentos CDE Región Lempa

Los resultados corresponden a la muestra analizada en el laboratorio

Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin aprobación escrita del laboratorio de alimentos CDE MIPYME REGIÓN LEMPA

Nuestro laboratorio opera de acuerdo con los lineamientos de la norma ISO 17025

Salida a Marcala, 200 metros delante de la segunda entrada a Residencial Los Helechos.

V. CONCLUSIONES

La incorporación de polvo en concentraciones de 1.5%, 3%, 4.5% de carao en yogurt de leche de cabra mejo notablemente los atributos, color, olor sabor y textura sensoriales tomando en consideración la formulación que permitió una mejora en la precisión de los sensorial.

Por medio del índice de aceptación se pudo determinar que el tratamiento con mayor aceptación fue el T3 con 73%, los otros valores similares, el T2 con 71% de aceptación y T1 con un 70%.

Los análisis fisicoquímicos demuestran que la adición de carao en polvo no altera las propiedades fisicoquímicas del yogurt con adición de carao.

La formulación del T3 con 4.5% de carao que obtuvo la mejor aceptación general. Mostro un perfil nutricional balanceado, con 178.19kcal/g, 4.55g de grasa, 14.14g de carbohidratos, 1.36g de fibra y 2.01g de proteínas. Estos hallazgos sugieren que el carao no solo se realza la percepción sensorial, sino que también enriquece su valor nutricional, convirtiéndolo en una alternativa más atractiva y saludable para los consumidores.

VI. RECOMENDACIONES

Fomentar la investigación de la adición de concentraciones de polvo de carao para identificar el rango óptimo de aceptación explorando como afecta a los atributos del yogurt.

Realizar estudios de estabilidad y vida útil en el yogurt con polvo de carao para asegurar que las propiedades sensoriales y nutricionales se mantengan a lo largo del tiempo bajo condiciones de almacenamiento adecuadas.

Evaluar la viabilidad comercial considerando preferencias y disposición económica de los consumidores para posicionar el carao como un producto saludable.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agroindustria Europea S.A. (2020). yogurt. Obtenido de <https://agroeuropa.com.co/7.pdf>
- Alcantara, K. O. (2023). Efectividad del consumo de productos alimenticios. 76-83. Obtenido de file:///C:/Users/rudyt/Downloads/Revista+Pediatr%C3%ADca+especializada+N%C2%B03+-+2023_final+con+ORCI_2-34-41+ulyimo.pdf
- Blaco, D. D. (2023). Yogurt a base de leche de cabra: Estudio de caso Lácteos El Jordán. Tunja, Boyacá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/52699/2023dianabuitrago%2cdisyblanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carles, A. (2018). Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la cassia grandis(carao) y su aplicación de una galleta nutricional. Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/3517/Tesis%20final%20Aida%20Carles%20para%20CD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cueva, O. (2003). Elaboración de yogur firme sabor fresa. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7b517165-22c5-4f25-95c7-f4a17dd18574/content>
- Díaz, T. R. (2016). “DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE YOGURT BEBIBLE A BASE DE LECHE DE SOYA CON SABOR CEREZA. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65802/TESIS+YOGURT+15-oct+final-split-merge.pdf;jsessionid=E3BFAC8DC849B8B72C6CC2B7444A1F51?sequence=5>
- FAO. (s.f.). Procesamiento y fortificación de los alimentos. Obtenido de <https://www.fao.org/4/w0073s/w0073s10.htm#:~:text=La%20fortificaci%C3%B>

3n%20de%20los%20alimentos%20ofrece%20una%20estrategia%20importante
%20para,la%20fortificaci%C3%B3n%20con%20estos%20nutrientes.

Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. Revista de Producción Animal. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt

Fon, F. V. (2019). Analisis proximal de alimentos.

Fonseca, C. G. (2017). Evaluación anti-anémica de extractos y fracciones de: Smilax domingenses,. León . Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6733/1/239252.pdf>

Guamán, M. (2021). Yogurt tipo I con una sustitución parcial utilizando leche de coco (Cocus nucifera L.). Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15549/1/27T00502.pdf>

H. Obregón J. Rivas, J. T. (2021). Elaboración de dos Yogurt a base de leche caprina, saborizado con mermelada de fresa utilizando como medios fermentadores bacterias ácido lácticas y yogurt natural en planta de proceso Mauricio Díaz Müller. Leon. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9419/1/250272.pdf>

Hellmuth, N. (2023). Helpful Medicinal Plant Native. Obtenido de <https://flaar-mesoamerica.org/wp-content/uploads/2023/06/Medicinal-Plant-Native-to-the-Reserva-de-la-Biosfera-Maya-RBM-Cassia-grandis-Bucutz-FLAAR-Report-NH-Apr-2023.pdf>

Henririquez, F. (2014). COMPARACION DE LA CALIDAD CULINARIA Y DEL ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL DE LA ESPECIE Phaseolus vulgaris L. (FRIJOL COMUN) VARIEDAD CHAPARRASTIQUE Y LA IMPORTADA DE CHINA. San salvador. Obtenido de <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/5611/1/16103422.pdf>

INCAP. (2020). Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos. Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>

INCAP. (2023). Alimentos Fortificados. Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/alimentos-fortificados4>

J.Macias, J. R. (2023). El Carao (Cassia Grandis) un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica.

Marcia. (2020). Quantification of Bioactive Molecules, Minerals and Bromatological Analysis in Carao (Cassia grandis). Journal of Agricultural Science. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376354797_El_Carao_Cassia_Grandis_un_novedoso_ingrediente_funcional_para_la_industria_alimentaria_y_farmaceutica

Marcia. (2021). Cuantificación de Moléculas Bioactivas, Minerales y Bromatológicas Análisis en Carao (Cassia grandis). Revista de Ciencias Agrícolas. Obtenido de <file:///C:/Users/rudyt/Downloads/5e44c21771522.pdf>

Marcia. (Agosto de 2023). Los resultados de este estudio determinaron que el fruto de carao puede emplearse como un ingrediente bioactivo por su contenido de macro y micro nutrientes, y su capacidad antioxidante. Es precursor de la vitamina A (retinol) por su contenido de. INNOVARE, 1. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376354797_El_Carao_Cassia_Grandis_un_novedoso_ingrediente_funcional_para_la_industria_alimentaria_y_farmaceutica

Marcia, J. (Diciembre de 2023). El Carao (Cassia Grandis) un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica. Researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376354797_El_Carao_Cassia_Grandis_un_novedoso_ingrediente_funcional_para_la_industria_alimentaria_y_farmaceutica

Marcía, J. J. (Agosto de 2023). Alimentos Autóctonos; Contribución de los Pueblos Ancestrales y Afrodescendientes a la Gastronomía de Honduras. Cienlatina. Obtenido de

[https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8041/12177#:~:text=Mistela%20de%20Carao,%2C%20y%20otros%2C%202021\).](https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8041/12177#:~:text=Mistela%20de%20Carao,%2C%20y%20otros%2C%202021).)

Martínez, Y. V. (2017). ELABORACION DE QUESO FRESCO Y RICOTTA UTILIZANDO COMO. León. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6806/1/240053.pdf>

Medina. (2023). Effects of carao (Cassia grandis L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. LWT - Ciencia y tecnología de los alimentos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/371258659_Effects_of_carao_Cassia_grandis_L_on_physico-chemical_microbiological_and_rheological_characteristics_of_yogurt

Medina, L. . (2023). Effects of carao (Cassia grandis L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. LWT - Food Science and Technology. Obtenido de [file:///C:/Users/rudyt/Downloads/1-s2.0-S002364382300470X-main1%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/rudyt/Downloads/1-s2.0-S002364382300470X-main1%20(3).pdf)

Moreno, C. G. (2019). DEFINICIÓN DEL PROBLEMA PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO RELACIONADO CON PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIENTES EN COLOMBIA. Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/alimentos-fortificados4>

Morón, L. C. (2015). Obtención de un Sustituto de Chocolate tipo-Pasta usando. 39-44. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v26n6/art06.pdf>

Obregón, H. R. (2021). Elaboración de dos Yogurt a base de leche caprina, saborizado con mermelada de fresa utilizando como medios fermentadores bacterias ácido lácticas y yogurt natural en planta de proceso Mauricio Díaz Müller. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9419/1/250272.pdf>

Ramírez, R. V. (2020). La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional. Espacios, Espacios, 41(45), 319-328. Obtenido de <https://w.revistaespacios.com/a20v41n45/a20v41n45p25.pdf>

- Ramos, W. F. (2020). Comparación de tres métodos para la determinación de coliformes totales en canales de pollos provenientes de una planta beneficiadora en el estado Carabobo, Venezuela. 1-8. Obtenido de <http://publicaciones.inia.gob.ve/index.php/zootecniatropical/article/view/374/409>
- Rodríguez, R. (2020). Evaluación de Coliformes totales y Escherichia. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4124/1/tnq03r692.pdf>
- Rodríguez, S. D. (Septiembre de 2021). Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de bebidas fermentadas (yogurt). Ambato - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33641/1/AL%20800.pdf>
- Ruiz, R. R. (2020). Evaluación de Coliformes totales y Escherichia coli en superficies de contacto, Salmonella sp. en carne de res, en el primer y tercer trimestre del 2018, establecimiento #2. Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4124/1/tnq03r692.pdf>
- SAN. (2023). Panorama de la seguridad alimentaria en Honduras:Datos, estadísticas y desafíos . Seguridad alimenticia y nutricional . Obtenido de <https://asonog.hn/wp-content/uploads/2023/05/Boletin-SAN.pdf>
- Sánchez, E. (2017). Simulación y Conteo de Unidades Formadoras de Colonias. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5122/512253717006/html/>
- Taipe Ruiz, B. R. (2022). . Efecto del consumo del extracto acuoso de Petroselinum sativum (perejil) y Moringa oleífera (moringa) sobre la capacidad antioxidante y la anemia inducida en ratas.
- Taípe, L. (2020). Evaluación del efecto de la adición de jalea de sábila (Aloe vera barbadensis) sobre las características Fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogurt. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, LIMA – PERÚ. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7100/meza_tl.pdf?sequence=1

Topel, A. (2017), LA BUTIROMETRÍA SEGÚN GERBER, Catalogo de laboratorio de análisis para lácteos. Obtenido de: <https://quios.com.co/wp-content/uploads/2017/07/BUTIROMETRO-PARA-LECHE-FT.pdf>

Ayala, Nuñez, S.; Diaz, Paucar, V.G. (2021) Practica de carbohidratos Totales, Laboratorio de Análisis de Alimentos. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/575495314/PRACTICA-N-07-Calculo-de-Carbohidratos-Totales>

Marangoni J. L.; & Alves, R. M. V. O. (2017). Chips de batata-doce biofortificada: desenvolvimento do produto e estudo de estabilidade em diferentes sistemas de embalagem. Obtenido de: <http://repositorio.ital.sp.gov.br/jspui/handle/123456789/738>

Cañar, Pineda, M.; García, Valladares, P.; Jaramillo, M. B.; Rivera, Toapant, E. A.; (2014), Elaboración de yogur con sabor a chocolate Y café, Saludable y sostenible con materias primas de La Maná, obtenido de: 10.26820/recimundo/8. (especial). pag.172-177

Codex Alimentarius (2021), Directrices sobre Etiquetado nutricional, Obtenido de: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B2-1985%252FCXG_002s.pdf

Boscán, Huerta, M. A., González, Portill, A., Díaz Borrego, L., (2023) Características fisicoquímicas y organolépticas de productos elaborados con leche de cabra en la región zuliana, pág. (33 – 45), Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/378477108_Caracteristicas_fisicoquimicas_y_organolepticas_de_productos_elaborados_con_leche_de_cabra_en_la_region_zuliana

Galeas, K. V, (2023), Desarrollo de un producto probiótico liofilizado a base de leche de cabra, en la universidad estatal de bolívar, pág. (1-80) Obtenido de: <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5eec9add-5940-4dd3-9eec-fc7797498e18/content>

Córdova, Culqui, M.E, (2020), Determinación del perfil lipídico en yogurt de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua. Optenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ca152d54-0271-4fe5-b79b-31f7ee9cdf42/content>