

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE UN YOGUR COMERCIAL ENRIQUECIDO CON EXTRACTO DE
CAÑA FÍSTULA (*Cassia fistula*)**

POR:

DANIELA SARAHÍ GARCÍA ESPINAL

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

EVALUACIÓN DE UN YOGUR COMERCIAL ENRIQUECIDO CON EXTRACTO DE
CAÑA FÍSTULA (*Cassia fistula*)

POR:

DANIELA SARAHÍ GARCÍA ESPINAL

JHUNIOR ABRAHAN MARCÍA FUENTES

ASESOR PRINCIPAL

ANTEPROYECTO DE TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO
PREVIO A LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	1
2.1 Objetivos generales	1
2.2 Objetivos específicos.....	1
III. HIPÓTESIS.....	3
3.1. Hipótesis nula.....	3
3.2. Hipótesis alternativa.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Estadísticas de consumidores habituales de lácteos	4
4.2. Leches fermentadas	5
4.3. Yogur	6
4.3.1. Historia del Yogur	6
4.3.2. Composición Nutricional del yogur.....	7
4.3.3. Propiedades del Yogur	7
4.4. Antecedentes de la Caña fistula.....	9
4.4.1. Caña fístula	10
4.4.2. Natividad	10
4.4.3. Usos comunes	10
4.4.4. Clasificación taxonómica	11
4.5. Propiedades bioactivas	11
4.6. Fitoquímicos.....	12
4.7. Análisis sensorial.....	13
4.7.1. Análisis sensorial con pruebas degustativas	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1. Ubicación del sitio de investigación.....	15
5.2. Materiales y equipos para la investigación	16
5.4. Método	17
5.5 Metodología	17
5.5.1. Secado y molienda de la materia prima caña fístula	18
5.6. Extracción de pigmentos de carotenoides en la harina de caña fístula	18
5.6.1. Determinación de carotenoides en la harina de caña fístula	19

5.7. Incorporación de caña fistula al yogur natural	19
5.8. Análisis fisicoquímicos	20
5.9. Evaluación de compuestos fenólicos.....	21
5.9.1. Extracción de fenol.....	21
5.9.2. Cuantificación de fenoles totales	21
5.10. Evaluación sensorial del yogur enriquecido.....	22
5.10.1. Método de servido	22
5.11. Análisis estadístico	23
VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	25
VII.PRESUPUESTO	26
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	27

I. INTRODUCCIÓN

En medio siglo, el yogur pasó de ser un alimento sano a un fenómeno de mercado masivo mundial, desencadenó una revolución de alimentos funcionales y se convirtió en una industria multimillonaria, el yogur es quizás la historia de valor agregado más exitosa, pues sencillamente es leche procesada que se vende a un precio más alto (Biswas, 2010).

El yogur es uno de los alimentos más populares del mundo, con un consumo estimado de 24.5 millones de toneladas en 2022, la industria del yogur está en constante evolución gracias a las tecnologías que se desarrollan constantemente para mejorar la calidad y la eficiencia de la producción (The Food Tech, 2023). Donde ahora el mercado de yogur alcanzó un valor de USD 49,80 mil millones en el año 2023. Se estima que el mercado crecerá a una tasa de crecimiento anual compuesta del 5,4% entre 2024 y 2032, para alcanzar un valor de 79,95 mil millones de USD en 2032 (EMR, 2024).

La presente investigación tiene como objetivo enriquecer un yogur natural comercial con extracto de harina de caña fístula, para lograrlo, se realizarán estudios que evaluarán las propiedades fisicoquímicas, carotenoides y los compuestos fenólicos del producto, incorporando al yogur natural extracto de caña fístula en concentraciones del 1%, 5% y 10%, junto con un control sin adición. Se empleará un diseño de bloques completamente balanceado. Este enfoque permitirá medir diversos parámetros y evaluar el impacto del extracto de caña fístula en las propiedades del yogur, donde se busca también determinar si la adición de caña fístula puede mejorar lo que es la calidad del yogur.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

- Evaluar un yogur comercial enriquecido con caña fistula (*Cassia fistula*) analizando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la composición fitoquímica de la caña fistula a partir de análisis instrumental
- Optimizar las formulaciones con la adición de caña fistula en un yogur a partir de análisis sensoriales en consumidores a escala de laboratorio
- Caracterizar la composición química nutricional del yogur con mayor aceptación a partir de análisis instrumental.

.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis nula

La adición de caña fistula en concentraciones del 1% al 10% no produce mejoras significativas en las propiedades fisicoquímicas, evaluación fenólica y evaluación sensorial del yogur natural en comparación con el yogur sin adición.

3.2. Hipótesis alternativa

La adición de caña fistula en concentraciones del 1% al 10% mejora las propiedades fisicoquímicas y evaluación fenólica del yogur natural

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Estadísticas de consumidores habituales de lácteos

Los productos lácteos desempeñan un papel importante en la nutrición humana y así lo confirma el siguiente mapa, elaborado con datos extraídos de la macroencuesta *Statista Consumer Insights*, pues en casi todos los 54 países analizados, la mayoría de la población consume regularmente productos lácteos como la leche, el yogur y el queso, en España, el 71% de los encuestados lo hace, en Argentina, por su parte, esta proporción es del 72%, mientras que en Brasil es algo inferior, esto es, del 59% (Roa Mónica, 2023)

Aunque sus virtudes y su grado de salubridad suelen ser objeto de debate, la leche y sus derivados son una fuente importante de proteínas, vitaminas y calcio, si bien ni mucho menos la única. Además, la leche también es un alimento controvertido desde el punto de vista de la sostenibilidad y del bienestar animal, ya que las vacas modernas se han convertido en auténticas máquinas de producir leche. En 1960, una vaca lechera producía 3.395 litros de leche al año, mientras que en 2020 la cifra era de casi 8.500 (Roa Mónica, 2023)



Figure 1. Porcentaje de encuestados que consumen habitualmente productos lácteos

Fuente: (Roa Mónica, 2023).

4.2. Leches fermentadas

La leche fermentada es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente después de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables (Codex Alimentarius, 2022).

4.3. Yogur

Producto lácteo obtenido mediante reducción por evaporación y fermentación bacteriana de la leche (Real Academia Española, 2023). El yogur es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leches pasteurizadas enteras, parcialmente descremadas o descremadas, leches en polvo enteras, parcialmente descremadas o descremadas o una mezcla de estos productos (RSA, 2013).

Asimismo, se podrán añadir aditivos alimentarios autorizados: aromatizantes, colorantes, estabilizantes y como preservante ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio, cuya dosis máxima será de 500 mg/kg, expresada como ácido sórbico, y cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico. Los microorganismos lácticos presentes en el producto final deberán ser viables y en cantidad superior a 10⁶ UFC/g (RSA, 2013).

4.3.1. Historia del Yogur

El surgimiento de las leches fermentadas debe haber sido accidental, vinculado a los cueros de estómago de camello muy utilizados, se sitúa en Medio Oriente, una región que comprende los territorios actuales de Egipto, Israel, Jordania, Líbano, Siria, Turquía, Iraq, Irán, Kuwait, Arabia Saudita, Omán, Yemen, Qatar y los Emiratos Árabes, el surgimiento de las primeras leches fermentadas probablemente se deba al transporte de la leche en receptáculos como el estómago de camello, donde la leche entra en contacto con los jugos gástricos del animal, se cree que hubo fermentación accidental con leche que quedó en almacenamiento, especialmente en invierno (Weill *et al.*, 2017).

La historia más frecuente es la combinación de un transporte hecho en estómagos de animales, lo que permitió verificar que era una forma de conservación de la leche por mucho más tiempo. En este sentido, se asegura que la aparición del yogur se produjo en los desiertos de Turquía un territorio lindante con Medio Oriente, a partir de leche fresca almacenada en bolsas de piel de cabra. Se dice que los sacos se colocaban atados a los flancos del camello, y el calor de su cuerpo podría haber sido una condición óptima para la multiplicación de bacterias ácidas, que convertían la leche en yogur (Weill *et al.*, 2017).

4.3.2. Composición Nutricional del yogur

Aunque el yogur sea conocido principalmente por su elevado contenido en calcio (Ca), también es importante destacar que aporta una considerable cantidad de macro y micronutrientes más allá del Ca (Babio *et al.*, 2017).

4.3.3. Propiedades del Yogur

Hidratos de carbono

Presenta varios tipos de azúcares, como glucosa, galactosa y fructosa, pero la protagonista es la lactosa, actualmente tan controversial debido a los problemas gastrointestinales que provoca su acumulación al no ser degradada en monosacáridos para su absorción, pero sin embargo, en el yogur las cantidades de lactosa son aproximadamente 30% menores que en una porción de leche (200mL), ya que las bacterias presentes, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, son capaces de fermentar la lactosa y transformarla en ácido láctico, donde el ácido láctico a quien se le atribuyen las características propias del yogur, como su consistencia, acidez y sabor (Babio *et al.*, 2017).

El yogur contiene diferentes tipos de hidratos de carbono, principalmente en forma de lactosa, parte de este contenido está parcialmente hidrolizado, dado que es utilizado por los microorganismos como sustrato energético, por esta razón, existen evidencias científicas que indican que la ingesta de yogur mejora la digestión de la lactosa y los síntomas característicos de la intolerancia a la misma. Se ha demostrado que, en pacientes con intolerancia a la lactosa, el consumo de yogur disminuye los niveles de hidrógeno espirado después de una sobrecarga con lactosa, por el contrario, en sujetos no intolerantes no se han observado diferencias significativas (Babio *et al.*, 2017).

Proteínas

El yogur contiene una elevada cantidad de proteínas de alto valor biológico, diferentes tipos de caseínas (α , κ , β y γ), proteínas de lactosuero, principalmente α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas, enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasas y metal o proteínas como la transferrina, la ceruloplasmina y la lactoferrina; las proteínas del yogur se consideran de elevada digestibilidad debido a la acción de diferentes bacterias proteolíticas que actúan durante el proceso de formación del producto, liberando péptidos y aminoácidos; durante los últimos años, los péptidos que forman parte del yogur han sido de gran interés a nivel científico por sus propiedades antihipertensivas, antimicrobianas, inmunomoduladores, hipolipemiantes y una importante relación sobre la prevención de acumulación de grasa a nivel central (Babio *et al.*, 2017).

Lípidos

La cantidad de lípidos que contiene el yogur dependerá del tipo de leche (leche entera, leche desnatada) que se use en su proceso de fabricación, un yogur natural tiene alrededor de un 2.3 % de grasa en total (1.5 % de grasas saturadas), mientras que un yogur de estilo griego puede tener hasta un 9 % de lípidos en total (6.2 % de grasas saturadas) y más de la mitad de las grasas que contiene el yogur son grasas saturadas y, en su mayoría, se trata de ácidos grasos saturados de cadena larga, que suelen asociarse a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV), en el caso de yogur, sin embargo, según diversos estudios, los ácidos grasos de cadena larga no repercuten en el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Yogurt Nutrition, 2024).

Vitaminas y minerales

Este alimento también es rico en vitamina B12, una sustancia que se le atribuye ayudar en la prevención de enfermedades cardiacas, además de fósforo y potasio, sustancias que refuerzan el sistema inmunológico (Montagud, 2021).

4.4. Antecedentes de la Caña fistula

Hay muchas especies de *Cassia* en todo el mundo que se utilizan en sistemas de medicina herbaria. La fistula de *Cassia* no es excepción, a menudo se utiliza como un laxante moderado muy eficaz y seguro incluso para los niños. Sin embargo, en gran medida En dosis altas, las hojas y la corteza pueden provocar vómitos, náuseas, dolor abdominal y calambres. La fistula de *Cassia* también es empleado como remedio para tumores de abdomen, glándulas, hígado, estómago y garganta, para quemaduras, cáncer, estreñimiento, convulsiones, delirio, diarrea, disuria, epilepsia, grava, hematuria, granos y tumores glandulares (Pawar *et al.*, 2017).

4.4.1. Caña fístula

Árbol de entre 10 a 15 m de altura y hasta 45 cm de diámetro, caducifolio, corteza lisa, gris o castaño rojiza, escamosa, ramillas color verde oscuro, cubiertas de pelillos. Hojas grandes paripinadas, de 15 a 30 cm de largo, flores color amarillo dorado, que forman racimos largos y colgantes, vainas de 37.5 a 60 cm de longitud y 1.0 a 2.5 cm de diámetro, cilíndricas, negruzcas (Grijalva Alfredo, 2014).

4.4.2. Natividad

Es una planta nativa de Egipto, Oriente Medio y zonas cálidas de Asia desde el sur de Pakistán al este a través de la India a Myanmar y el sur de Sri Lanka; cultivada como ornamental en la región del Pacífico y Central (Grijalva Alfredo, 2014).

4.4.3. Usos comunes

Cultivada como ornamental por sus numerosas y vistosas flores amarillas y sus frutos son usados en medicina como purgativo, en nuestro medio se usa como purgante suave, especialmente para los niños, personas débiles y gente de edad, además, se le usaba para tratar la calentura, la tos, para purificar la sangre y la debilidad en general y tradicionalmente se usa también para el tratamiento del estreñimiento y la indigestión y en donde las flores y hojas frescas o secas son comestibles; la corteza se usa para curtiembre; la madera es dura y pesada, se usa para carpintería, ebanistería, postes y construcción y la cocción de una cuarta de la raíz, se toma en caso de mordedura de víbora (Grijalva Alfredo, 2014).

4.4.4. Clasificación taxonómica

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la caña fistula

Nombre científico	<i>Cassia fistula</i>
Nombre común	Caña fistula, Lluvia de oro
Reino	Plantae
Familia	Fabaceae - Caesalpinaceae
Origen	Exótica

Fuente: (Rojas Freddy & Torres Gustavo, 2015).

El nombre del género procede del griego Kassia, denominación antigua ya utilizada por Dioscórides y Plinio para la corteza aromática de *Cinnamomum cassia* y quizás de otras plantas con similares propiedades mientras que el epíteto específico fistula procede del latín fistulae que significa caño o tubo, en alusión a sus frutos (Sánchez José, 2015).

4.5. Propiedades bioactivas

Los compuestos bioactivos son componentes menores de los alimentos que afectan al organismo humano como sistema biológico, órgano, tejido o célula, ya que se aplican en medicina y aplicaciones farmacológicas, el consumo de estos fitoquímicos como fitoesteroles, ácidos grasos, carotenoides, péptidos, no provitamina A y polifenoles pueden tratar y prevenir un agente antidiabético debido a su efecto inhibidor de la tripsina. Estudios in vivo, la pulpa de fruta mostró una reducción en los niveles de glucosa en sangre (Marcía-Fuentes *et al.*, 2021).

Las propiedades bioactivas que se han asociado a los compuestos fenólicos son muy diversas, incluidos anticancerígenos, antiinflamatorios, antihipertensivos y características estrogénicas. Además, pueden ejercer efectos potencialmente beneficiosos contra las enfermedades cardiovasculares (Marcía-Fuentes *et al.*, 2021).

4.6. Fitoquímicos

Las pulpas de vainas de caña fistula tienen fitoquímicos como la pectina. y tanino. La pectina y el tanino contienen ácido butírico, senósidos A y B, glucósido, ácido fórmico, barbaloina, glucósidos de antraquinona y ácido oxálico, semillas produjo galactomanano y aminoácidos sin azúcar etc. Flor de caña fistula producida biantraquinona glucósido, llamado fistula. Los frutos de C. fistula son los Alta fuente de buena cantidad de aminoácidos (Fuentes *et al.*, 2020).

Además, para liberar la proteína, las hojas también generan senósidos A y B. Alcaloides, terpenoides, reductores. azúcares, taninos, saponinas, carbonilo, flobatanina y los esteroides se encuentran en los resultados; se le atribuyen efectos laxantes y purgantes a la planta. a una clase de sustancias químicas bien investigadas conocidas como antraquinonas, las antraquinonas forman parte del crudo. proteínas, grasas brutas, fibra bruta y carbohidratos, la composición de las semillas incluye carbohidratos crudos. proteína, grasa cruda, fibra cruda y antraquinonas (Fuentes *et al.*, 2020).

4.7. Análisis sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”, el análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (UPAEP *et al.*, 2014)

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume; es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (UPAEP *et al.*, 2014)

También es considera simplemente como el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos; la palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido, para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (UPAEP *et al.*, 2014)

4.7.1. Análisis sensorial con pruebas degustativas

El análisis sensorial a través de pruebas degustativas es un proceso intrínseco en los seres humanos, desde el momento en que una persona experimenta un alimento, comienza a formular juicios subjetivos sobre él, determinando si es de su agrado o no, además, describe las características distintivas del producto, como el sabor, aroma y textura y estas pruebas son una herramienta fundamental en la industria alimentaria, cada vez más implementada para evaluar la aceptación del consumidor, sin embargo, es crucial manejarlas con precisión y objetividad, ya que un uso inadecuado puede introducir un sesgo significativo en los resultados, afectando la fiabilidad de la evaluación sensorial (Cárdenas Norma *et al.*, 2018).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del sitio de investigación

El estudio se llevará a cabo en el municipio de Palmira del departamento del Valle del Cauca (Colombia), en los laboratorios de Tecnología de Frutas y Hortalizas en la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Municipio localizado en la región sur del departamento del Valle del Cauca a 1.001 msnm y con una temperatura media de 23°C. Su cabecera está situada a 3° 31' 48" de latitud norte y 76° 81' 13" de longitud oeste.

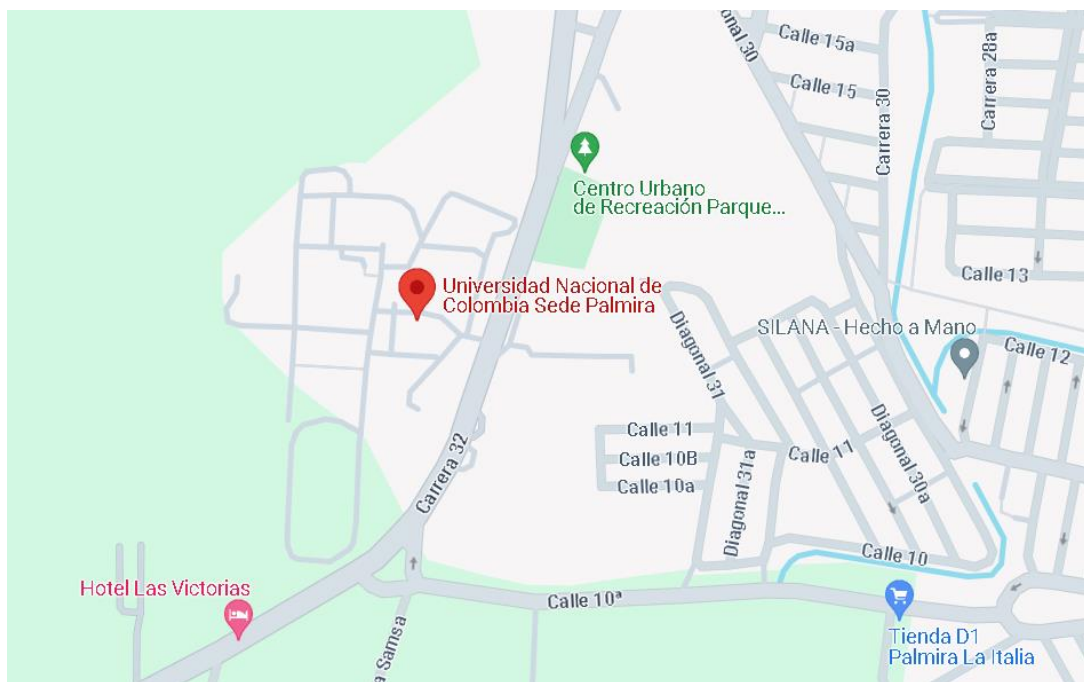


Figure 2. Ubicación de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira

Fuente:(Google Maps, 2024).

5.2. Materiales y equipos para la investigación

Para el desarrollo de la investigación se hará uso de diferentes materiales y equipos los cuales se describirán a continuación.

Tabla 2. Materia y equipos

Materia prima	Descripción
Caña fístula	1 lb, Obtenida en La Paz, La Paz, departamento suroccidental en Honduras
Yogur comercial	3 unidades, Marca Alpina (1000 ml)
Vestimenta de Laboratorio	-
Gabacha	De tela
Redecilla de cabello	5 unidades
Mascarilla	20 unidades
Guantes	60 pares
Materiales de Laboratorio	-
Termómetro	1 unidad, marca Cole-Parmer
Matraz	3 unidades, material de vidrio
Bureta	1 unidad, marca Marienfeld 50ml, material de vidrio
Tubos de ensayo	3 unidades, marca Konohan
Reactivos (Uso de laboratorio)	-
Hidróxido de sodio NaOH	1 unidad, marca Merk 500g
Indicador fenolftaleína	1 unidad, marca Merk 100g
Agua destilada	1 unidad, 1000ml
Equipos	-
Balanza analítica	1 unidad, marca Acculab VI-10kg, Estados Unidos
Balanza de humedad	1 unidad, marca Baxtran 120g, España

pH-metro	1 unidad, marca OHAUS, Estados Unidos
Refractómetro	1 unidad, marca Extech Instruments, Estados Unidos
Espectrofotómetro	1 unidad, marca GBPI, España
Horno de laboratorio	1 unidad, marca FDM 10°C -300°C

Fuente: Propia.

5.4. Método

Para realización de esta investigación se llevará a cabo un método experimental y se basará en la experimentación, la formulación de pruebas y la modificación de hipótesis (Investigación Científica, 2020). En donde la investigación se hará entre los meses de mayo a agosto del año 2024.

5.5 Metodología

En el desarrollo de esta investigación se implementará por medio de cuatro fases experimentales: En la primera fase, se secará y molera la caña fistula, se hará la extracción de pigmentos de carotenoides y determinación de fenoles en la harina de caña fistula como materia prima, en la segunda fase se realizarán análisis físico-químicos a través de las diferentes concentraciones de harina (1%, 5%, 10%), que se añadirán al yogur natural comercial determinando el pH, acidez, °Bx, y color. La tercera fase se desarrollará un análisis sensorial para seleccionar la formulación más aceptada, y en la cuarta fase se realizará un análisis estadístico con un Diseño de Bloques Completamente Balanceado (DBCB).

5.5.1. Secado y molienda de la materia prima caña fístula

La cáscara, las semillas y la pulpa de la caña fístula serán separadas de manera manual y posteriormente se llevará la pulpa de la caña fístula a un horno donde expondremos de forma directa a aire caliente a una temperatura de 40°-50° C por 7 horas, hasta lograr que se infle su piel y se vuelva poroso, este método servirá para la deshidratación de alimentos, aunque es importante controlar bien el proceso para que la superficie del producto no quede completamente deshidratado al grado de producir agrietamientos o resultados heterogéneos (Powder Tronic, 2023). La caña fístula una vez seca, será molida en un molino de mano en el cual el producto resultante será una harina con una trituration a un tamaño que van de 25 a 100 μ m (Bahena, 2024).

5.6. Extracción de pigmentos de carotenoides en la harina de caña fístula

Extracción de pigmentos carotenoides a. Se pesará 0.2 g aproximados en balanza analítica de la harina. b. Mezclar con 5-7 mL de solución de extracción (0.1 % de BHT en acetona) y se agitará en vortex por 30 segundos. c. Luego se llevará a baño de ultrasonidos por 10 min y después se centrifugará a 10.000 rpm por 10 min. d. Y se transferirá el sobrenadante a un matraz aforado de 25ml. Si es necesario filtrar previamente. e. Repetir b, c y d hasta decoloración de la matriz (entre 3 y 5 veces aprox.) f. Se envasará el matraz con solución de extracción y medir carotenoides totales o beta caroteno/ licopeno según el caso en el caso de no analizar en el momento, y se transferirá a un recipiente para guardar en freezer a -18 °C (max. 1 semana) (Ibanez Fecundo, 2019).

5.6.1. Determinación de carotenoides en la harina de caña fístula

La cuantificación de carotenoides totales (C.T) se realizará por espectrofotometría, utilizando las ecuaciones reportadas por Fekete y Kosma y Rodríguez Amaya.

$$C.T = \frac{X (\mu g)}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

$$X (\mu g) = \frac{A \times y(mL) \times 10^6}{A_{1cm}^{1\%} \times 100}$$

Dónde X (μg) es la cantidad de carotenoides presentes, y es el volumen en ml de la solución, A es la absorbancia a una longitud de onda de 450 nm, A_{1cm}^{1%} es el coeficiente de absorción del carotenoide teniendo en cuenta el solvente usado y el peso molecular (Ordóñez Luis *et al*, 2015).

5.7. Incorporación de caña fístula al yogur natural

La harina de caña fístula se incorporará a diferentes tipos de concentraciones (1%, 5%, 10%) y en forma homogénea en el yogur comercial marca Alpina, donde se observará la formación de puntos de color, durante los próximos 15 días de evaluación, finalmente, se evaluará aparte del color, el pH, °Bx y acidez titulable cada 5 días durante 15 días de almacenamiento bajo refrigeración a 4°C ±2 en oscuridad y los experimentos serán reproducidos 3 veces (Aguilera Miguel *et al.*, 2012).

5.8. Análisis fisicoquímicos

Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento y en que cantidades estos compuestos se encuentran (Méndez Lilia, 2020).

Determinación de °Bx

La refracción se puede realizar directamente en dispositivos como Refractómetro Abbé o refractómetro de inmersión los cuales tienen un rango de lectura pequeño pero gran precisión (Zenebon Odair *et al.*, 2008).

Determinación de pH

El pH del yogurt será medido con un pH-metro. El electrodo será calibrado con soluciones buffer 7 y 4 antes de utilizarlo A.O.A.C. 31.231/84 adaptado (Parra Ricardo, 2013).

Determinación de Acidez

La determinación de la acidez se efectuará a la temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$. Para ello se utilizará hidróxido de sodio 0.1 N, tomando una muestra de 10 mL y empleando como indicador solución alcohólica de fenolftaleína a concentración de 1% A.O.A.C. 31.231/84, 942.15/90 adaptado (Parra Ricardo, 2013).

Determinación de color

La determinación objetiva del color de la harina de caña fistula se realiza mediante un colorímetro, con el cual se obtiene las variables: luminosidad (L^* , 0%= blanco, 100%= negro), a^* (verde en valores negativos y rojo en valores positivos), y b^* (amarillo en valores positivos y azul en valores negativos) (Yolana Salinas *et al.*, 2021).

5.9. Evaluación de compuestos fenólicos

5.9.1. Extracción de fenol

El polvo de la caña fistula se someterá a extracción asistida por ultrasonidos (se utilizará un baño de sonicación Ultrasonic Branson 1510; Branson Ultrasonics Corp. Danbury, EE. UU); se pesará aproximadamente 0.25 g del polvo de la caña fistula y se añadirá etanol en concentraciones del 50 y 80 % y en volúmenes entre 5 y 10 ml, las muestras, serán sometidas a extracción asistida por ultrasonidos durante tiempos entre 20 y 50 min y a temperaturas entre 30 y 50 °C y finalmente, las muestras se filtrarán a través de papel Whatman No 4 y el filtrado se utilizó para la cuantificación de fenoles totales (Pinchao-Pinchao *et al.*, 2019).

5.9.2. Cuantificación de fenoles totales

Será cuantificado mediante el método de Folin-Ciocalteu con ligeras modificaciones, donde se agregarán 500 μ L de cada extracto, 5 mL de agua destilada y 500 μ L del reactivo de Folin-Ciocalteu a los tubos de lectura de espectrofotometría cubiertos con papel de aluminio y se dejaron reposar durante 3 min, luego se añadió 1 mL de Na_2CO_3 a 1N y se dejó reposar durante 2 horas y finalmente, se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro a 765 nm (Pinchao-Pinchao *et al.*, 2019).

5.10. Evaluación sensorial del yogur enriquecido

La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor (Liria María, 2007). Los diferentes tratamientos serán sometidos a esta evaluación sensorial, en lo cual se evaluarán cuatro muestras donde una de ellas será la marca comercial sin sabor como testigo, las características sensoriales como color, aroma, sabor, consistencia y aceptabilidad general; para la evaluación se aplicará una escala hedónica de nueve puntos con ochenta jueces afectivos tomados al azar en edades comprendidas entre dieciocho a veintiocho años de edad.

Para ayudar a disminuir las variaciones de errores y mejorar la sensibilidad en las pruebas es recomendable cumplir con los siguientes criterios: a. El color de las paredes y del ambiente debe ser de color blanco o blanco hueso. b. Controlar la iluminación, de preferencia usar luz natural. Se puede usar iluminación monocromática o de colores para reducir señales visuales cuando la situación lo requiere. c. Buena ventilación, áreas de prueba deben estar libres de olores. d. Silencio, libre de ruidos molestos (Liria María, 2007).

5.10.1. Método de servido

El método de servido e instrucciones del experimentador se debe usar de preferencia contenedores (vasos, tazones u otro) sin color y transparentes, del mismo tamaño, para no interferir en la evaluación del producto, en la preparación y conservación usar la misma cantidad de cada uno de los ingredientes, el mismo tiempo y temperatura de preparación y cocción, la misma forma, tiempo y temperatura de conservación. Esto se debe tener en cuenta cada vez que se realice la prueba. (Liria María, 2007).

5.11. Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevará a cabo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Balanceado (DBCB), el cual todos los bloques contienen el mismo número de variedades, y todas las variedades ocurren en el mismo número de bloques, es una técnica de diseño experimental que permite controlar la variabilidad entre los bloques de tratamientos, son diseños de gran utilidad cuando todas las comparaciones de los tratamientos son igualmente importantes, y las combinaciones en el diseño pueden ser seleccionadas de una manera balanceada, es decir, cualquier par de tratamientos ocurren juntos el mismo número de veces en el diseño, propiedad que le da el carácter de balanceado (Rodríguez Manuel, 2015).

Este enfoque asegura que todos los tratamientos se presenten en igual número y se distribuyan de manera uniforme a lo largo de los bloques. Y posteriormente se realizará un análisis de varianza ANOVA, con comparación de medias, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, para identificar las diferencias entre los tratamientos, a un nivel de significación de $p < 0,05$. De esta manera al finalizar este proceso, se podrán identificar con precisión las propiedades deseadas del producto final, basándose en evidencia estadística sólida.

Tabla 4. Diseño de Bloques Completamente Balanceado (DBCB) para los resultados de evaluación sensorial

Tratamientos	Aceptación				
	Color	Aroma	Sabor	Consistencia	Aceptación general
A: 1%	-	-	-	-	-
B: 5%	-	-	-	-	-
C: 10%	-	-	-	-	-
D: 0%	-	-	-	-	-

*Los espacios con (-) corresponden a la media de cada uno de los valores que brindarán los consumidores en una escala del uno al nueve correspondiente a una escala hedónica de 9 puntos.

Fuente: Propia.

VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Año 2024																			
	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
Ajustes de propuesta según concepto de asesores																				
Recolección de información																				
Defensa de Anteproyecto																				
Aplicación de instrumentos																				
Análisis de información																				
Avances y redacción del proyecto																				
Subsanación de errores del proyecto																				
Defensa de tesis																				

VII. PRESUPUESTO

Presupuesto de caña fístula					
Gastos	Cantidad	Presentación requerida	USD	COP	HNL
Caña fistula	100	Lb	20.24	80,769.74	500.33
Bandeja	3	unidad(es)	4.25	16,960.05	105.06
Envio materia prima			12.39	49,443.53	306.28
Total			36.88	147,173.33	911.67
Presupuesto de viaje					
Gastos			USD	COP	HNL
Vuelos			1,200.00	4,788,720.00	29,796.00
Alojamiento			364.06	1,452,817.84	9,039.61
Transporte			200.00	798,120.00	4,966.00
Alimentación			500.00	1,995,300.00	12,415.00
Material de estudio			30.00	119,718.00	744.90
Gastos personales			150.00	598,590.00	3,724.50
Costos adicionales (emergencias)			200.00	798,120.00	4,966.00
Total			2,644.06	10,551,385.84	65,652.01

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilera Miguel, Reza María, Chew Rodolfo, Aguilar Jorge, & Ramírez Patricia. (2012). Antocioninas de higo como colorantes para yogur natural. *Biotecnia*, 14(1665–1456), 18–24.
- Babio, N., Mena-Sánchez, G., & Salas-Salvadó, J. (2017). *Beyond the nutritional value of yogurt: a diet quality indicator?* *Nutrición Hospitalaria*, 34, 26–30. <https://doi.org/10.20960/NH.1567>
- Bahena. (2024). Tipos de molienda y fragmentación de la harina. *The Food Tech*.
- Cárdenas Norma, Cevallos Carlos, Salazar Juan, Romero Efraín, Gallegos Patricia, & Cáceres Mayra. (2018). *UsoDePruebasAfectivasDiscriminatoriasYDescriptivas-6560198*. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 4 núm 3. <file:///C:/Users/danie/Downloads/Dialnet-UsoDePruebasAfectivasDiscriminatoriasYDescriptivas-6560198.pdf>
- Codex Alimentarius. (2022). Normas para leches fermentadas CXS 243-2003. *CODEX ALIMENTARIUS*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B243-2003%252FCXS_243s.pdf
- EMR. (2024, February). *Claight Corporation (Expert Market Research): Perspectiva del Mercado de Yogur*. Informe. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-yogur>
- Fuentes, J. A. M., Fernández, I. M., Maldonado, S. A. S., Murillo, I. M. V., Altamirano, C. M. S., Bonilla, F. J. H., Tejada, E. G. C., Dereck, B. F. C., Fernández, H. Z., & Gil, M. de J. A. (2020). Physical-Chemical Evaluation of the *Cassia grandis* L. as Fortifying Egg Powder. *Journal of Agricultural Science*, 12(8), 277. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n8p277>

- Google Maps. (2024). Ubicación de UNAL - Palmira. Google Maps. <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Nacional+de+Colombia+Sede+Palmira/@3.5119767,-76.309158,17.18z/data=!4m6!3m5!1s0x8e3a05053bb70673:0xdaf4e20d221efefd!8m2!3d3.5119486!4d-76.3073892!16s%2Fg%2F11bc6bl410?entry=ttu>
- Grijalva Alfredo. (2014). Un gran recurso: Plantas ornamentales de Nicaragua. *UNA*, 1, 162.
- Ibanez Fecundo. (2019). PROTOCOLO PARA DETERMINACIÓN DE CAROTENOIDES EN FRUTOS NATIVOS. *ResearchGate*, 33. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01417>
- Investigación Científica. (2020). ¿Qué es el método científico experimental? Investigación Científica. Org.
- Liria María. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. AgroSalud.
- Marcía-Fuentes, J., Santos-Aleman, R., Borrás-Linares, I., & Sánchez, J. L. (2021). The carao (*Cassia grandis* L.): Its potential usage in pharmacological, nutritional, and medicinal applications. In *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future* (pp. 403–427). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80108-3_19
- Méndez Lilia. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. *Universidad Veracruzana*, 1, 8.
- Montagud Nahum. (2021). Beneficios del yogurt. Psicología y Mente.
- Ordóñez Luis et al. (2015). Efecto del procesamiento térmico sobre el color superficial del pimentón (*Capsicum annuum*) variedad “Nataly.” *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 4. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)104-113](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)104-113)
- Parra Ricardo. (2013). Alimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria. *Universidad de Pamplona*, 11.
- Pawar, A. V, Patil, S. J., & Killedar, S. G. (2017). Uses of *Cassia Fistula* Linn as a Medicinal Plant. In *Pawar Aarti.V; International Journal of Advance Research and Development*. www.ijarnd.com

- Pinchao-Pinchao, Y. A., Ordoñez-Santos, L. E., & Osorio-Mora, O. (2019). Evaluación del efecto de diferentes factores sobre la extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la vaina de arveja. Portal de Revistas de La Universidad Nacional de Colombia.
- Powder Tronic. (2023). Métodos de deshidratación y secado industrial. Powder Tronic.
- Real Academia Española. (2023). *Yogur*. Diccionario de La Real Academia Española.
- Roa Mónica. (2023). ¿Dónde se consumen más productos lácteos? Macroencuestas Statista Consumer Insights.
- Rodríguez Manuel. (2015). Conceptos Básicos para la Construcción y Análisis de Diseños de Bloques. *ResearchGate*.
- Rojas Freddy, & Torres Gustavo. (2015). ArbolesDelValleCentralDeCostaRica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 9, 1.
- RSA. (2013). Reglamento Sanitario De Los Alimentos. <https://www.isl.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/D.S-N----977actualizado-2013.pdf>
- Sánchez José. (2015). *Cassia fistula (Leguminosae-Caesalpinioideae)* en Murcia.
- Sreya Biswas. (2010). El yogur y la revolución de los alimentos funcionales. *BBC*.
- The Food Tech. (2023). Manufactura del yogur: tecnologías emergentes y su impacto en la calidad del producto. Tecnología de Los Alimentos.
- UPAEP, Baños Emilio, Rodríguez Herberto, Olmos Johanna, Díaz Alejandra, & Carretero Miguel. (2014). Análisis sensorial otoño 2014 Primera Edición Gas 121. https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf
- Weill Ricardo, Ferrari Alejandro, Adb Florencia, & Vido Juliana. (2017). El yogur, un alimento milenario a la luz del siglo XXI (Vol. 1). Asociación Civil Danone para la Nutrición, la Salud y la Calidad de Vida. https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Yogurt-Ancient-Food-2018_sp.pdf
- Yogurt Nutrition. (2024). Los lípidos de los productos lácteos al detalle. Initiative For Sustainable and Balanced Diets.

Yolana Salinas, José Ramírez, Ivone Alemán, & Edgar Bautista. (2021). Evaluación de dos procedimientos de granos de maíces pigmentados. *Revista REMEXCA*, 12, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2276>

Zenebon Odair, Pacuer Neus, & Tiglea Paulo. (2008). Método físico-químicos para análisis de alimentos. *Instituto Adolfo Lutz*, 4.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de Evaluación Sensorial



Universidad Nacional de Agricultura Facultad de Ciencias Tecnológicas



Evaluación Sensorial

Fecha ____/____/____ Edad ____ Sexo: F ☐ M ☐

Indicaciones:

En la siguiente evaluación sensorial se medirán los atributos de color, sabor, aroma, consistencia y aceptabilidad general, en base a una escala hedónica de 9 puntos para tres tipos de muestras, donde estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considere que posee el producto acorde a los atributos a evaluar.

Puntaje	Significativo
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta bastante
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me gusta ligeramente
3	Me disgusta bastante
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Muestra N°: 9421

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Sabor									
Aroma									
Consistencia									
Aceptación general									

Para continuar a evaluar la siguiente muestra, por favor, limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra N°:8261

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Sabor									
Aroma									
Consistencia									
Aceptación general									

Para continuar a evaluar la siguiente muestra, por favor, limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra N°: 6224

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Sabor									
Aroma									
Consistencia									
Aceptación general									

Para continuar a evaluar la siguiente muestra, por favor, limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra N°: 2082

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Sabor									
Aroma									
Consistencia									
Aceptación general									

Para continuar a evaluar la siguiente muestra, por favor, limpie su paladar con agua para borrar el sabor de la muestra anterior.

Observaciones: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 2. Orden de servido de las muestras durante el análisis sensorial

Código	Formulación	Letra
	Concentración Harina	
9421	1%	A
8261	5%	B
6224	10%	C
2082	Muestra testigo	D

JUEZ	ORDEN DE SERVICIO				COMBINACIONES
1	9421	8261	6224	2082	ABCD
2	9421	8261	2082	6224	BCDA
3	9421	2082	8261	6224	CDAB
4	9421	2082	6224	8261	DABC