

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FORMULACIÓN DE HELADO DE LECHE DE CABRA CON LA ADICIÓN DE
PIGMENTO DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*).

POR:

RONY DAVID SAUCEDA ROJAS

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

FORMULACIÓN DE HELADO DE LECHE DE CABRA CON LA ADICIÓN DE
PIGMENTO DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*).

POR:

RONY DAVID SAUCEDA ROJAS

M.Sc. LOREN PAOLA MACIAS BU

Asesor principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍA ALIMENTARIA.

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por acompañarme en cada paso que doy y por darme la oportunidad de culminar esta etapa en mi vida

A mis padres:

Carmen Rojas y Rooney Saucedá quienes con su amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor inspiración. Gracias por creer en mí y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

Especialmente a mi Hermano (QEPD) **Rony Josué Saucedá** que el señor lo tenga en su santa gloria

A mis hermanos

Rony Noe y Carmen Nazareth por tenerme de ejemplo para sus vidas y siempre estar pendiente en las actividades que realizo cada día

A mis abuelos

Danilo Rojas, Rafaela Morales y Reina Ramírez por siempre darme consejos durante todo este camino que no a sido fácil

A mis tías, tíos y primos

Karolina Saucedá, Yessica Medina, Alejandra Plata, Luis Alonso Saucedá, Héctor Santos, Noelia Piura por llenarme de buenos consejos y ayudarme durante este camino en mi vida que ha estado lleno de obstáculos

A Toda mi familia por estar felices de mis logros en todo momento y por creer siempre en mí.

Y sobre todo a esas personas que ya no están en este mundo que siempre confiaron en mí.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor principal, **M.Sc. Loren Paola Macias Bu**, expreso mi más sincero agradecimiento por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su conocimiento, consejos y orientación han sido fundamentales para la culminación de este proyecto. Agradezco su tiempo, su disposición para resolver mis dudas y la confianza que depositó en mí en cada etapa del proceso. Su ejemplo como profesional me ha inspirado a mejorar continuamente y a afrontar los retos con determinación. Gracias por compartir su experiencia y por motivarme a dar lo mejor de mí en este camino hacia la culminación de esta meta.

A la **M.Sc. Katy Marcela Castellanos** y **M.Sc. Debora Karolina Mejía** su disposición, paciencia y apoyo en el proceso de investigación.

A mis amigos, **Mauricio Sevilla, Luis Valderramos, Owen Salgado, José Ángel Martínez, Juan Tejeda, Senén Mejía, Juan Angello Vásquez, Ana Rosy Escobar, Gabriela Tabora, Juan José Castro** Gracias por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado en cada etapa de este viaje. Su aliento, risas y compañía han hecho que este proceso sea más llevadero y divertido. Aprecio cada momento compartido y todo lo que han hecho por mí.

A mis amigos de la infancia **Erick Sosa** y **Katerin Merlo** gracias por acompañarme durante este largo viaje que no ha sido fácil, formar parte de mi vida y por siempre estar pendiente de las cosas que pasan en mi vida.

A mis compañeras de trabajo **Zaida Rodríguez** y **Mariela Martínez** por siempre estar dándome buenos consejos y realizando los trabajos durante estos años que hemos sido compañeros.

A **Andrea Rivera, Josefa Tejeda** y **Allen Vásquez** por su apoyo invaluable durante el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTAS DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Alternativa para las personas intolerantes a la lactosa:.....	3
3.1.1 Impacto en la calidad de vida de personas con intolerancia a la lactosa. ...	3
3.2 Leche de cabra	4
3.2.1 Composición.....	4
3.2.2 Propiedades físicas y químicas	5
3.2.3 Composición nutricional leche de cabra.....	7
3.2.4 Beneficios de la leche de cabra.....	8
3.3 Pigmentos naturales:	8
3.3.1 Definición general de los pigmentos.	8
3.4 Aspectos generales de la flor de Jamaica.....	9
3.4.1 Cultivo Desde el punto de vista morfológico	10
3.5 Composición química	11
3.6 Beneficios a la salud de los extractos de jamaica	12
IV MATERIALES Y MÉTODO	16

4.1	Ubicación de la investigación	16
4.2	Materiales y Equipos.....	16
4.2.1	Materias primas:.....	16
4.3	Metodología	17
4.4	Etapa 1: Formulación del helado	17
4.4.1	Proceso de elaboración del helado.....	17
4.4.2	Recepción de materia prima y almacenamiento:.....	18
4.4.3	Adición de pigmento de jamaica:	19
4.5	Etapa 2: Análisis fisicoquímicos	20
4.6	Etapa 3: Evaluación sensorial del producto final.....	20
4.7	Variables estudiadas	21
4.7.1	Variables independientes	21
4.7.2	Variables Dependiente	21
4.8	Diseño Experimental.....	21
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1	Formulación del helado de leche de cabra.....	22
5.2	Propiedades físico-químicas en el helado	22
5.3	Evaluaciones sensoriales del helado de leche de cabra	23
5.4	Evaluación de Color.....	23
5.5	Evaluación de Aroma.....	23
5.6	Evaluación de Sabor	24
5.7	Aceptabilidad general	25
VI.	CONCLUSIONES.....	27
VII.	RECOMENDACIONES.....	28
VIII.	BIBLIOGRAFÍAS	29
ANEXOS.....		33

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la leche de cabra.....	5
Tabla 2 . Taxonomía de la flor de Jamaica	10
Tabla 3. Composición de los cálices de la jamaica.....	11
Tabla 4 Resultados de los análisis físico-químicos en el helado mediante la adición de pigmento de jamaica.....	23

LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Localización de la planta.....	16
Figura 2 Flujo de proceso en etapas	17
Figura 3 Flujo de proceso del helado	18
Figura 4 Valores del color en el helado	23
Figura 5 Valores del aroma en el helado.....	24
Figura 6 Valores del sabor en el helado.....	25
Figura 7 Valores de la aceptación general	25

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexos 1 Pruebas preliminares del helado de leche de cabra	33
Anexos 2 Pasteurización de la leche	33
Anexos 4 Pesado de pesado de pigmentos	33
Anexos 5 Adición y batido de pigmento	34
Anexos 6 Formulaciones de los 3 tratamientos	34
Anexos 7 Ficha de evaluación sensorial	35

Sauceda, Rojas, R. D. (2024) Formulación de helado de leche de cabra con la adición de pigmento de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Tesis de grado Ingeniero en Tecnología

RESUMEN

La leche de cabra es un alimento versátil con múltiples beneficios para la salud y la economía. Su producción es sostenible y ofrece una alternativa para personas con intolerancias. El helado de leche de cabra es una propuesta innovadora que busca combinar los beneficios de la leche de cabra con el placer de un postre. Al añadir el pigmento de la jamaica, rica en antioxidantes, se crea un helado más saludable. Se desarrolló un helado de leche de cabra con pigmento de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, °Brix y acidez titulable). La evaluación sensorial se llevó a cabo con 60 consumidores, usando una escala hedónica de 1 a 9. Los tratamientos utilizados durante la investigación son 3 (T1=18 g, T2=36g y T3=54g). La evaluación sensorial reveló que no hay diferencias significativas en color y aroma entre las muestras. Sin embargo, el sabor es el factor que más influye en la aceptación. Los tratamientos 1 y 2 se destacaron con un valor promedio de 8.00 en cuanto a la aceptación, mientras que el tratamiento 3 tuvo una menor aceptación con 7.18. Los resultados indican que el sabor es el principal diferenciador, y que mejorar el sabor del tratamiento 3 aumentaría su aceptación. El estudio concluye que el helado de leche de cabra con pigmentos de jamaica es una opción viable y saludable, y que el sabor es el aspecto clave a mejorar para una mayor aceptación del producto.

Palabras claves: Leche de cabra, pigmento, jamaica, evaluación sensorial

I INTRODUCCIÓN

Más allá de sus beneficios para la salud, la leche de cabra también tiene un gran impacto económico y social, especialmente en países en vías de desarrollo. La cría de cabras, una actividad sostenible y de bajo impacto ambiental, provee ingresos y seguridad alimentaria a las comunidades rurales. En definitiva, la leche de cabra se presenta como un alimento natural, nutritivo y con múltiples beneficios para la salud. Su mayor digestibilidad, menor índice alergénico y alto valor nutricional la convierten en una excelente alternativa a la leche de vaca, especialmente para personas con intolerancias o alergias. (Turck 2013)

El helado, un postre frío y cremoso elaborado con leche, nata, azúcar y otros ingredientes, ha conquistado paladares de todo el mundo. Su versatilidad le permite incorporar una amplia gama de sabores, texturas y colores, satisfaciendo las preferencias de los consumidores más exigentes. En este contexto, la formulación de helado de leche de cabra con pigmentos naturales añadidos aparece como una propuesta innovadora que busca ofrecer una alternativa saludable y deliciosa al helado tradicional (Díaz Yubero 2017).

La incorporación de pigmentos naturales al helado de leche de cabra da como resultado un producto con propiedades beneficiosas para la salud (Villota García et al. 2019). La Jamaica, también conocida como flor de hibisco o rosa de Sudán, es una flor comestible de color rojo intenso que se ha utilizado durante siglos en todo el mundo por sus propiedades medicinales y culinarias.

El pigmento característico de la jamaica proviene de las antocianinas, un grupo de compuestos flavonoides con potentes propiedades antioxidantes, antimicrobianas y previene enfermedades cardiovasculares. (Amos y Khiatah 2022) El objetivo de esta investigación fue formular un helado de leche de cabra con pigmentos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), evaluando su calidad sensorial y fisicoquímica.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar un helado de leche de cabra con pigmento de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

2.2 Objetivos específicos

- ❖ Definir la Formulación óptima para la producción de helado de leche de cabra.
- ❖ Realizar análisis fisicoquímicos, incluyendo el pH, Acidez titulable y grados Brix para determinar que los valores estén dentro de los rangos establecidos para helados de leche de cabra.
- ❖ Realizar pruebas de aceptabilidad sensorial para evaluar la preferencia del consumidor.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Alternativa para las personas intolerantes a la lactosa:

3.1.1 Impacto en la calidad de vida de personas con intolerancia a la lactosa.

La lactosa es el principal azúcar presente en la leche y en otros productos lácteos (Rodríguez Martínez y Pérez Méndez 2006). La intolerancia a la lactosa (IL) es un síndrome clínico no inmunológico caracterizado por una concatenación de signos y síntomas clínicos manifestados tras ingerir dichos productos que contienen lactosa y que es producida por una deficiente digestión de la misma (Varjú et al. 2019), definiéndose por la inhabilidad del intestino para transformarla en sus constituyentes, glucosa y galactosa. Para ser absorbida, la lactosa debe ser inicialmente hidrolizada por la lactasa (Vaillant et al. 2021), proteína enzimática presente en el intestino delgado (ID) y cuyo déficit es el principal responsable de que se produzca la IL. Además, existen otras causas secundarias que pueden favorecerla, como patologías del propio ID que impidan la correcta producción de la enzima lactasa.

Aproximadamente, el 70% de la población mundial padece IL. Es muy frecuente en adultos, aunque también se manifiesta en niños mayores de cinco años. Su incidencia es igual entre hombres y mujeres. La prevalencia varía según la raza y los hábitos alimenticios. En Europa es donde menos se observa, con una prevalencia del 25%, seguida por, aproximadamente, un 30% en Estados Unidos, un 50% en Latinoamérica y cerca del 100% en países asiáticos, africanos y en población india nativa. En España, la IL presenta una prevalencia de entre el 36% y el 51% de la población adulta (Martínez Vázquez et al. 2020)

La IL también puede reportar complicaciones a largo plazo debidas al escaso aporte de calcio, proteínas y vitamina D presentes en gran medida en los productos lácteos a los

que se es intolerante. Las más importantes son: osteoporosis y osteopenia (por déficit de calcio y vitamina D), desnutrición o pérdida de peso(Misselwitz et al. 2019).

Según se indica en diferentes artículos de investigación y programas, entre un 70% y un 80% de los pacientes trata su IL adaptando una dieta sin lactosa.(Rodríguez Martínez y Pérez Méndez 2006).

Sin embargo, actualmente no se recomienda dicha solución ya que, al realizar esta dieta, el paciente deja de recibir importantes nutrientes esenciales contenidos en los productos lácteos tales como proteínas, calcio y vitamina D. En un programa elaborado por Szilagyi e Ishayek, se expone que un gran número de pacientes con IL son capaces de tolerar alrededor de 12 a 15 gramos de lactosa diaria y se les anima a que opten por esta vía (Szilagyi y Ishayek 2018) .

En relación con lo anteriormente expuesto, cabe destacar que la opción más importante a la hora de tratar la IL por parte del paciente es la dieta equilibrada. Una dieta controlada con pequeñas cantidades de lactosa va a favorecer la sintomatología y el desarrollo de aquélla. El alimento favorito de los pacientes en esta dieta es el yogur, que puede ingerirse tanto de manera natural como fresco y cuyas beneficiosas propiedades para la correcta función intestinal han sido ampliamente demostradas(Saborido et al. 2018). Otro importante alimento apto para el consumo en pacientes con IL es la leche fermentada, cuyo consumo diario mejora el balance de calcio(Moreno Aznar et al. 2013) . La lactosa, normalmente se evita en una dieta baja en consumo de oligo, di, monosacáridos y polioles fermentables, o FODMAP (Fermentable Oligo, Di, Monosaccharide And Polyols)(Szilagyi et al. 2016) .

3.2 Leche de cabra

3.2.1 Composición

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, dadas las características de sus componentes, como las proteínas que contiene con gran cantidad de aminoácidos esenciales para la alimentación(Gustavo Paz et al. 2007). Siendo la leche uno de los alimentos más completos para la población humana, es natural que forme parte de las estrategias de seguridad alimentaria respecto a su producción y comercio internacional entre las naciones del mundo. La mayoría de los países considera la

producción y abasto de leche como una prioridad nacional, por lo cual establecen políticas de alto proteccionismo para el sector (Arechiga et al. 2008).

La leche de cabra es una alternativa mucho más sana, especialmente si se consume entera y de una buena fuente orgánica. Se estima que alrededor de 2 % de la leche que se consume en el mundo viene de la cabra, no de la vaca. La mayoría de la gente que bebe esta leche no es gorda y no tiene alergias ni trastornos digestivos (Bidot-Fernández y Fernández 2017).

Tabla 1. Composición de la leche de cabra.

Composición de la leche de cabra (%)	
Sólidos totales	11,70-15,21
Proteína (Nx6,38)	2,90-4,60
Grasa	3,00-6,63
Lactosa	3,80-5,12
Cenizas	0,69-0,89
pH	6,41-6,70

Fuente Cruz et al.,2012

Más allá de sus posibilidades económicas y de su uso para llenar las necesidades nutricionales diarias, la leche de cabra posee cualidades que la hacen apropiada para niños, adultos y madres que amamantan, entre las que se puede citar sus propiedades nutracéuticas y antialérgicas. En niños que presentan malnutrición por mala alimentación o lactancia deficiente, la leche de cabra ha demostrado ser un sustituto superior a la leche de vaca (*Bos taurus*)(Fernández 2017). No obstante, los pediatras no la recomiendan como sustituto total de la leche materna en infantes menores de un año dado su alto nivel proteico y mineral, y por su bajo contenido de carbohidratos, ácido fólico y vitaminas C, D, E, B6 y B12 (Hammam et al. 2022).

3.2.2 Propiedades físicas y químicas

La leche de cabra es un alimento casi perfecto, con una estructura muy similar a la leche materna, lo que le otorga numerosas ventajas nutricionales sobre otras fuentes

tradicionales(Chacón Villalobos 2005). Puede ser una alternativa válida a la leche humana debido a sus valores nutritivos comparables. Su sabor es similar al de la leche de vaca y contiene cantidades similares de hierro, proteínas, grasa, vitamina C y D, pero tiene más calcio, potasio, manganeso, fósforo y vitaminas A y B.

La leche de cabra es recomendada por médicos y nutricionistas como alimento alternativo en personas alérgicas a la leche bovina, así como a intolerantes a la lactosa. Además, resulta aconsejable para individuos mayores que revelan perturbaciones intestinales. Muy importante es destacar, que la corporación médica internacional certifica que la leche de cabra consigue revertir problemas alérgicos en niños que van del 50 al 80 %. Un dato no menos importante, reside en que los pequeños que sufren estas afecciones, ascienden al 7 % de la población mundial (Fuenmayor 2001).

La leche de cabra es similar en composición a la leche materna, es sana y nutritiva, y es una buena opción para quienes tienen alergias a la leche de vaca, ya que contiene una proteína diferente. Su perfil de proteínas se asemeja más al de la leche humana que al de la leche de vaca. Además, la lactoglobulina de la leche de cabra es más fácil de digerir. Aproximadamente el 40 % de las personas alérgicas a las proteínas de la leche de vaca pueden tolerar las de la leche de cabra(Chacón Villalobos 2005)

Otro componente de la leche es la grasa que constituye desde el 3 hasta el 6 % de la leche. La calidad de la grasa láctea caprina es un factor importante porque define la capacidad de la leche para ser procesada; y tiene un rol relevante en las cualidades nutricionales y sensoriales de los productos que de esta se obtengan (Lara Villoslada 2005)

La composición de grasa en la leche de cabra, al igual que en otros rumiantes, varía según factores como la raza, las características individuales, el estado de lactancia, el manejo, el clima y la composición de los alimentos. El componente lipídico es crucial por su costo, valor nutricional y características físicas y sensoriales. Los triglicéridos constituyen cerca del 98 % de los lípidos en la leche de cabra, pero también incluye lípidos simples como diacilgliceroles y ésteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como esteroides y colesterol. (Park et al. 2007)

La composición grasa de la leche de cabra es la principal responsable de sus propiedades contra el colesterol alto, pues impide que se absorba el exceso de ácidos grasos saturados del organismo, de esta forma se reduce la concentración de colesterol LDL y triglicéridos y aumenta la concentración de colesterol HDL o bueno (Álvarez-Figueroa et al. 2022)

Los contenidos de ácidos grasos esenciales y de cadenas cortas hacen de la leche de cabra un alimento saludable desde un punto de vista cardiaco (Fernández 2017) así como tienen gran importancia en la nutrición de infantes que presenten eczemas atípicos atribuidos a leches maternas con un perfil anormal de ácidos grasos, especialmente el linolénico (Park 2007).

3.2.3 Composición nutricional leche de cabra.

La leche de cabra, consta de increíbles aportes nutricionales

- ❖ Es altamente digerible y tiene un efecto laxante suave
- ❖ Tiene un mayor contenido de grasa que la leche de vaca y se indica en algunas investigaciones que la grasa se utiliza de manera más eficiente que la grasa de la leche de vaca por su contenido en ácidos grasos de cadena media (Kalyankar et al. 2016)
- ❖ El contenido de Lactosa es aproximadamente 0,2 a 0,5% menor que el de la leche de vaca
- ❖ La leche de cabra contiene un nivel más alto de vitamina A que la leche de vaca debido a que las cabras convierten todos los carotenos en vitamina A, lo que le da a la leche un color blanquecino
- ❖ La leche de cabra proporciona cantidades adecuadas de niacina, y tiamina, riboflavina y pantotenato.(Guo 2003)
- ❖ El contenido de minerales es mucho más alto que el de vaca. Varía de 0,70% a 0,85% y se distingue por su alto contenido de cloruro y potasio
- ❖ Es una rica fuente de calcio, fósforo, y otras vitaminas
- ❖ Un menor nivel de sodio, Iodo y cobre que la leche de vaca
- ❖ La capacidad de biodisponibilidad de hierro es mayor que en la leche de vaca debido a la mayor cantidad de nucleótidos, lo que contribuye a una mejor absorción en el intestino(Kalyankar et al. 2016)

3.2.4 Beneficios de la leche de cabra

Son muchos los autores que describen los beneficios que se obtienen con el consumo de esta leche. La décima parte aproximadamente de la leche que se consume en el mundo, proviene de la cabra, y para algunos países, es la única fuente láctea (Lombana et al. 2011).

En los niños de un año, la incidencia de alergia relacionada con las proteínas de la leche de vaca ha demostrado ser de alrededor del 3 a 8%, dónde ha sido la leche de cabra el mejor tratamiento para estos casos de alergia directa o indirecta. En la población mundial de todas las edades, la alergia se manifiesta en alrededor del 2,5 al 5 % de las personas, aunque son los niños los principales afectados (Fernández 2017).

En términos generales se estima que la leche de cabra es capaz de proporcionar por día toda la proteína que un niño necesita hasta los 8 años de edad y el 6 % hasta los 14 años; además por si sola suple 35 g de proteína por litro, lo cual es el 54 % de los 65 g/día requeridos por la mujer en lactancia o embarazada(Fernández 2017).

La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, porque pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Por su composición, la leche de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores. Este alimento y sus derivados, son también una opción para dinamizar las economías regionales(Arbiza Aguirre, Santos 1996)

3.3 Pigmentos naturales:

3.3.1 Definición general de los pigmentos.

“Pigmentos vegetales” una expresión genérica utilizada para designar un gran número de moléculas de color. Sobre la base de su estructura química, pueden ser clasificados en cinco (5) familias Tetrapirroles, es decir, (por ejemplo, la clorofila), carotenoides (β caroteno), flavonoides (antocianinas), fenólicos compuestos (teaflavin) y N-heterocíclicos compuestos (betalaínas). El número de miembros pertenecientes a cada familia es tan alto que varios volúmenes serían necesario para describir sus propiedades particulares y los métodos de análisis. Por lo tanto, este capítulo se limitará a los pigmentos de las clorofilas, carotenoides, betanina, betalaína, antocianos, xantófilas y curcumina. Dentro del grupo de los pigmentos liposolubles se encuentran principalmente las clorofilas y los carotenoides, y dentro del grupo de los pigmentos hidrosolubles se encuentran las antocianinas, las betalaínas y los flavonoides (Valenzuela V y Pérez M 2016)

Los pigmentos vegetales se encuentran incluidos en la clasificación general dentro de los pigmentos naturales. Hacer una distinción neta entre los pigmentos naturales y artificiales es difícil, porque al final lo natural debe ser tratado químicamente para que sea estable, identificable, uniforme en el tono. La idea de natural se aplica a la consideración general de ser inocuo para la salud y permitido sin restricciones, donde además es importante el conocimiento de la ingesta diaria aceptable para nuestro organismo. (Meléndez-Martínez et al. 2004)

3.4 Aspectos generales de la flor de Jamaica

La jamaica, también conocida como flor de jamaica, hibisco de Sudán o rosa de Jamaica, es una flor originaria de África tropical y subtropical. Su nombre científico es *Hibiscus sabdariffa* L. Se introdujo en América durante la época colonial española y se ha adaptado a diversas regiones del continente, incluyendo México, Centroamérica y el Caribe. La jamaica ha sido utilizada durante siglos por sus propiedades medicinales, culinarias y ornamentales. En la actualidad, es un ingrediente popular en diversos productos de la industria alimentaria (Vinha et al. 2018).

La jamaica contiene una gran variedad de compuestos bioactivos, incluyendo:

- **Antocianinas:** Son pigmentos naturales responsables del color rojo intenso de la flor. Las antocianinas tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y neuroprotectoras.
- **Ácidos orgánicos:** La jamaica es rica en ácido cítrico, ácido ascórbico y ácido málico, que contribuyen al sabor ácido y refrescante de la flor.
- **Polifenoles:** Estos compuestos tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas.
- **Minerales:** La jamaica contiene potasio, calcio, hierro y magnesio, que son esenciales para el buen funcionamiento del organismo (Vinha et al. 2018).

3.4.1 Cultivo Desde el punto de vista morfológico

La Jamaica es una planta arbustiva semileñosa anual o bianual que pertenece a la familia Malvaceae y alcanza entre uno y tres metros de altura. Sus tallos son abundantes, muy ramificados y de corteza roja, con hojas alternas de bordes irregularmente aserrados (Ortiz-Marquéz, 2008). Se piensa que es nativa de Asia (India hasta Malasia) o África tropical y actualmente se conocen más de 500 especies de Hibiscus en el mundo. Estas plantas son frecuentes en las regiones tropicales y subtropicales, y poseen cálices de color verde o rojo (Cisse et al., 2009).

La jamaica es muy popular en algunos países del Medio-Oriente sobre todo en Egipto. En Sudán, la jamaica representa un cultivo principal de exportación sobre todo en la parte occidental donde éste ocupa el segundo lugar después del mijo perla (*Pennisetum glaucum*) (Mahadevan y Kamboj, 2009).

Tabla 2 . Taxonomía de la flor de Jamaica

Taxonomía	
Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
División	Anthophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>sabdriffa L.</i>

3.5 Composición química

De acuerdo al color de los cálices de jamaica se pueden distinguir tres tipos: verde, rojo y rojo oscuro. Los cálices de color rojo y rojo oscuro son utilizados para la obtención de extractos con los cuales se prepara una bebida refrescante, mientras que los cálices verdes son usados para preparar sopas con vegetales (Babalola et al., 2001).

Tabla 3. Composición de los cálices de la jamaica

Elemento	Tipos de calices				
	Frescos	Rojos	Rojo-oscuros	Rojos	Blancos
Humedad (%)	9.20	86.50	85.30	11.00	9.30
Proteína cruda (%)	1.15	17.40	8.60	7.88	7.53
Extracto etéreo (%)	5.61	2.10	2.90	0.16	0.12
Fibra cruda (%)	12.00	8.50	9.80	13.20	12.00
Cenizas (%)	6.90	6.50	6.80	10.60	9.50
Carbohidratos (%)	68.15	65.50	71.90	57.16	61.55
Ácido Ascórbico(mg/100g)	6.70	63.50	54.80	11.00	15.50

Caroteno(mg/100g)	0.03	-	-	-	-
Tiamina(mg/100g)	0.12	-	-	-	-
Riboflavina(mg/100g)	0.28	-	-	-	-
Niacina (mg/100g)	3.77	-	-	-	-

En un estudio se reportaba una concentración de antocianinas totales de 2520±50 mg/100 g de flor de jamaica (expresada como delfinidina-3- glucósido). Así mismo, mencionan que, de acuerdo al análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), las principales antocianinas presentes en la flor de jamaica son la delfinidina-3-sambubiosido (71.4%) y la cianidina-3-sambubiosido (26.6%). Galicia-Flores et al. (2008), reportaron un contenido de antocianinas totales entre 364.98-606.67 mg/100 g de muestra seca y molida (el extracto fue obtenido utilizando metanol acidificado al 1 % con ácido trifluoracético). Peng-Kong et al. (2002)

En este mismo trabajo, la concentración de antocianinas fue menor (entre 172.58-296.99 mg/100 g de muestra seca de cálices enteros) al utilizar agua destilada. En otro estudio realizado la concentración de antocianinas totales fue de 622.91±2.0 mg/100 g de muestra seca (como cianidina-3- glucósido) y un contenido de fenoles totales de 3742±200 mg/100 g (como ácido gálico). Abou-Arab et al. (2011)

3.6 Beneficios a la salud de los extractos de jamaica

Las investigaciones realizadas a la flor de jamaica, con el objetivo de evaluar sus beneficios a la salud, se centran principalmente en sus extractos, los cuales se utilizan para enriquecer o fortificar diversos alimentos, como se mencionó en la sección anterior. Hasta el momento no se han publicado trabajos en los que se demuestren los efectos positivos de productos elaborados particularmente con la flor de jamaica y sus extractos, a excepción de las bebidas refrescantes. Por lo anterior, en esta sección se presentarán los principales beneficios que tienen los extractos de jamaica para

tratar o prevenir padecimientos habituales en el ser humano. Estudios recientes con los extractos acuosos y etanólicos de jamaica demuestran que éstos podrían actuar como antioxidantes y contribuir a las acciones anticancerígenas, además de que ayudan a reducir enfermedades cardiovasculares y crónicas como la diabetes mellitus, las dislipidemias, y la hipertensión.

Los principales compuestos antioxidantes en los extractos son los flavonoides y antocianinas, desde el punto de vista toxicológico, estos no presentan actividad tóxica ni mutagénica. Propiedades antioxidantes actualmente los seres humanos estamos expuestos a un gran número de agentes oxidantes, producto de la contaminación ambiental, situaciones de estrés, inhalación de humo del cigarro y compuestos químicos que se añaden a los alimentos (que mejoran sus propiedades sensoriales o su conservación). Por otro lado, como producto de las reacciones químicas el cuerpo produce radicales libres, por lo que, si bien ordinariamente son neutralizados por los antioxidantes biológicos, pueden causar la oxidación de las membranas para después dañar el ADN, desencadenando una serie de reacciones no deseables que pueden conducir al desarrollo de enfermedades como cáncer, problemas cardiovasculares, entre otros (Birquete-Guzmán et al., 2009).

Los compuestos fenólicos, como el ácido protocatéquico, que se encuentra en el extracto de las flores de jamaica, tienen fuertes propiedades antioxidantes. El ácido protocatéquico disminuye la peroxidación de lípidos, que es un mecanismo potencial del daño celular. Este ácido es un agente eficaz para inhibir la acción carcinogénica de la dietilnitroso-amina en el hígado, de la 1-óxido4-nitroquinoleína en la cavidad oral, del azoximetano en el colon, de la N-metil-Nnitrosourea en el tejido glandular del estómago y de la N-butil-N-(4-hidroxibutil) nitrosamina en la vesícula (Carvajal et al., 2006). Diversos estudios han evaluado las propiedades antioxidantes de los extractos de jamaica. Ush et al. (2005) evaluaron el efecto antioxidante de los extractos etanólicos de flores secas de *Hibiscus sabdariffa* L. en algunos biomarcadores de estrés oxidativo en ratas de raza Wistar. La administración oral del extracto (200 y 300 mg/kg de peso corporal) reduce significativamente la formación de malondialdehído (principal compuesto utilizado como indicador de la peroxidación de lípidos) en el hígado, inducida por el arsenito de sodio, lo que sugiere el papel protector del extracto en contra del daño celular inducido.

Se ha investigado (Won-Kyoung et al., 2008) la acción anti-proliferativa de las células primarias de humanos cultivadas con leiomioma (neoplasia benigna del músculo liso que es muy rara y puede ocurrir en cualquier órgano, pero las formas más comunes se producen en el útero, el intestino delgado y el esófago) debido a la ingesta del ácido protocatéquico de jamaica. Las células de leiomioma uterino tratadas con una concentración de 5 mmol/L de ácido protocatéquico, redujo en un 70% el crecimiento de dichas células, en un tiempo de prueba de 72 h. Los resultados obtenidos en este trabajo indican que el ácido protocatéquico induce la apoptosis (proceso por el que la célula muere ante estímulos extra o intracelulares) en las células de leiomioma uterino in vitro, lo que indica su potencial en el tratamiento de este padecimiento en humanos.

Los efectos del extracto de jamaica sobre los padecimientos de cáncer también han sido estudiados. Akim et al. (2011) evaluaron la capacidad antioxidante de un jugo comercial de jamaica en tres períodos de almacenamiento y su efecto antiproliferativo sobre células de cáncer de mama (MCF-7 y MDA-MB-231), ovario (Caov-3) y cuello uterino (HeLa). En general, el jugo comercial de jamaica almacenado en diferentes períodos (un año, un mes, y una semana), exhibieron una alta actividad antioxidante y ésta no fue significativamente diferente entre las muestras almacenadas. Así mismo, mostró actividad anti-proliferativa de células Caov-3, HeLa, MDA-MB-231 y MCF-7. En conclusión, los autores demostraron que el jugo comercial de jamaica posee propiedades antioxidantes y actividad antiproliferativa de células cancerígenas que podrían atribuirse a su contenido de flavonoides y saponinas.

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en la planta procesadora de lácteos de la Universidad Nacional de Agricultura de Honduras, ubicada en barrio El espino en la ciudad de Catacamas, Olancho.



Figura 1 Localización de la planta

4.2 Materiales y Equipos

La materia prima (Leche de cabra) para la elaboración del producto se adquirió en El Paraíso, El Paraíso, asegurando la compra de la cantidad necesaria para el cumplimiento de la formulación correcta.

4.2.1 Materias primas:

- ❖ Pigmentos naturales (jamaica *Hibiscus Sabdariffa*), leche de cabra, crema de leche, \ azúcar morena fortificada con Stevia + Vitamina A, huevos, extracto de vainilla.

Materiales: Pichel, Cucharones, Ollas, Termómetro (Halthen), Colador, Frascos Erlenmeyer

Equipos e instrumentos: Balanza granataria (Ohaus), Congelador (Oster), Estufa (Mabe), Batidora (Oster), Licuadora (Oster)

4.3 Metodología

La elaboración del helado de leche de cabra con pigmento de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) se llevó a cabo en tres etapas, con el objetivo de alcanzar la formulación óptima del producto.

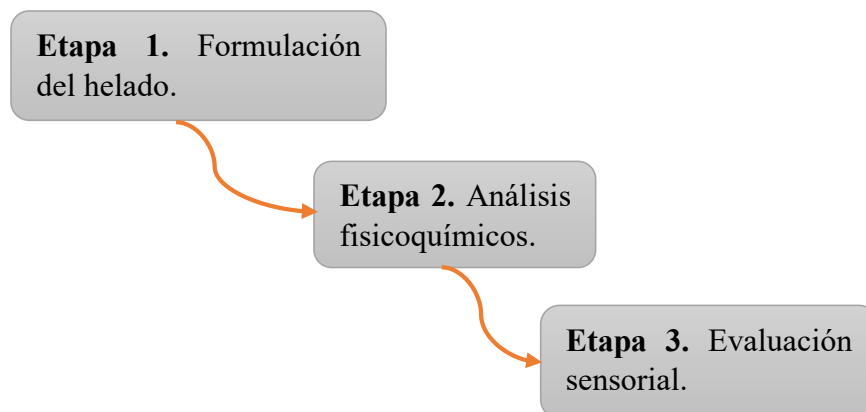


Figura 2 Flujo de proceso en etapas

4.4 Etapa 1: Formulación del helado

4.4.1 Proceso de elaboración del helado

Para cada uno de los tratamientos y repeticiones se aplicó el procedimiento para la preparación de formulación de helado de leche de cabra como se muestra a continuación:

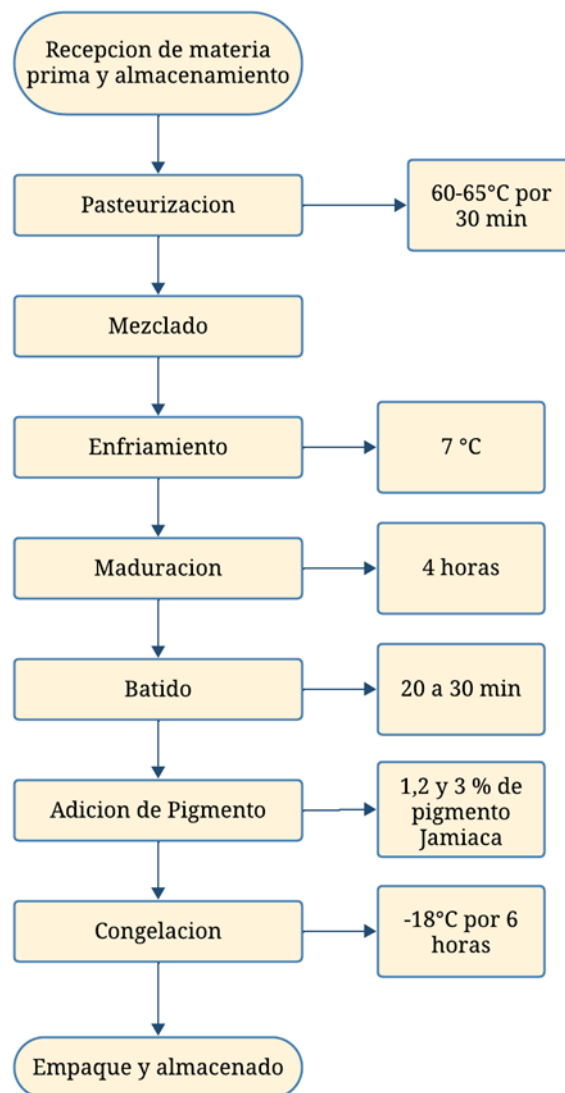


Figura 3 Flujo de proceso del helado de leche de cabra

4.4.2 Recepción de materia prima y almacenamiento:

- ❖ Los ingredientes necesarios para la elaboración del helado, incluyendo leche de cabra fresca, azúcar, leche en polvo, crema de leche, extracto de vainilla y pigmento de jamaica, fueron recibidos e inspeccionados para garantizar su calidad y frescura.
- ❖ La leche de cabra fue almacenada a una temperatura 6 °C durante 24 horas para evitar su deterioro, mientras que los demás ingredientes se mantuvieron a temperatura ambiente en un lugar seco y fresco.

Pasteurización:

La leche fue sometida a una pasteurización lenta a temperatura de 60°C durante 30 minutos para eliminar cualquier bacteria o microorganismo que pudiera estar presente.

Mezclado:

- ❖ Todos los ingredientes fueron mezclados en un recipiente grande utilizando una batidora industrial hasta que estuvieron completamente incorporados y no había grumos.
- ❖ La formulación del helado se basó en una mezcla de leche de cabra (10 lts), crema de leche (3 lts), azúcar morena fortificada con Stevia + Vitamina A (2 lbs), vainilla en líquido (3 ml), pigmento de jamaica (18,36 y 54 gramos), 12 huevos como sustituto de la goma.

Enfriamiento:

- ❖ La mezcla fue sometida a un rápido enfriamiento hasta alcanzar los 7°C, deteniendo así el proceso de pasteurización. Para lograr este objetivo, se empleó un enfriador de agua o un baño de hielo, asegurando la conservación de la mezcla.

Maduración:

- ❖ La maduración permitió que los sabores se desarrollaran y la mezcla adquiriera una textura ligeramente espesa, mejorando así la calidad del helado final. La mezcla enfriada reposó en el refrigerador durante 4 horas a una temperatura de 2-5 °C.

Batido:

- ❖ La mezcla madura fue procesada con una batidora (OSTER) durante 20-30 minutos. Gracias a este proceso, se logró una congelación parcial. La velocidad y el tiempo de batido fueron ajustados para obtener la textura deseada en el helado final.

4.4.3 Adición de pigmento de jamaica:

- ❖ Una vez que el helado comenzó a batirse, se agregó el pigmento de jamaica en polvo o en forma de extracto líquido a una concentración del 1,2 y 3%.

Posteriormente, se mezcló bien el pigmento con la mezcla para obtener un color uniforme.

Congelación:

- ❖ El helado batido fue vertido en envases de plásticos y fue congelado a una temperatura de -18°C durante 6 horas.

Empaque y almacenamiento:

- ❖ Una vez congelado, el helado fue envasado en recipientes herméticos y almacenado en el congelador a una temperatura de -18°C para garantizar una conservación óptima de hasta 3 meses.

4.5 Etapa 2: Análisis fisicoquímicos

En la segunda etapa del análisis, se realizó una caracterización fisicoquímica del helado de leche de cabra con pigmento de jamaica. Se determinaron parámetros como pH, grados Brix y acidez titulable. El pH se evaluó para determinar la estabilidad del producto y su posible influencia en el sabor. Los grados Brix permitieron cuantificar el dulzor del helado, mientras que la acidez titulable proporcionó información sobre su nivel de acidez. La medición de pH se llevó a cabo en el laboratorio de la planta de lácteos aquí se utilizó el pHmetro y ahí se determinó el pH para cada tratamiento al igual se mido lo que son los grados brix del helado el cual se midió en un refractómetro digital y por último la acidez titulable que se determinó mediante una titulación ácido-base. Para ello, se tomó una alícuota de 10 ml de la muestra y se añaden 3 gotas de fenolftaleína como indicador. La titulación se realizó con una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida (0.1 N).

4.6 Etapa 3: Evaluación sensorial del producto final

En esta etapa, se realizó una evaluación sensorial del helado de leche de cabra con pigmento de jamaica. Un panel de 60 consumidores calificó atributos de sabor, aroma y color empleando una escala hedónica de 9 puntos, donde 9 correspondía a "me gusta extremadamente" y 1 a "me disgusta extremadamente".

4.7 Variables estudiadas

4.7.1 Variables independientes

- ❖ Concentración del pigmento.

4.7.2 Variables Dependiente

- ❖ PH
- ❖ Acidez titulable
- ❖ Grados °Brix

4.8 Diseño Experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial 3x1. Los factores fueron el sabor, con tres niveles (1, 2 y 3% de pigmentos naturales), y el tipo de leche, fijado en 100% de cabra. Los datos obtenidos de los diferentes análisis fueron sometidos a un análisis de varianza con interacciones para determinar si existían diferencias significativas entre los niveles del factor sabor. Posteriormente, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey para identificar el origen de dichas diferencias. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando el programa INFOSTAT.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Formulación del helado de leche de cabra

La concentración de pigmento de jamaica se determinó mediante pruebas preliminares en las cuales se determinó que se utilizaría 3 gramos de pigmento de jamaica por cada 500 ml de helado de leche de cabra, buscando un color intenso sin que afectara negativamente el sabor. La azúcar utilizada esta compuesta de azúcar morena fortificada con Stevia + Vitamina A, los huevos fueron seleccionados ya que son un sustituto de goma utilizada para la elaboración de helados sin embargo se, selecciono los huevos por su capacidad para mejorar la textura y la estabilidad del helado. Los resultados obtenidos demostraron que esta formulación permitió obtener un producto con un color rojo intenso, un sabor ligeramente ácido y una textura adecuada.

5.2 Propiedades físico-químicas en el helado

Se realizaron los análisis a los tres tratamientos elaborados, con la finalidad de evaluar y comparar los parámetros fisicoquímicos de la muestra para determinar 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 también grado Brix° de los tratamientos.

Los resultados experimentales, presentados en la Tabla 4, muestran variaciones significativas en el pH, los grados Brix y la acidez titulable según los tratamientos evaluados. El tratamiento T1 presentó un pH más alto (5.95), en comparación con T2 (5.57) y T3 (5.46), lo que indica una menor acidez. Por otro lado, el tratamiento T3 destacó con los valores más altos en grados Brix (21.4) y acidez titulable (0.73), lo que sugiere una mayor concentración de azúcares. Estos resultados preliminares confirman que los diferentes tratamientos aplicados influyen significativamente en las propiedades

fisicoquímicas de las muestras, siendo T3 el tratamiento que genero cambios más significativos.

Tabla 4 Resultados de los análisis físico-químicos en el helado mediante la adición de pigmento de jamaica

Tratamiento	pH	Grados Brix	Acidez titulable
T1	5.95	20.5	0.49
T2	5.57	21.2	0.58
T3	5.46	21.4	0.73

Según (Madrid Vicente y Cenzano 2003) el pH de un helado debe oscilar entre 6 a 7, mientras que el helado de leche de cabra obtuvo valores menores a 6 esto se debe a la acidez de la jamaica. Por su parte (Guler-Akin et al. 2016), encontraron que, el helado que oscilaba con una acidez titulable entre 0.28-0.38 era mejor calificados por el panel de jueces.

5.3 Evaluaciones sensoriales del helado de leche de cabra

5.4 Evaluación de Color

La Figura 4 muestra los resultados de la evaluación sensorial realizada a los tres tratamientos de helado de leche de cabra con pigmento de jamaica. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas en la percepción de los consumidores entre los tres tratamientos. Esto sugiere que las variaciones en la formulación o el proceso de elaboración no tuvieron un impacto detectable en el color del producto final. La alta valoración obtenida por los tres tratamientos indica que, en general, los consumidores encontraron el helado de leche de cabra con pigmento de jamaica como un producto aceptable y agradable.

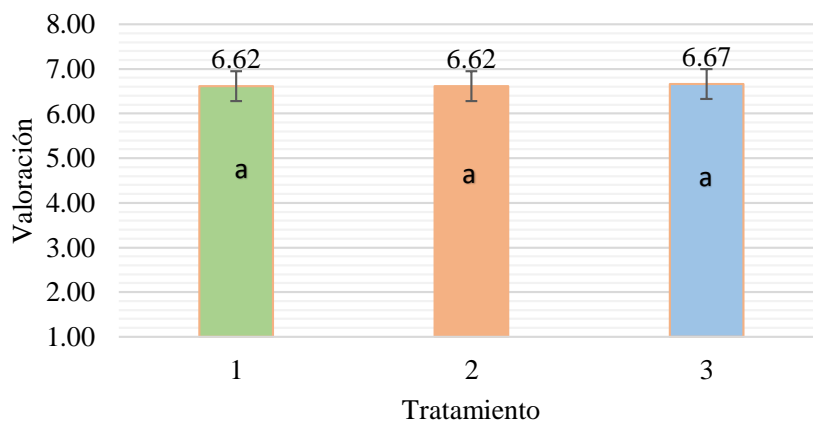


Figura 4 Valores del color en el helado

5.5 Evaluación de Aroma

La Figura 5 muestra los resultados de la evaluación sensorial del aroma de los tres helados de leche de cabra con pigmento de jamaica. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas en la percepción del aroma entre los tres tratamientos. Esto sugiere que las variaciones en la formulación no tuvieron un impacto detectable en el aroma del producto final. Los consumidores percibieron un aroma similar y agradable en los tres helados, lo cual indica que las tres formulaciones fueron exitosas en este aspecto.

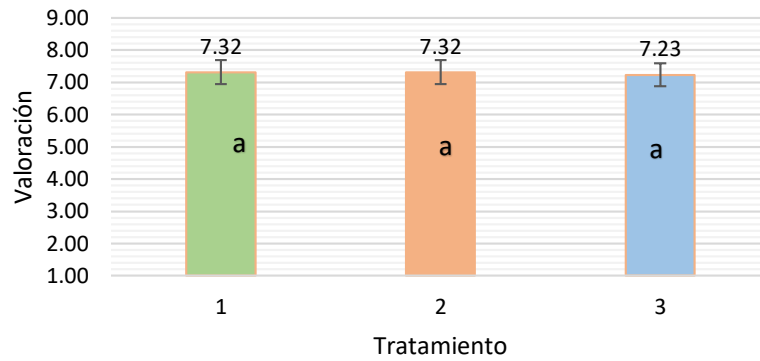


Figura 5 Valores del aroma en el helado

5.6 Evaluación de Sabor

La Figura 6 muestra los resultados de la evaluación sensorial realizada a los tres tratamientos de helado de leche de cabra con pigmento de jamaica. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2, ambos con una valoración promedio alta. Sin embargo, el tratamiento 3 obtuvo una puntuación significativamente menor, lo que sugiere que fue percibido como menos atractivo por los evaluadores. Esto podría indicar que las modificaciones realizadas en el tratamiento 3, como la variación en la cantidad de pigmento o algún otro ingrediente, afectaron negativamente las características sensoriales del helado.

Estos resultados sugieren que los tratamientos 1 y 2 presentaron características sensoriales más aceptables para los consumidores, lo que podría deberse a un equilibrio más adecuado entre el sabor del pigmento de jamaica y los otros ingredientes del helado.

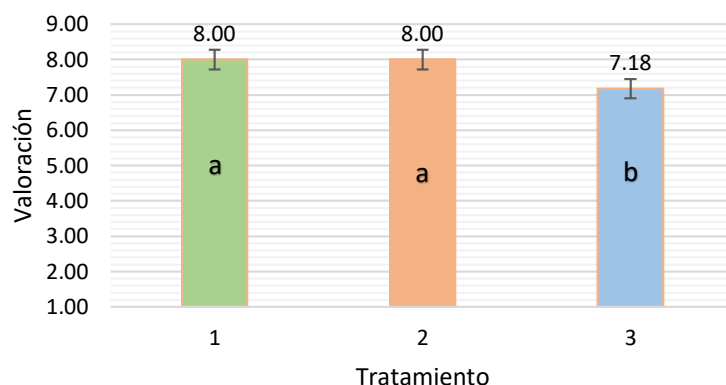


Figura 6 Valores del sabor en el helado

5.7 Aceptabilidad general

La Figura 7 muestra los resultados de la evaluación sensorial de la aceptabilidad general de los tres helados de leche de cabra con pigmento de jamaica. Los resultados indican que los tratamientos 1 y 2 fueron percibidos como los más aceptables por los consumidores, sin diferencias significativas entre ellos. El tratamiento 3, aunque también obtuvo una buena puntuación, fue ligeramente menos preferido. Estos resultados indican que las variaciones en la formulación, como la concentración del pigmento de jamaica o su integración con los demás ingredientes, pueden influir en la percepción sensorial. En este caso, las formulaciones de los tratamientos 1 y 2 lograron mayor aceptación, probablemente debido a un equilibrio óptimo entre sabor, color y textura, mientras que el tratamiento 3 pudo presentar diferencias perceptibles que lo hicieron menos atractivo para los consumidores.

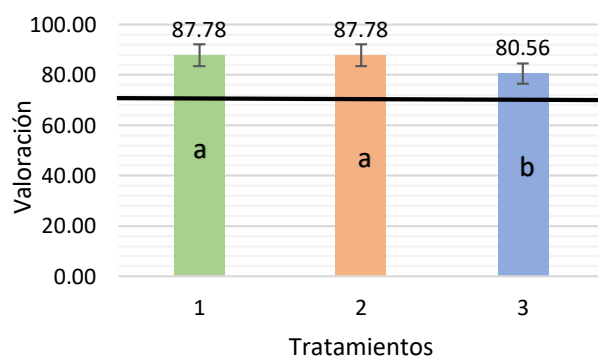


Figura 7 Valores de la aceptación general

VI. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una formulación de helado de leche de cabra con pigmento de jamaica, obteniendo un producto innovador y con un potencial atractivo para el mercado de helados artesanales. A través de la experimentación y análisis, se determinó que la combinación de leche de cabra y pigmento de jamaica resulta en un producto con características sensoriales únicas y deseables.
- Los análisis fisicoquímicos realizados al helado de leche de cabra con pigmento de jamaica demostraron que el producto se encuentra dentro de los parámetros establecidos de los helados. Los pH obtenidos de 5.95, 5.57 y 5.46 no se ubican dentro del rango de 6 a 7, mientras que la acidez titulable de 0.49, 0.58 y 0.73 no se encuentra dentro del rango permitido de 0.28-0.38. Estos resultados, demuestran que la influencia del pigmento de jamaica, afecta significativamente las propiedades físico-químicas debido a la acidez de la jamaica ya que altera dichas propiedades sin afectar los atributos sensoriales.
- La formulación óptima del helado de leche de cabra con pigmento de jamaica se logró mediante la combinación de 10 lts de leche de cabra, 18,36 y 54 gramos de pigmento de jamaica, 3 lts de crema de leche, 12 huevos y 3ml de vainilla sin color. Esta formulación resultó en un helado con un sabor balanceado y un color atractivo, lo cual fue corroborado por los resultados de los análisis fisicoquímicos y las pruebas sensoriales.
- La evaluación sensorial reveló una alta aceptación del helado de leche de cabra con pigmento de jamaica por parte de los consumidores. En una escala de 1 a 9, el helado obtuvo muy buenas puntuaciones especialmente en los T1 y T2 obteniendo valores de 6.62 para el atributo de color, 7.32 para aroma y 8.00 para sabor, indicando una preferencia significativa por estos dos tratamientos. Estos resultados cuantitativos corroboran la percepción general de que el helado desarrollado posee un perfil sensorial atractivo y diferenciado.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación sensorial con una población más amplia que incluya niños y personas con problemas a la intolerancia a la lactosa para dar mayor alcance a los resultados obtenidos en este estudio
- Realizar otra investigación sobre el mejoramiento del helado de la leche de cabra con la adición de otro tipo de gomas para mejorar la textura del helado.
- Tener los equipos necesarios para una mejor realización de este tipo de productos ya que podría mejorar los atributos del helado

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Álvarez-Figueroa, ML; Pineda-Castro, ML; Chacón-Villalobos, A; Cubero-Castillo, E. 2022. Características físicoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosadas (en línea). *Agronomía Mesoamericana* :47039-47039. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47039>.

Amos, A; Khiatah, B. 2022. Mechanisms of Action of Nutritionally Rich Hibiscus sabdariffa's Therapeutic Uses in Major Common Chronic Diseases: A Literature Review. *Journal of the American Nutrition Association* 41(1):116-124. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1848662>.

Arbiza Aguirre, Santos. 1996. La leche de cabra sus propiedades nutritivas y farmacológicas. *Correo del Maestro* (vol. Año I, n° 3):37-42p.

Arechiga, C; Aguilera-Soto, J; Rincon, R; Lara, S; Bañuelos, VR; Meza-Herrera, CA. 2008. Role and perspectives of goat production in a global world. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9:1-14.

Bidot-Fernández, A; ndez. 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. (en línea). *Revista de Producción Animal* 29(2):32-43. Consultado 3 may 2024. Disponible en <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&sw=w&issn=02586010&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA500071877&sid=googleScholar&linkaccess=abs>.

Chacón Villalobos, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 16(2):239-252. Consultado 3 may 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039834>.

Díaz Yubero, I. 2017. Helados (en línea). *Distribución y consumo* 27(147):73-82. Consultado 5 jun. 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5997381>.

Fernández, A. 2017. Composition, Attributes and Benefits of Goat Milk: Literature Review. *Revista de Producción Animal* 29:32-41.

Fuenmayor, R. 2001. Educación y la reconstitución de un lenguaje madre. *Lógoi* 4:39-58.

Guo, M. 2003. GOAT | Milk (en línea). In *Caballero, B (ed.)*. Oxford, Academic Press. p. 2944-2949 DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00565-4>.

Gustavo Paz, R; Togo, JA; López, C. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (santiago del estero, argentina). (en línea). *Revista Científica* 17(2):161-165. Consultado 3 may 2024. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0798-22592007000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Hammam, A; Salman, S; Elfaruk, M; Alsaleem, K. 2022. Goat Milk: Compositional, Technological, Nutritional and Therapeutic Aspects: A Review. *Asian Journal of Dairy and Food Research* . DOI: <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-261>.

Kalyankar, SD; Khedkar, CD; Patil, AM. 2016. Goat: Milk (en línea). In *Caballero, B; Finglas, PM; Toldrá, F (eds.)*. Oxford, Academic Press. p. 256-260 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00358-5>.

Lara Villoslada, F. 2005. La leche de cabra en nutrición infantil: una fuente de nuevos ingredientes funcionales (en línea). <http://purl.org/dc/dcmitype/Text>. Págs. 1. s.l., Universidad de Granada. Consultado 3 may 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=294720>.

Lombana, H; Moreno Vargas, D; Atuesta, J. 2011. Original: Guía Técnica de producción Ovina y Caprina. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24875.28965>.

Martínez Vázquez, SE; Nogueira de Rojas, JR; Remes Troche, JM; Coss Adame, E; Rivas Ruíz, R; Uscanga Domínguez, LF. 2020. Importancia de la intolerancia a la lactosa en individuos con síntomas gastrointestinales (en línea). *Revista de Gastroenterología de México* 85(3):321-331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rgm.2020.03.002>.

Meléndez-Martínez, AJ; Vicario, IM; Francisco J., H. 2004. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides (en línea). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*

54(2):149-155. Consultado 2 may 2024. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222004000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Misselwitz, B; Butter, M; Verbeke, K; Fox, MR. 2019. Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management (en línea). *Gut* 68(11):2080-2091. DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-318404>.

Moreno Aznar, LA; Cervera Ral, P; Ortega Anta, RM^a; Díaz Martín, JJ; Baladia, E; Basulto, J; Bel Serrat, S; Iglesia Altaba, I; López-Sobaler, AM^a; Manera, M; Rodríguez Rodríguez, E; Santaliestra Pasías, AM; Babio, N; Salas-Salvadó, J. 2013. Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española (en línea). *Nutrición Hospitalaria* 28(6):2039-2089. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6856>.

Panahi, S; Tremblay, A. 2016. The Potential Role of Yogurt in Weight Management and Prevention of Type 2 Diabetes. *Journal of the American College of Nutrition* 35(8):717-731. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2015.1102103>.

Park, Y. 2007. . Park, Y.W. and G.F.W. Haenlein. 2007. Goat Milk, Its Products and Nutrition. In: *Handbook of Food Products Manufacturing*. Y.H. Hui, Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. Pp 447-486. s.l., s.e. p. Pp 447-486.

Park, YW; Juárez, M; Ramos, M; Haenlein, GFW. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk (en línea). *Small Ruminant Research (Serie Special Issue: Goat and Sheep Milk)* 68(1):88-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>.

Rodríguez Martínez, D; Pérez Méndez, LF. 2006. Intolerancia a la lactosa (en línea). *Revista Española de Enfermedades Digestivas* 98(2):143-143. Consultado 2 may 2024. Disponible en https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1130-01082006000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Saborido, R; Leis, R; Saborido, R; Leis, R. 2018. El yogur y recomendaciones dietéticas en la intolerancia a la lactosa (en línea). *Nutrición Hospitalaria* 35(SPE6):45-48. DOI: <https://doi.org/10.20960/nh.2287>.

Szilagyi, A; Galiatsatos, P; Xue, X. 2016. Systematic review and meta-analysis of lactose digestion, its impact on intolerance and nutritional effects of dairy food restriction in

inflammatory bowel diseases (en línea). *Nutrition Journal* 15:67. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0183-8>.

Szilagyi, A; Ishayek, N. 2018. Lactose Intolerance, Dairy Avoidance, and Treatment Options (en línea). *Nutrients* 10(12):1994. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10121994>.

Turck, D. 2013. Cow's milk and goat's milk. *World Review of Nutrition and Dietetics* 108:56-62. DOI: <https://doi.org/10.1159/000351485>.

Vaillant, M-F; Alligier, M; Baclet, N; Capelle, J; Dousseaux, M-P; Eyraud, E; Fayemendy, P; Flori, N; Guex, E; Hennequin, V; Lavandier, F; Martineau, C; Morin, M-C; Mokaddem, F; Parmentier, I; Rossi-Pacini, F; Soriano, G; Verdier, E; Zeanandin, G; Quilliot, D. 2021. Guidelines on Standard and Therapeutic Diets for Adults in Hospitals by the French Association of Nutritionist Dieticians (AFDN) and the French Speaking Society of Clinical Nutrition and Metabolism (SFNCM) (en línea). *Nutrients* 13(7):2434. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13072434>.

Valenzuela V, C; Pérez M, P. 2016. Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos (en línea). *Revista chilena de nutrición* 43(2):188-195. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>.

Varjú, P; Gede, N; Szakács, Z; Hegyi, P; Cazacu, IM; Pécsi, D; Fábrián, A; Szepes, Z; Vincze, Á; Tenk, J; Balaskó, M; Rumbus, Z; Garami, A; Csupor, D; Czimmer, J. 2019. Lactose intolerance but not lactose maldigestion is more frequent in patients with irritable bowel syndrome than in healthy controls: A meta-analysis (en línea). *Neurogastroenterology and Motility* 31(5):e13527. DOI: <https://doi.org/10.1111/nmo.13527>.

Villota García, VP; Lucero, M; Segura, J; Coba, R; Brito, H. 2019. Colorantes naturales para uso alimenticio. *Ciencia Digital* 3:88-98. DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510>.

Vinha, AF; Rodrigues, F; Nunes, MA; Oliveira, MBPP. 2018. Natural pigments and colorants in foods and beverages (en línea). s.l., Elsevier. p. 363-391 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813572-3.00011-7>.

ANEXOS

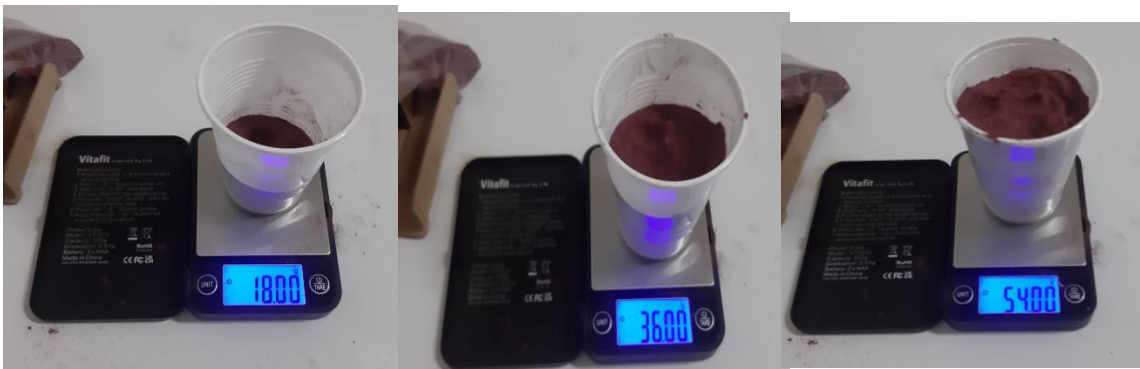
Anexos 1 Pruebas preliminares del helado de leche de cabra



Anexos 2 Pasteurización de la leche



Anexos 3 Pesado de pigmento



Anexos 4 Adición y batido de pigmento



Anexos 5 Formulaciones de los 3 tratamientos



Anexos 6 Ficha de evaluación sensorial

Formato de evaluación sensorial.

IV año- Ingeniería en tecnología Alimentaria

Formato de evaluación

Prueba sensorial de Helado de leche de cabra con pigmento de Jamaica .

Sexo: _____

Edad _____

Instrucciones

Ante usted se le presentan muestras de un helado de leche de cabra , Por favor observe y saboree la muestra. Indique su nivel de agrado marcando con un número que corresponda a su puntaje en la escala hedónica. Escriba él número que mejor se identifique con su nivel de aceptación para cada atributo a evaluar.

Calificación Hedónica	Calificación numérica
Me disgusta muchísimo	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta bastante	3
Me disgusta ligeramente	4
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me gusta ligeramente	6
Me gusta bastante	7
Me gusta mucho	8
Me gusta muchísimo	9

Cada una de las muestras presenta un código el cual debe marcar con la calificación numérica la que más le agrade.

Pruebas	Atributo para cada elemento			
	Color	Olor	Sabor	Aceptación General
Código				
921				
694				
863				