

**SUSTITUCIÓN DE AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA EN
LA ELABORACIÓN DE UNA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L)**

SANDRA JIMENA FORI PARRA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2022**

**SUSTITUCIÓN DE AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA EN
LA ELABORACIÓN DE UNA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L)**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN: GINTAL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**TRABAJO DE GRADO CON MODALIDAD DE PRACTICA EMPRESARIAL
PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

PRESENTADO POR: SANDRA JIMENA FORI PARRA

DIRECTOR(A): MARIELA HERNÁNDEZ ORDOÑEZ, PHD

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2022**

Nota de aceptación:

Firma directora de grado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pamplona, 14 de diciembre de 2022

Agradecimientos

Primeramente agradezco a Dios por haberme otorgado una familia única y maravillosa, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome siempre a valorar todo lo bueno que nos regala la vida, gracias a mi madre Fani Parra por acompañarme en mis agotadores días de estudio en las que su compañía y la llegada de sus cafés eran para mí como agua en el desierto y a mi hermana Leidy Parra por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, por cada una de sus palabras de aliento, a ellas gracias por ser las principales promotoras de mis sueños.

Gracias a mi universidad por haberme permitido formarme, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos lo que aportaron su granito de arena que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

El camino hasta ahora no ha sido sencillo, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su bondad y apoyo, lo complicado de lograr se ha notado menos. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi bella familia.

CONTENIDO

	Pag.
1 RESUMEN	9
2 INTRODUCCIÓN	10
3 JUSTIFICACIÓN.....	11
4 OBJETIVOS.....	12
4.1 OBJETIVO GENERAL	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
5 MARCO REFERENCIAL	13
5.1 MIMO'S.....	13
5.1.1 Misión.....	13
5.1.2 Visión	13
5.1.3 Estrategia.....	13
5.1.4 Certificaciones.....	13

5.2	HELADOS	14
5.2.1	Historia	14
5.2.2	Generalidades	14
5.2.3	Definición	14
5.2.4	Clasificación	14
5.2.5	Requisitos de los helados de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1239 de 2002.	15
5.2.6	Materias primas.....	16
5.2.7	Proceso de elaboración de la paleta de fresa	18
5.3	FRESA.....	21
5.3.1	Características	21
5.3.2	Descripción del fruto.....	23
5.3.3	Taxonomía y origen.....	23
5.3.4	Composición química	23
5.3.5	Clasificación	26
5.3.6	Requisitos específicos.....	27
5.3.7	Parámetros de calidad	28
5.4	GLÚCIDOS	29

5.4.1	Sacarosa	29
5.5	SUCRALOSA	32
5.5.1	Historia	32
5.5.2	Características	32
5.5.3	Propiedades fisicoquímicas.....	32
5.5.4	Estructura química	33
6	METODOLOGÍA	34
6.1	ELABORACIÓN DE LA PALETA DE FRESA (<i>FRAGARIA CHILOENSIS L</i>) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.....	34
6.2	EVALUACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL, MICROBIOTA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA PALETA DE FRESA (<i>FRAGARIA CHILOENSIS L</i>) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.	37
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
7.1	ELABORACIÓN DE LA PALETA DE FRESA (<i>FRAGARIA CHILOENSIS L</i>) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.....	43
7.2	EVALUACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL, MICROBIOTA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA PALETA DE FRESA (<i>FRAGARIA CHILOENSIS L</i>) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.....	44

8	CONCLUSIONES	56
9	RECOMENDACIONES	57
10	BIBLIOGRAFÍA	58
11	ANEXOS	61

LISTA DE CUADROS

	pag.
Cuadro 1. Requisitos fisicoquímicos para el helado.....	15
Cuadro 2. Requisitos microbiológicos para helados	16
Cuadro 3. Límites máximos de contaminantes para helados.....	16
Cuadro 4. Tamaños de la fresa.....	22
Cuadro 5. Taxonomía de la fresa.....	23
Cuadro 6. Composición química de la fresa en 100 g de fruta	24
Cuadro 7. Composición en minerales de la fresa.....	25
Cuadro 8. Composición en vitaminas de la fresa.	25
Cuadro 9. Contenidos de azúcares, pH y acidez de lagunas variedades de fresa.	25
Cuadro 10. Diámetro de la fresa.	26
Cuadro 11. Solidos solubles totales de acuerdo a la tabla de color (social, 1997).	27
Cuadro 12. Acidez titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico (social, 1997).....	28
Cuadro 13. Índice de madurez mínimo (social, 1997).....	28
Cuadro 14. Propiedades fisicoquímicas de la sucralosa.....	33
Cuadro 15. Formulación para elaboración de paleta de fresa	37
Cuadro 16. Reportes nutricionales de la FoodData USDA	39
Cuadro 17. Contenido de lípidos por 100 g de producto.....	40
Cuadro 18. Contenido de hidratos de carbono por 100 g de producto.....	40
Cuadro 19. Contenido de proteínas por 100 g de producto	41
Cuadro 20. Contenido de vitaminas por 100 g de producto	41
Cuadro 21. Contenido de minerales por 100 g de producto.....	42
Cuadro 22. Contenido de calorías por 100 g de producto.....	42
Cuadro 23. Resultados microbiológicos de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa	49
Cuadro 24. Resultado microbiológico de unidades formadoras de colonias de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa	51
Cuadro 25. Criterio microbiológico de helados y mezclas para helado.....	52
Cuadro 26. Calculo nutricional paleta de fresa 20% de sustitución.....	53
Cuadro 27. Calculo nutricional paleta de fresa 50% de sustitución.....	54

Cuadro 28. Calculo nutricional paleta de fresa 100% de sustitución.....	54
--	----

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pag.
Ilustración 1. Diagrama del proceso de elaboración de paletas de frutas	18
Ilustración 2. Diagrama de flujo para la paleta de naranja y limón	20
Ilustración 3. Formas y tamaños de la fresa.....	22
Ilustración 4. Tabla de color de la fresa variedad Chandler.	27
Ilustración 5. Estructura química de la sacarosa.....	29
Ilustración 6. Estructura química de la sucralosa	33
Ilustración 7. Diagrama de flujo paleta de fresa	35
Ilustración 8. Mix paleta de fresa.....	43
Ilustración 9. Paleta de fresa.....	44

LISTA DE GRAFICAS

pag.

Gráfica 1. Porcentaje de salidos solubles de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada por sucralosa.....	44
Gráfica 2. pH de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa	46
Gráfica 3. Evaluación sensorial de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa	47

1 RESUMEN

El presente trabajo de grado consistió en plantear la sustitución parcial y total de azúcar refinada comercial por sucralosa evaluando propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una paleta sabor a fresa y de esta manera obtener un producto con características muy similares a la formulación original y poder reducir la cantidad de azúcares añadidos.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Medellín Colombia en la empresa de Mimo's, usando técnicas industriales en donde se establecieron tiempos de proceso, características fisicoquímicas de las mezclas, las cuales fueron llevadas a congelamiento rápido en la maquina paleta la cual obtiene paletas en un tiempo de 20 minutos, en donde el proceso consiste el sumergir los moldes de acero inoxidable en salmuera (cloruro de calcio), para posteriormente ser analizada microbiológicamente y sensorialmente.

Se plantearon sustituciones de 20%, 50% y 100% de azúcar refinada comercial por sucralosa y la muestra control, en donde se evaluaron parámetros fisicoquímicos como sólidos solubles (°Brix) y pH, además de los parámetros microbiológicos y sensoriales, en donde a cada tratamiento se le evaluaron características en cuanto a color, sabor, aroma, apariencia y aceptación general mediante una escala hedónica de 7 puntos, por medio de 20 panelistas no entrenados entre hombres y mujeres trabajadores de la misma empresa.

De acuerdo a los análisis obtenidos de los resultados se determinó que el mejor resultado desde el punto de vista sensorial es la muestra control 160 (100% azúcar) seguido por la muestra 284 con el 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa, desde el ámbito fisicoquímico la muestra con el 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa presento una reducción considerable en cuanto a sólidos solubles y el pH se mantuvo en el rango de 3,4 a 3,7 el cual es el indicado para evitar el crecimiento de microorganismos y para finalizar según los resultados del análisis microbiológico en cuanto a coliformes y mesófilos los cuales son indicadores de buena calidad todas las muestras presentaron unidades formadoras de colonias pero se encontraban dentro del rango establecido según la normativa, esto quiere decir que no presenta ningún peligro para las personas que consuman este producto .

2 INTRODUCCIÓN

La industria de helados actualmente busca la creación de nuevos procesos de elaboración o sustitución de algunos de sus ingredientes para la elaboración de los mismos, con el fin de mejorar o mantener cualidades tanto organolépticas como fisicoquímicas, esto con el fin de obtener helados más saludables.

Con el propósito de mejorar las paletas de fresa desde una perspectiva más saludable se hace necesario el cambio de algunos de sus ingredientes, en este caso el azúcar debido a que en cantidades excesivas es perjudicial para la salud asociándose con diferentes enfermedades como la diabetes entre otras, es por esta razón que se ha analizado posibles ingredientes para sustituir el uso de azúcar buscando no alterar drásticamente parámetros sensoriales como el sabor, aroma y color de la formulación original, por otro lado reducir los contenidos de azúcar y obtener una paleta de fresa mucho más beneficiosa.

En el presente estudio se toma como sustituto de la azúcar refinada comercial a la sucralosa, debido a que es un producto endulzante con características muy parecidas a la de la sacarosa, además es más saludable que el azúcar, no contiene calorías y las cantidades requeridas para endulzar un alimento son mínimas; además, también se tiene el reto de quitar el sello de alto en azúcares añadidos de acuerdo a la nueva normativa de etiquetado nutricional Resolución 810 de 2021.

Sin embargo, se desconoce las características organolépticas que este tipo de endulzantes confieren a las paletas de fresa, bajo este contexto se plantea experimentar con diferentes porcentajes de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa y se evaluarán aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales y de esta manera se expondrán los resultados obtenidos. Hoy en día el reto de la industria es encontrar una estabilidad entre la calidad de un producto terminado midiendo las diferentes propiedades que lo componen mediante la aceptación del consumidor y más cuando se emplean materias primas no comunes, de acuerdo a lo anteriormente descrito el objetivo del presente trabajo de grado es sustituir parcial y totalmente a la azúcar refinada comercial por sucralosa en la elaboración de una paleta de fresa con el fin de reducir la adición de azúcares añadidos.

3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente en Colombia existen grandes y pequeñas empresas dedicadas al sector de la heladería, pero ninguna de estas empresas brindan productos saludables, dentro de estos podemos catalogar a aquellos que sean elaborados de la manera más natural posible evitando a toda costa la adición de azúcares, sal, grasas, entre otros; de igual modo a través de la historia han surgido dos cambios importantes en cuanto a los hábitos en las personas, el primero de ellos es que en la actualidad la mayoría de la población es sedentaria y todo lo que se refiere a alimentos se encuentra a la mano, mientras que nuestros antepasados requerían mucho más esfuerzo para conseguir los alimentos, el segundo caso vino con la revolución industrial gracias a la llegada de maquinaria la cual reemplazó la mano de obra llevando a la reducción de actividad física, a lo dicho anteriormente se puede agregar que hoy por hoy se pasan muchas horas sentado frente a un computador ya sea estudiando o trabajando lo que lleva a un aumento en el sedentarismo (Montaño, 2017). MIMOS quiere ser la primera empresa con la capacidad de ofrecer a sus consumidores productos que conlleven a promover beneficios en la salud y de esta manera poder crear hábitos y nuevos estilos de vida saludable.

Jonathan Sánchez (Sánchez & Vergara, 2022), expone que hoy en día las personas son mucho más cuidadosas y tienen más criterio al momento de adquirir productos alimenticios, en donde se revisa con detenimiento tanto los diferentes componentes de un alimento como la tabla nutricional, conllevando de esta manera a una alimentación sana y saludable, es por esto que los productos con más auge en el momento son de origen local elaborados con materias primas propias de la región y con fórmulas tradicionales; de igual modo también se busca que los materiales en los cuales son envasados estos productos sean biodegradables y reciclables contribuyendo al medio ambiente.

Como bien se sabe hoy por hoy dentro de las tendencias mundiales está el consumo de productos saludables los cuales están constante desarrollo, en los últimos años se ha presenciado cambios evidentes en los estilos de vida de las personas y es por esta razón que este proyecto se centra a las necesidades de toda la población, el cual busca poder ofrecer paletas de frutas sustituyendo el azúcar refinado por un endulzante no calórico, contribuyendo de esta manera a mantener un estado de salud favorable (Sandoval & Tancayllo, 2017).

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa en la elaboración de una paleta de fresa (*Fragaria Chiloensis L*) con el fin de reducir la adición de azúcares añadidos para dar cumplimiento con la normativa vigente.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboración de la paleta de fresa (*Fragaria Chiloensis L*) con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa.
- Evaluación química, sensorial, microbiota y valor nutricional de la paleta de fresa (*Fragaria Chiloensis L*) con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa.

5 MARCO REFERENCIAL

5.1 MIMOS

Es una compañía colombiana que produce y comercializa helados y productos complementarios. Fue fundada por una emprendedora familia paisa en octubre de 1971 en la ciudad de Medellín. La empresa fue constituida inicialmente con el propósito de brindar al sector de helados algo novedoso: el helado blando cubierto con chocolate. Para su inicio la familia adquirió maquinaria especializada que cumplía con los requisitos del producto. En 1979 la empresa importa maquinaria, iniciando de esta manera la tecnificación de sus equipos de producción, de acuerdo a lo encontrado en la página oficial de mimo's (Mimo's, 2022).

5.1.1 Misión

MIMO'S es hoy en día una de las empresas de alimentos más reconocidas del país. El estricto control de calidad hace que ocupe un primerísimo lugar en higiene y presentación de sus productos. La certificación se constituye en el reconocimiento formal al trabajo que durante años ha realizado la compañía en materia de calidad (Mimo's, 2022).

5.1.2 Visión

El compromiso de calidad parte de la alta dirección involucrando a todos los que intervienen directa o indirectamente en la elaboración de los diferentes productos; esto se materializa con la obtención de las diferentes certificaciones que nos destacan como la empresa de helados más segura y confiable en Latinoamérica (Mimo's, 2022) .

5.1.3 Estrategia

La estrategia inicial de Mimo's para incursionar en el mercado fue la calidad tanto de sus productos como del servicio y la atención directa al cliente en su propio punto de venta estrella, conocido como Mimo's de la 70. Mimo's desde siempre ha contado con un laboratorio de Control de Calidad, quizá el primero existente en la ciudad de Medellín, en la mediana y pequeña empresa, en la categoría de alimentos (Mimo's, 2022) .

5.1.4 Certificaciones

MIMO'S se ha esforzado por demostrar a sus clientes la calidad (Mimo's, 2022):

En 2002 El Icontec certifica a Mimo's en ISO 9001:2000 SGA.

En 2005 La Seccional de Salud de Antioquia certificación a Mimo's en BPM.

En 2005 El Icontec renueva la certificación a Mimo's en ISO 9001:2000 SGA.

En 2006 El Invima Certifica la línea de salsas de Mimo's en HACCP.

En 2007 SGS Certifica todas las líneas de nuestros productos en GMP – HACCP.

5.2 HELADOS

5.2.1 Historia

Su nacimiento yace en Asia probablemente en China en donde fueron halladas diferentes investigaciones de mezclas entre leche y agua helada, seguidamente se desplegó por toda Europa y fue en Italia donde debido a las recetas que se utilizaban en China fue que logró su gran renombre. En el siglo XVI el nitrato de etilo tendría gran importancia ya que lograba bajar la temperatura de la mezcla gracias a la unión entre este compuesto con el hielo y fue Catalina de Medicis quien dio a conocer el helado en Francia y fue allí mismo fue donde se empezó a usar el huevo como parte de los ingredientes del helado y en América luego del descubrimiento de Colón fue que se dio a conocer el helado (Martínez, 2018).

5.2.2 Generalidades

Los helados son catalogados hoy en día como un snack o postre al cual se le debe destacar su valor nutritivo el cual es elevado debido a la presencia de proteínas, calcio y vitaminas, gracias a sus principales materias primas de elaboración que son variedad de frutas y lácteos.

5.2.3 Definición

Los helados son postres o snacks nutritivos los cuales son obtenidos por medio del mezclado, batido y congelado de derivados lácteos y otros ingredientes permitidos. (salud, 2002)

5.2.4 Clasificación

Según la composición y materias primas elementales del helado este se puede clasificar en: de crema de leche, leche, leche con grasa vegetal, yogur, grasa vegetal, lácteo de imitación, sorbete, fruta, agua o nieve y de bajo contenido calórico (salud, 2002). A continuación, se describe los helados en los cuales no contienen productos lácteos como materia prima principal y que son el centro de interés en esta investigación:

5.2.4.1 Helado de fruta

Producto preparado esencialmente con agua potable y frutas al cual se le pueden resaltar sabores y aromas por medio de esencias ya sea artificialmente o naturalmente, con un contenido de fruta natural mínimo del 10% m/m.

5.2.4.2 Helado de agua o nieve

Producto el cual dentro de su composición no tiene presencia de grasas ni proteínas, excluyendo a las provenientes de las materias primas como frutas, el cual es elaborado con agua, azúcar, aditivos e ingredientes permitidos.

5.2.5 Requisitos de los helados de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1239 de 2002.

5.2.5.1 Requisitos fisicoquímicos

Los diferentes helados y mezclas para los mismos deben cumplir con los requisitos fisicoquímicos los cuales se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Requisitos fisicoquímicos para el helado

Clase de helado	De crema de leche	De leche	De leche con grasa vegetal	De yogur	Con grasa vegetal	No lácteo, de imitación	Sorbete o "Sherbet"	De fruta	De agua o nieve
Requisito									
Grasa total, % m/m, mín	10	4	8	2	6	4	0,5	---	---
Grasa láctea, % m/m, mín	10	4	2	2	---	0	---	---	---
Grasa vegetal, % m/m, mín	---	---	*	0	6	4	-	---	---
Sólidos totales, % m/m, mín	36	27	33	25	30	26	20	20	15
Proteína láctea, % m/m mín (N x 6,38)	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0,5	0	0
Ensayo de fosfatasa alcalina	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	---	Negativo	-----	-----
Peso/volumen, g/l, mín	475	475	475	475	475	475	475	475	475
Acidez como ácido láctico, % m/m, mín	---	---	---	0,25	---	---	---	---	---
Si se declara huevo: sólidos de yema de huevo, % m/m, mín	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	---	---
NOTA La mezcla en polvo para helados debe presentar un máximo de 4% de humedad, y cumplir con los requisitos microbiológicos y características fisicoquímicas equivalentes a las indicadas para el helado, según el caso									
* El fabricante establece el valor de grasa vegetal, siempre y cuando se cumpla con los valores mínimos de grasa total y de grasa láctea de la Tabla 1.									

Tomado de: (salud, 2002)

5.2.5.2 Requisitos microbiológicos

Los diferentes helados y mezclas para los mismos ya sea concentrada o líquida, deben cumplir con los requisitos microbiológicos los cuales se describen en el cuadro 2; en donde n es el número de muestras por analizar, m el índice máximo permisible para buena calidad, M el índice máximo permisible para nivel aceptable de calidad y c el número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Cuadro 2. Requisitos microbiológicos para helados

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos ¹ , UFC/g	5	10 000	100 000	2
Recuento de Coliformes, UFC/g	5	100	200	2
Recuento de <i>E. coli</i> , ² UFC/g	5	<1	---	0
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva, UFC/g	5	100	200	2
Detección de <i>Salmonella</i> /25 g	5	0	----	0
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	5	0	-----	0

Tomado de: (salud, 2002)

5.2.5.3 Contaminantes

Los diferentes helados y mezclas para los mismos, deben cumplir con los límites de contaminantes los cuales se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Límites máximos de contaminantes para helados

Requisito	Límite máximo en mg/kg
Arsénico como As	0,5
Plomo como Pb	1,0

Tomado de: (salud, 2002)

Los requisitos fisicoquímicos, microbiológicos y límites máximos de contaminantes con que deben cumplir los helados y mezclas para los mismos, fueron tomados de la norma técnica colombiana (NTC) 1239 (salud, 2002).

5.2.6 Materias primas

Para la elaboración de paletas se tienen materias primas esenciales las cuales cumplen distintas funciones que permiten dar atributos como textura, las cuales se describirán a continuación, (Kruseman, 2015):

Agua: esta es la materia prima principal en la elaboración de paletas ya que está en mayor proporción, esta debe ser agua potable sin presencia de olores y sabores extraños.

Azúcar: dentro de sus funciones podemos destacar que aparte de endulzar dan cuerpo, textura y son responsables de la disminución del punto de congelamiento. Una de las cosas que hay que prevenir en un producto congelado como las paletas es la formación de cristales grandes de hielo y esto se verifica con el punto de congelamiento, entre más pequeños estén los cristales de hielo en la paleta su textura será mucho mejor.

En la formulación se tendrá más agua libre lo que conlleva a la formación de grandes cristales de hielo a consecuencia de un punto de congelamiento demasiado bajo lo que conlleva a que la textura no sea la adecuado resultando muy áspera, la consistencia no será firme y de acuerdo a los cambios de temperatura que se pueden presentar desde su producción hasta el consumo final llevara a la formación de grandes cristales de hielo. Para obtener un punto de congelamiento adecuado se deben mezclar la sacarosa con diferentes edulcorantes como la dextrosa y jarabe de glucosa los cuales mejoran la textura y evitan la formación de cristales de hielo.

Frutas: es fundamental usar frutas en su punto óptimo de maduración ya que tendrá más contenido de azúcares y mejores cualidades en cuanto a sabor y textura se refiere. Es conveniente tener en cuenta el azúcar y el agua que está presente de manera natural en la fruta ya que con esto se ve afectado el balance de otras materias primas dentro de la formulación de un producto.

Estabilizantes: dentro de sus funciones podemos destacar que dan textura, evitan la formación de cristales de hielo y la migración en cuanto a color y sabor durante el proceso de congelamiento y aunque las frutas aportan a la estabilidad del producto gracias a que contienen pectina se hace necesario la adición de estabilizantes, la pectina como estabilizante es muy usado en la elaboración de paletas de frutas debido a que a pH bajo estabiliza muy bien.

Acidulantes: las frutas en su gran mayoría son ácidas lo que quiere decir que los pH están por debajo de 4.5 y la relación entre la acidez y la cantidad de edulcorantes es fundamental para mejorar el perfil del sabor y su intensidad. Dentro de los acidulantes más usados encontramos el jugo de limón, el ácido cítrico y el ácido málico.

5.2.7 Proceso de elaboración de la paleta de fresa

5.2.7.1 Diagrama de flujo del proceso

En la ilustración 1 y 2 se muestran el diagrama de flujo con cada una de las etapas en el proceso de elaboración de paletas de acuerdo a lo descrito por diferentes autores.

Ilustración 1. Diagrama del proceso de elaboración de paletas de frutas



Tomado de: (Bejarano, 2018)

5.2.7.2 Descripción de las etapas de elaboración de la paleta de fresa

Según el estudio de paletas artesanales Naturally (Bejarano, 2018), plantean el proceso de elaboración de paletas el cual se describe a continuación:

Recepción materia prima: esta etapa consiste en acoger todas las materias primas necesarias para la elaboración de paletas, en donde se hará una selección de las mismas y se almacenaran de acuerdo a las especificaciones de cada producto.

Pesaje, clasificación y lavado: las diferentes materias primas serán pesadas, lavadas y clasificadas para las que lo requieran, para eliminar cualquier componente extraño como palos y plaguicidas.

Adecuación, pelado y pesado: hay paletas que requieren para su elaboración tanto pulpa como trozos de fruta entonces esta etapa consiste en la adecuación de estas materias primas, de igual modo se pesan de acuerdo a la formulación.

Mezcla y homogenización: todas las materias primas son mezcladas y homogenizadas de forma manual o mecánica con el fin de todos los ingredientes se integren mejor.

Procesamiento: la mezcla es colocada en moldes a los cuales se les añade palitos de madera con extractores y alineadores para que el palito quede centrado correctamente, seguidamente los moldes se llevan a un equipo para la producción de paletas el cual contiene una salmuera.

Empaque y sellado: las paletas eran empacadas en bolsas de polietileno de baja densidad y finalmente selladas por medio de una selladora para que el proceso se lleve de manera más rápida.

Almacenamiento: las paletas se almacenarán en un congelador a una temperatura entre 0 a -18°C, evitando a toda costa un aumento en la temperatura a raíz del ambiente.

Despacho: el producto se entregará a diferentes mercados los cuales deben presentar las condiciones necesarias para garantizar la cadena de frío al igual que el carro en el que son transportadas.

Ilustración 2. Diagrama de flujo para la paleta



Tomado de: (Chacon, 2003)

Descripción de las etapas del proceso

Alberto Chacón (Chacon, 2003), de acuerdo plantea el diagrama de proceso para la elaboración de una paleta de naranja y limón, la descripción de cada una de las etapas de acuerdo al diagrama de proceso se describe a continuación:

Recibo, selección y pesado: se recibe la fruta y se procede a seleccionarla de acuerdo al tamaño y que no presentes daños externos por mala manipulación, seguidamente se pesa.

Higienización: en esta etapa se lava y desinfecta la fruta, se procede a almacenar la fruta a 10°C máximo por un día, de igual modo se da inicio a las operaciones de extracción de la pupa de fruta no sin antes lavar y desinfectar todos los utensilios, pisos, mesas y equipos de trabajo necesarios para este proceso.

Extracción tamizada del jugo: las naranjas se deben partir a la mitad para mayor facilidad y por medio de un extractor se adquiere el jugo de la naranja el cual después pasa por un proceso de tamizado para eliminar semillas y bagazo.

Medición y mezcla de ingredientes: materias primas como azúcar, agua y goma se pesan de acuerdo a la formulación para ser agregados al jugo de naranja, es importante diluir la goma en un poco de agua antes de adicionarla.

Pasteurización: este proceso se realiza en una marmita hasta que la mezcla hierva.

Moldeado: la mezcla se adiciona en moldes de acero inoxidable, a estos moldes se les hace un pre (Dueñas & Palacios, 2003)- congelamiento en un congelador a una temperatura de -27,22°C por un tiempo de 47 minutos.

Adición de cascara confitada: se agrega la cascara confitada a la mezcla la cual equivale al 20% en peso del volumen de la mezcla, del mismo modo se coloca el palito de madera en cada molde.

Congelamiento: esta etapa se realiza en un tiempo de 30 minuto a una temperatura de -27,22°C.

Empacado y etiquetado: ya congeladas las paletas se procede a sumergirlas en agua más o menos por un minuto para facilitar su extracción de los moldes para ser empacadas en bolsas de cloruro de polivinilo (PVC) las cuales con las que se recomienda para este tipo de productos, finalizado este proceso el producto debe almacenarse a temperaturas bajo 0°C.

5.3 FRESA

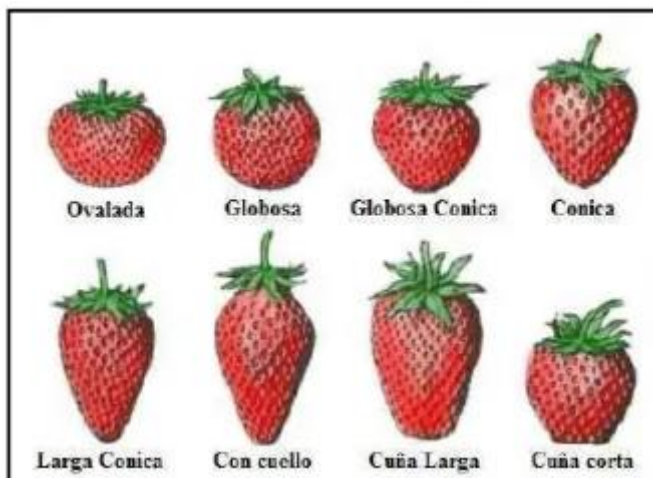
Perteneciente a la familia de las *Rosaceae* genero *Fragaria*. Uno de sus rasgos distintivos es que tiene tallos rastreros, hojas grandes y sus frutos son rojos, además se da en zonas con climas cálidos.

5.3.1 Características

El la recopilación realizada por Jesús Marín (Marín, Química de las fresas, 2016), las fresas son el final alargado del estambre de la planta; en su piel presenta más de 200 semillas, pueden llegar a tener multiplicidad de tamaños y formas

(Ilustración 3) dependiendo de la variedad, entre las cuales se pueden encontrar achatadas, esférica-cónica y de cuello cónico alargado. usualmente es cosechada a mano, ya que es un fruto delicado al cual se le pueden ocasionar daños con facilidad. Luego de cosechadas lo más recomendable es manejarlas a bajas temperaturas para que tenga vida útil entre los 7 - 10 días ya que su vida útil normal oscila de 2 o 3 días.

Ilustración 3. Formas y tamaños de la fresa



Tomado de: (Marín, Química de las fresas, 2016)

Cuadro 4. Tamaños de la fresa

<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Calibre</i>	<i>Peso promedio (g)</i>
34	A	21,8
33-30	B	16,1
24-21	D	8,0
20	E	5,3

Tomado de: (López & Pérez, 2019)

5.3.2 Descripción del fruto

La fresa se caracteriza por ser de color rojo y es considerada como la reina de las frutas, se puede comer cruda y además tiene distintos fines para los cuales es usada como compotas, mermeladas, entre otras; sus propiedades hacen que ayude a mantener la salud de quienes la consumen por esta razón se recomienda con fines medicinales.

5.3.3 Taxonomía y origen

Su origen no está bien claro, pero cabe destacar que el género *Fragaria* reúne más de 400 taxones de los cuales son distinguidos 20, hoy en día las variedades las cuales son comercializadas son híbridos de *F. Chiloensis* la cual es originaria de Chile y *F. Virginiana* de origen norteamericano, como se muestra en el cuadro 5, según lo planteado por (Infoagro, Infoagro, 2022).

Cuadro 5. Taxonomía de la fresa

Familia	Rosaceae
Género	<i>Fragaria</i>
Especie	<i>F. vesca</i> <i>F. chiloensis</i> <i>F. virginiana</i> <i>F. moschata</i> <i>F. indica</i>
Nombre común	Fresa, Fresón, Frutilla

Tomado de: (Infoagro, Infoagro, 2022)

5.3.4 Composición química

En el cuadro 6 se describe el contenido de vitaminas y minerales, así como también de su contenido en grasa, proteínas, cenizas, fibra, carbohidratos y agua de la fresa en una porción de 100 g.

Cuadro 6. Composición química de la fresa en 100 g de fruta

Agua	89.9
Proteínas	0.9
Grasas	0.5
Carbohidratos	6.9
Fibra	1.4
Cenizas	0.5
OTROS COMPONENTES (mg)	
Calcio	28.00
Fósforo	27.00
Hierro	1
Vitamina	30
Vitamina A	100 U.I
Vitamina B1	0.03
Vitamina B2	0.97
Vitamina B5	0.90
Vitamina c	90
Tiamina	0.03
Riboflavina	0.07
Niacina	0.30
Ácido ascórbico	60.00
Potasio	164
Sodio	1
Valor energético	40 Kcal

Tomado de: (Dueñas & Palacios, 2003)

La fresa dentro de su composición cuenta con una gran diversidad de micronutrientes dentro de los cuales se destacan la vitamina C, folato y fibra, así mismo cuenta con una serie de fitonutrientes como elagitaninas y quercetinalos cuales ayudan en enfermedades cardiovasculares y las antocianinas son las que dan el color rojo y presentan efectos antioxidantes. Otros de sus componentes ayudan para la visión, diabetes, presentan características antiinflamatorias y antimicrobianas, entre otras, según lo explicado por (Marín, Química de las fresas, 2016).

Silvia Chordi (Chordi, 2013), en su estudio explica que dentro de la composición de la fresa el agua es la más representativa con un 89,6%, seguido de hidratos de carbono con un 7%, proteínas con 0,7%, lípidos 0,5% y fibra con 2,2%. La glucosa está presente en mayores proporciones de acuerdo a su contenido en azúcares con 2,6%, seguida por fructosa con 2,3% y por último sacarosa con 1,3%. De acuerdo a su composición en cuanto a minerales el componente en mayor escala es el potasio, seguido del fósforo, calcio y magnesio y la vitamina que se encuentra en mayor cantidad es la vitamina C, como se evidencian en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. Composición en minerales de la fresa

Ca (mg)	Fe (mg)	I (µg)	Mg (mg)	Zn (mg)	Na (mg)	K (mg)	P (mg)	Se (µg)
25	0,8	8	12	0,1	2	190	26	Tr

Tomado de: (Chordi, 2013)

Cuadro 8. Composición en vitaminas de la fresa.

Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Equivalentes Niacina (mg)	Vitamina B6 (mg)	Ácido fólico (µg)	Vitamina B12 (µg)
0,02	0,04	0,6	0,06	20	0
Vitamina C (mg)	Equivalentes de retinol (µg)	Retinol (µg)	Carotenos (µg)	Vitamina D (µg)	Vitamina E (mg)
60	1	0	4	0	0,2

Tomado de: (Chordi, 2013)

De igual modo la fresa se destaca por presentar sabores ácidos y dulces, esto es ocasionado debido a que dentro de su composición cuenta con gran pluralidad de azúcares y ácidos orgánicos en distintas concentraciones de acuerdo a la variedad (Cuadro 9).

Cuadro 9. Contenidos de azúcares, pH y acidez de algunas variedades de fresa.

Variedad	°Brix	pH	Acidez titulable (% ácido cítrico)
Benton	11,64	3,37	1,09
Firecracker	9,74	3,43	1,36
Gaviota	6,57	3,76	0,50
Hood	12,37	3,45	0,98
Puget Reliance	11,39	3,38	1,12
Puget Summer	12,34	3,42	1,32
Redcrest	13,36	3,20	1,63
Sweet Charlie	9,89	3,58	0,97
Totem	10,64	3,46	0,95

Tomado de: (Marín, Química de las fresas, 2016)

La norma técnica colombiana NTC 4103 (social, Norma Técnica Colombiana NTC 4103, 1997), tiene como objeto establecer los requisitos que debe cumplir la fresa variedad Chandler (*Fragaria chiloensis*L), destinada para el consumo en fresco o como materia prima para el procesamiento.

5.3.5 Clasificación

La fresa se clasifica en tres grupos independientemente del calibre y color, las cuales se describen a continuación:

Categoría extra: deben estar exentas de humedad, sanas, enteras, libres de cualquier olor, sabor y sustancia extraña, su aspecto debe ser fresco y su consistencia firme, lejos de todo defecto que determine la calidad del fruto.

Categoría I: La fresa puede presentar leve deformación causada por una mala polinización, cicatrices superficiales ocasionadas por insectos y/o ácaros, los cuales no deben superar el 10% del área total del fruto.

Categoría II: en esta categoría se permite la deformación del ápice del fruto, Cicatrices ocasionadas por ácaros y manchas causadas por deficiencia de boro, los cuales no deben exceder el 20 % del área total del fruto.

5.3.5.1 Calibre

En el cuadro 10 se especifican los diámetros máximos que debe presentar la fresa

Cuadro 10. *Diámetro de la fresa.*

Diámetro (mm)	Calibre	Peso promedio (g)
34	A	21,8
33 - 30	B	16,1
29 - 25	C	11,7
24 - 21	D	8,0
20	E	5,3

Tomado de: (social, Norma Técnica Colombiana NTC 4103, 1997)

5.3.5.2 Requisitos de Madurez

La madurez en las fresas se puede valorar de manera visual y debido a que su madurez tiene inicios desde el ápice hasta cáliz, a continuación, se describen los cambios de color de acuerdo al estado de madurez que presenta el fruto en este caso fresa el cual también se puede observar en la ilustración 4:

COLOR 0: fruto de color blanco verdoso con buen desarrollado

COLOR 1: fruto es de color blanco verdoso con algunas áreas de color rojo en la zona apical.

COLOR 2: aumenta el color rojo en el área apical.

COLOR 3: el color rojo cubre la zona media del fruto y el área del Cáliz presenta visos rosados.

COLOR 4: aumenta el área de color rojo hacia la zona del cáliz.

COLOR 5: la fuerza del color rojo aumenta y empieza a cubrir la región cercana al cáliz.

COLOR 6: el color rojo es vigoroso y cubre toda la fruta.

Ilustración 4. Tabla de color de la fresa variedad Chandler.



Tomado de: (social, Norma Técnica Colombiana NTC 4103, 1997).

5.3.6 Requisitos específicos

5.3.6.1 Sólidos solubles totales

En el cuadro 11 se presentan los valores máximos y mínimos de acuerdo a los sólidos solubles que debe presentar la fresa de acuerdo a los diferentes estados de madurez según la tabla de color.

Cuadro 11. Sólidos solubles totales de acuerdo a la tabla de color (social, 1997).

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Bx (mínimo)	6,0	6,3	6,5	6,8	6,9	7,4	7,9
°Bx (máximo)	6,5	6,8	7,1	7,3	7,5	8,1	8,5

5.3.6.2 Acidez titulable

En el cuadro 12 se presentan los valores máximos y mínimos del porcentaje de ácido cítrico que debe presentar la fresa de acuerdo a los diferentes estados de madurez según la tabla de color.

Cuadro 12. *Acidez titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico (social, 1997).*

Color	0	1	2	3	4	5	6
% Acido Cítrico (mínimo)	0,95	0,91	0,90	0,86	0,83	0,82	0,78
% Acido Cítrico (máximo)	1,07	1,01	0,99	0,96	0,93	0,90	0,89

5.3.6.3 Índice de madurez

En el cuadro 13 se presentan los valores mínimos del índice de madurez que debe presentar la fresa de acuerdo a los diferentes estados de madurez según la tabla de color.

Cuadro 13. *Índice de madurez mínimo (social, 1997).*

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Bx/% ácido cítrico	5,7	6,2	6,6	7,1	7,4	8,2	8,9

5.3.7 Parámetros de calidad

Es de gran importancia considerar la calidad sensorial de las fresas teniendo en cuenta atributos como el color, el color, la textura y la estabilidad en cuanto al contenido de azúcares y la acidez los cuales tienen gran influencia en el sabor.

El color en la fresa igual al igual que su contenido de sólidos solubles van aumentando a medida que su madurez aumenta, aunque como bien se sabe se puede alterar el proceso de maduración por factores ambientales como la lluvia, la temperatura, la radiación solar, entre otros, lo que conlleva a afecciones en cuanto a calidad respecto al producto final.

El sabor es otro parámetro de calidad es cual está ligado al contenido en azúcares, ácidos y compuestos volátiles; entre más alto sea el índice de madurez el contenido de glucosa y fructosa aumentara y sacarosa en menor cantidad. Otro parámetro de gran importancia es la firmeza y más aún si se pretende transportar para su comercialización.

Las condiciones climáticas contribuyen en la aceptabilidad del producto por parte del consumidor. Una menor amplitud térmica y horas luz reducen el contenido de sólidos solubles alterando la calidad sensorial, por otro lado, estudios han demostrado que temperaturas altas en el día y la noche afectan positivamente al color haciéndolo más intenso.

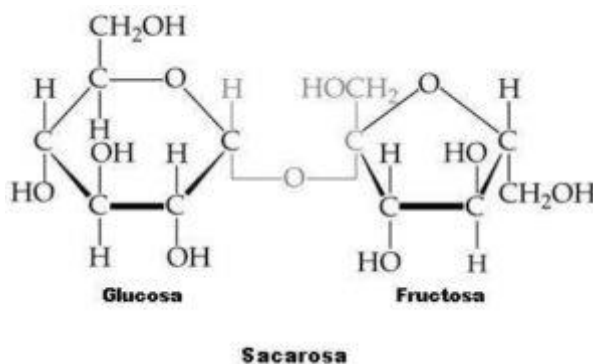
5.4 GLÚCIDOS

Se encuentran de manera natural en infinidad de alimentos, dentro de estos glúcidos podemos distinguir dos grupos, los de absorción lenta como almidones y los de absorción rápida como monosacáridos, disacáridos que a su vez se dividen en glucosa, fructosa y galactosa; y lactosa, maltosa y sacarosa. Dentro de la industria alimentaria es muy común que se usen estos glúcidos durante el proceso de elaboración de alimentos y que les confiere cualidades organolépticas, aumentando y acentuando características como textura, consistencia, color, sabor, entre otras; además que también son usados como conservantes como lo explica (Navarro & Llamas, 2013) en su investigación.

5.4.1 Sacarosa

Es un disacárido el cual está compuesto por glucosa y fructosa el cual se extrae de la caña de azúcar o remolacha azucarera, es un producto higroscópico lo que quiere decir que es capaz de absorber la humedad del aire y es fermentable, además es empleada como endulzante, preservante, antioxidante, entre otros.

Ilustración 5. Estructura química de la sacarosa



Tomado de: (Rivera, 2006)

En la actualidad la sacarosa brinda solo aporte energético al organismo y presenta 16 calorías por cada cucharada pequeña es por esta razón debe ser usada con moderación. A la hora de buscar alternativas en cuanto a un endulzante para productos alimenticios se debe tener en cuenta no solo el grado de dulzor y el

costo, sino que además la mezcla de propiedades tanto químicas como físicas las cuales alteran características como el color, textura, contenido de humedad, almacenaje y calidad del empaque según la investigación hechas por (Rivera, 2006), donde además menciona las propiedades físicas de la sacarosa las cuales se describen a continuación:

5.4.1.1 Propiedades físicas de la sacarosa

5.4.1.1.1 Propiedades coligativas

(Rivera, 2006) menciona que, en alimentos congelados, postres, helados y salsas, la concentración de la sacarosa está relacionada con reducción en el punto de congelamiento, aumento en el punto de ebullición y osmoticidad. La caída de presión de vapor aumenta el punto de ebullición y minimiza la formación de cristales en el enfriamiento de los alimentos y una elevada presión osmótica favorece a la preservación de alimentos y actividad microbiana.

5.4.1.1.2 Color

La sacarosa, glucosa y fructosa confieren el color amarillo marrón en la elaboración de alimentos, produciendo reacciones como: degradación térmica del azúcar, condensación a pH bajo y formación de caramelo; degradación alcalina de la fructosa y condensación y oscurecimiento con aminas primarias y formación de pigmentos (Rivera, 2006).

5.4.1.1.3 Solubilidad

En jarabes, conservas, jaleas y mermeladas es primordial un elevado grado de solubilidad que a su vez está directamente relacionado con la naturaleza higroscópica de los azúcares (Rivera, 2006) .

5.4.1.1.4 Densidad

En pasteles, panes y galletas la sacarosa es ideal debido a sus propiedades humectantes y la resistencia que opone a cambiar con la absorción de agua, por lo que alimentos como los panes permanecen más frescos y esto se puede explicar mediante los siguientes motivos, la gelatinización de los almidones por acción de la sacarosa que hacen que las temperaturas se eleven aumentando de esta manera el tiempo en el horneado, la estabilización de proteínas espumosas como en merengues, clara de huevo y panes libres de grasa y habilidad de diseminar partículas a través de mezclas con grasa como el chocolate lo que hace que se mantenga el sabor, estabilidad, densidad y actividad microbiana (Rivera, 2006) .

5.4.1.1.5 Constante dieléctrica

Esta característica altera los alimentos al momento de calentarse o al momento de ser preparados en hornos microondas, esta constante en la sacarosa es más elevada que en carbohidratos complejos como el almidón, lípidos, entre otros y gracias a que es capaz de formar dipolos se hace necesario su uso en alimentos micro horneables gracias a que eleva el nivel de calentamiento en el alimento y da una consistencia crujiente (Rivera, 2006) .

5.4.1.1.6 Propiedades antioxidantes

La sacarosa previene el enranciamiento de galletas, el detrimento en cuanto al sabor en frutas enlatadas y prevé la formación de óxidos de hierro en soluciones (Rivera, 2006).

5.4.1.2 *Uso de la sacaros en la industria alimentaria*

Es la base para la fermentación de levaduras y aumenta el volumen en panes, produce diferentes reacciones las cuales son causa del color y sabor; mejora el proceso de cremado en pasteles llevando a la formación de burbujas de aire, la temperatura de gelatinización aumenta y actúa como agente preservante; da características de sabor, color, textura, suavidad en galletas, aumenta la vida útil y está relacionada con la crujencia del producto; mejora el sabor, textura y aroma en helados, postres fríos y congelados, reduce el punto de congelamiento, mejora la dispersión de la grasa y eleva la viscosidad en helados, productos lácteos; en bebidas carbonatadas, jugos y bebidas de bajo grado alcohólico confiere sabor, dulzor y sensación agradable; reduce la actividad de agua y eleva la presión osmótica conservando la textura en jaleas, mermeladas y conservas, además mejora características en cuanto a sabor y dulzor; la sacarosa es una materia prima fundamental en la elaboración de chocolates y derivados debido a se encuentra presente en diferentes tamaños lo que hace que tenga la facilidad de dispersarse en soluciones grasas proporcionando densidad y textura; en cantidades menores al 1% es usado para el curado, secado y preservación de carnes frías, dentro de sus beneficios esta que mejora el sabor, color, textura y minimiza la actividad de agua, según lo mencionado por (Rivera, 2006).

5.5 SUCRALOSA

En la revista soluciones para la diabetes (GaeaPeople, 2019), mencionan que es un edulcorante artificial sin calorías que se consigue mediante la transformación química de reemplazar tres grupos hidroxilos por tres átomos de cloro en la molécula de la sacarosa, además de esto Canadá fue el primer país donde aprobó la sucralosa para consumo humano permitiendo su uso en comidas y bebidas en el año 1991 y a finales de los años 90 fue aprobada en estados unidos por la FDA (Food and Drug Administration).

5.5.1 Historia

Descubierta casualmente en 1976 gracias al estudiante Shashikant Phadnis quien contribuyo con un grupo de investigadores del Queen Elizabeth College, los cuales exploraban la sintetización de azúcares halogenados y fue en este experimento donde por error cloro el azúcar, la molécula obtenida es estable en condiciones acidas y a elevadas temperaturas, de igual modo a la hidrolisis enzimática. La sucralosa es comercializada bajo diferentes marcas como Splenda y en la Unión Europea en conocida como E-955, según lo mencionado por (Pérez, 2014).

5.5.2 Características

Además de tener la capacidad de endulzar las comidas sin recurrir a usar azúcar común cabe resaltar que al momento de ingerirla el organismo absorbe muy poca cantidad de esta por lo que no aporta calorías, es resistente a elevadas temperaturas por lo que es excelente para hornear y cocinar y gracias a que presenta gran facilidad de congelamiento es usada para la preparación de postres congelados, salsas, gelatinas, entre otros, es idóneo para para personas con diabetes y celiacas debido a su composición y las cantidades necesarias para endulzar alimentos es muy reducida debido a que es 600 veces más dulce que el azúcar común de acuerdo a lo descrito en la revista (GaeaPeople, 2019).

5.5.3 Propiedades fisicoquímicas

En la investigación de (Pérez, 2014), la sucralosa presenta elevado punto de fusión, es un polvo blanco, inodoro y soluble en agua, en el cuadro 14 se presentan las diferentes propiedades de la sucralosa.

Cuadro 14. *Propiedades fisicoquímicas de la sucralosa*

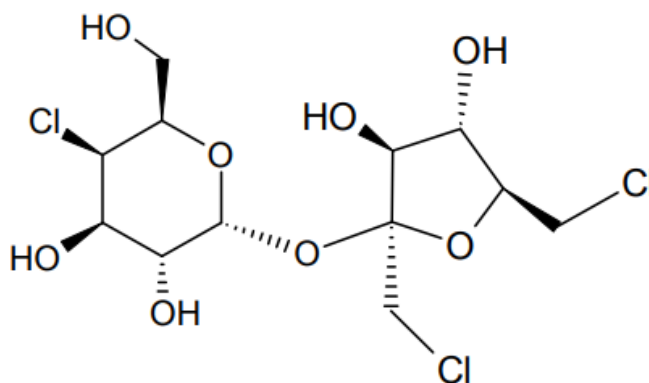
Número de registro CAS	56038-13-2
Número EC	259-952-2
Fórmula química	C ₁₂ H ₁₉ Cl ₃ O ₈
Peso molecular (g/mol)	397,64
Punto de fusión (°C)	236,8
Presión de vapor (mm Hg)	3,25x10 ⁻¹⁴
Solubilidad en agua (g/L, a 20 °C)	282
Constante Ley de Henry (atm·m ³ /mol)	3,99x10 ⁻¹⁹
Log K _{ow} (coeficiente octanol-agua, 20 °C)	-0,492
Log K _{aw} (coeficiente aire-agua)	-16,8
Log K _{oc} (coeficiente suelo-carbón orgánico)	-0,7 a 1,0
Log BCF (factor de bioconcentración)	0,5

Tomado de: (Pérez, 2014)

5.5.4 Estructura química

Obtenida por el cambio de tres grupos hidroxilo en la sacarosa común por tres átomos de cloro, la molécula es pequeña, soluble en agua, no lipofílica y 600 veces más dulce que el azúcar o sacarosa, en la ilustración 6 se puede evidenciar la estructura química de esta molécula.

Ilustración 6. *Estructura química de la sucralosa*



Tomado de: (Pérez, 2014)

6 METODOLOGÍA

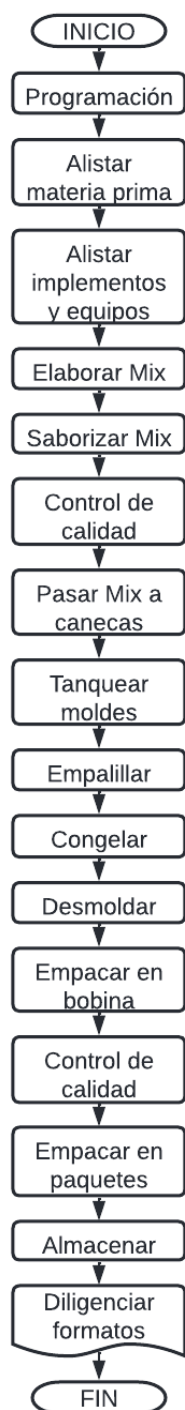
Seguidamente se describen los métodos, técnicas y procedimientos que se emplearon para ejecutar el proyecto de trabajo de grado en modalidad práctica empresarial.

6.1 ELABORACIÓN DE LA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA

Seguidamente se presenta la metodología para la elaboración de la paleta de fresa con sustitución parcial de azúcar por sucralosa, en donde se realizarán diferentes formulaciones. Se trabajara con una paleta de fresa control a la que se le adicionara 0,31312 Kg de azúcar refinada comercial el cual se tomó como el 100%, el objetivo es llegar a una sustitución parcial del azúcar refinada comercial, para los cuales se obtuvieron los siguientes porcentajes de sustitución: Formulación 1: 100% de azúcar refinada comercial; Formulación 2: 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa, Formulación 3: 50% sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa y Formulación 4: 100% sucralosa, de acuerdo a la formulación presentada en el cuadro 15 donde se harán sustituciones de 20, 50 y 100% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa.

Como se evidencia en el cuadro 15, se puede observar las cantidades de materias primas requeridas para la elaboración de la paleta de fresa. Para la elaboración de esta paleta de fresa se usará pulpa de fresa, fresa en trozos, azúcar, estabilizante, premezcla, agua y sucralosa; a continuación, se muestran y se describen cada una de las etapas de acuerdo a la ilustración 7 en el proceso de elaboración de paleta de fresa:

Ilustración 7. Diagrama de flujo paleta de fresa



Fuente: Elaboración propia

Para el dosificado se verificaron los pesos todas las materias primas de acuerdo a la formulación mostrada en el cuadro 15, la cual fue despachada por el área de bodega de materias primas y dosimetría luego de ser programada, seguidamente se prende la paleta y la empacadora, se alistan, lavan y desinfectan los implementos de trabajo necesarios y ensayan moldes para verificar que no estén rotos, se reclama en el almacén el material de empaque necesario (bobinas, cajas, bolsas etc.), seguidamente se debe preparar el Mix llevándolo a pasterización a una temperatura de 60°C por un tiempo de 5 minutos, de acuerdo al Mix a elaborar, se reclaman los saborizantes que sean necesarios y se adicionan al Mix en el tanque agitando por algunos minutos, se puede ayudar con agitador manual, luego se toma una muestra y hace inspección de calidad según Plan de Calidad, si el pH (para las que lo requieran) es superior a 3.8 se debe realizar un ajuste, se deben llenar los moldes de paletas con la mezcla de paletas, utilizando una jarra de plástico para verter la mezcla desde el recipiente, y una espátula plana de polietileno para asegurar que el nivel de llenado en todas las cavidades del molde sea parejo, hasta el borde superior y sin dejar mezcla en la superficie, seguidamente se deben introducir los moldes en la salmuera dentro de la paleta, para el caso de paletas planas se coloca el palillero sobre el empallador correspondiente, y coloca uno a uno los palos en cada ranura, luego presiona las mordazas para que los palos queden centrados y lo coloca sobre el molde de paletas y para paleticas se le coloca el palo a cada una, manualmente, cuidando que quede lo más recto y centrado posible, terminado este proceso se debe dejar los moldes sumergidos en la salmuera mientras la mezcla se congela, este proceso puede tomar entre 10 y 20 min, según el tipo de mezcla y la temperatura de la salmuera, terminado el tiempo de congelamiento de las paletas se verifica por observación o al tacto si se sienten duras en el centro, se escurren los moldes y se colocan en la rampa de la paleta. Luego sumerge los moldes en el pozuelo de la mesa de paletas con agua tibia (30- 40°C), y retira lo más rápido posible el palillero con las paletas sujetas, luego desmolda aflojando las mordazas y retira manualmente las que quedan dentro del molde y las coloca en una canasta protegida con plástico, en la etapa de empackado para paletas se debe transportar la canasta con paletas hasta la empacadora, y se va colocando manualmente cada paleta en la guía de la máquina. Una vez empackadas, las va recibiendo un auxiliar, en este proceso se verifica que la máquina esté sacando cada empaque bien sellado, bien loteando y sin partir las paletas, para el caso de paleticas se empackan en bolsas de plástico, a granel, el número de unidades depende del tamaño de la bolsa, se acomodan 288 unidades por canasta, seguidamente se toma una muestra y se realiza inspección de calidad de acuerdo a lo expuesto en el Plan de Calidad Inspección y ensayo productos de cocina, luego se empackan

las unidades en bolsas de plástico por 6 Y 12 unidades, se acomodan en canastas de plástico (28 paquetes cuando se tratan de empaque x 6 y 12 paquetes cuando son empaques x 12, por canasta), para finalizar se entregan las canastas al cavero para que las almacene en la cava de congelación y se diligencian los Formatos Registro de Pesos de Productos Terminados y Reporte diario de producción.

Cuadro 15. *Formulación para elaboración de paleta de fresa*

MATERIA PRIMA	FORMULACIÓN 1	FORMULACIÓN 2	FORMULACIÓN 3	FORMULACIÓN 4
	CONTROL	20%	50%	100%
	Cantidad (Kg)	Cantidad (Kg)	Cantidad (Kg)	Cantidad (Kg)
Fresa en trozos	0.1818	0.1818	0.1818	0.1818
Pulpa de fresa	0.9091	0.9091	0.9091	0.9091
Azúcar	0.4697	0.3757	0.2348	-
Sucralosa	-	0.0001566	0.0003914	0.0007828
Estabilizante (A5)	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055
Agua	1.0151	1.0151	1.0151	1.0151
Premezcla	0.6303	0.6303	0.6303	0.6303

Fuente: Elaboración propia.

6.2 EVALUACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL, MICROBIOTA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.

Seguidamente se presenta la metodología para evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales que presenta la paleta de fresa.

Características químicas

Determinación de sólidos solubles (°Brix), se realizó con unas gotas de muestra a 20°C colocándola sobre el lente óptico mediante refractómetro marca HANNA con escala de 0 a 85° Brix y se hace la lectura por el método 932.14 de la AOAC de 1998 (Evangelista & Rivas, 2015).

El pH por el método 10.035 de la AOAC de 1995 (Evangelista & Rivas, 2015), usando un pH-metro de marca OHAUS, por el método potenciométrico tomando una muestra de 50 a 100 mL a una temperatura entre 20 -25°C del Mix de la

paleta de fresa en un vaso de precipitado y colocando en el diodo del pH metro haciendo medición directa.

Características microbiológicas

Se evaluaron las características microbiológicas para coliformes totales, *E coli* y mesófilos mediante disoluciones de 10^{-1} de acuerdo al método 991.14 y 990.12 de la AOAC respectivamente (3M, 2022), el primer paso a seguir era desinfectar el área de la mesa de microbiología con alcohol antiséptico y encender los mecheros, después se pesaron 90 g de agua pectonada en bolsas ziploc, ya listas se procedió a tomar 10 g de la muestra de la paleta de fresa con una cuchara esterilizada la cual se flameara antes de tomar la muestra, luego de tomar la muestra fue adicionada a la bolsa de agua pectonada la cual se flameo al destaparla, se debe sellar bien la bolsa y se procedió a mezclar bien para que se homogenizara, luego se procedió a hacer la inoculación con una micro pipeta y un pipeteador automático tomando 1 mL de la muestra y colocándolo sobre las placas petrifilm 3M levantando debidamente la película superior las cuales deben estar marcadas para cada microorganismo con fecha y hora y finalmente se llevó a la incubadora a 33°C por un tiempo de 24 horas, pasado este tiempo se hará el recuento de microorganismos que se hayan presentado.

Características sensoriales

Se evaluó sensorialmente las paletas de fresa (*Fragaria chiloensis*L) con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa y la muestra control tomando como referencia el estudio realizado por Ricardo Parraga (Parraga & Chávez, 2020), por medio de una prueba hedónica de 7 puntos, de esta manera se midió el grado de aceptabilidad de las paletas elaboradas con sustitución de azúcar refinada comercial. Esta prueba se llevó a cabo con 20 panelistas no entrenados de ambos géneros trabajadores de la misma empresa, a los cuales se les pidió probar las muestras codificadas como 284 para la muestra con el 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa, 736 para la muestra con el 50% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa, 925 para la muestra con el 100% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa y 160 para la muestra control, evaluando atributos en cuanto a color, aroma, apariencia, aceptabilidad general y sabor, la cartilla de evaluación sensorial se presenta en el anexo A. Los datos obtenidos de la evaluación sensorial de las paletas de fresa (*Fragaria chiloensis*L) con sustitución de la azúcar refinada comercial por sucralosa y la muestra control, serán evaluados por medio del programa estadístico Excel.

Valor nutricional

Los cálculos nutricionales teóricos de la paleta de fresa con diferentes concentraciones de sucralosa se realizaron de acuerdo a los contenidos nutricionales de cada ingrediente que compone el producto los fueron obtenidos de las bases de datos de composición de alimentos permitidos por la resolución 0810 de 2021 y/o fichas técnicas o reportes nutricionales de proveedores.

Como se evidencia en el cuadro 16 para el desarrollo de esta tabla nutricional teórica se utilizaron los reportes nutricionales obtenidos de la FoodData del U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE para los siguientes ingredientes.

Cuadro 16. Reportes nutricionales de la FoodData USDA

INGREDIENTE	DESCRIPCION USDA	CÓDIGO USDA
Fruta fresa	Strawberries, raw	167762
Azúcar refinada	Sugars, granulated	169655
Agua	Beverages, water, tap, drinking	173647
Glucosa	Glucose	1983545
Sucralosa	sucralose	2066114

Para el aditivo “SELECTA EXTRA 2 502906070005” se utiliza el reporte nutricional suministrado por el proveedor “Duas Rodas” en su ficha técnica. Se anexan a este documento los reportes de lo anteriormente mencionados.

A continuación, en los cuadros del 17 al 22 se muestra la composición de cada uno de los ingredientes de acuerdo a su naturaleza:

Lípidos

Cuadro 17. Contenido de lípidos por 100 g de producto

Ingrediente	Grasa Total	Grasa Saturada	Grasas Trans
Fresa en trozos	0,3	0,015	0
Pulpa de fresa	0,3	0,015	0
Azúcar	0	0	0
Agua	0	0	0
Glucosa	0	0	0
Estabilizante	0,05	0	0
Agua	0	0	0
Sucralosa	0	0	0

Hidratos de carbono

Cuadro 18. Contenido de hidratos de carbono por 100 g de producto

Ingrediente	Carbohidratos	Fibra dietaria	Azúcares reductor	Azúcares añadidos
Fresa en trozos	7,68	2	4,89	
Pulpa de fresa	7,68	2	4,89	
Azúcar	99,77	0	97,81	100
Agua	0	0	0	
Glucosa	81	0	43,33	100
Estabilizante	87	0,12	0	
Agua	0	0	0	0
Sucralosa	100	0	100	0

Proteínas

Cuadro 19. Contenido de proteínas por 100 g de producto

Ingrediente	Proteína (g/100g)
Fresa en trozos	0,67
Pulpa de fresa	0,67
Azúcar	0
Agua	0
Glucosa	0
Estabilizante	0,23
Agua	0
Sucralosa	0

Vitaminas

Cuadro 20. Contenido de vitaminas por 100 g de producto

Ingrediente	Vitamina A (µg)	Vitamina D (µg)
Fresa en trozos	1	0
Pulpa de fresa	1	0
Azúcar	0	0
Agua	0	0
Glucosa	0	0
Estabilizante	0	0
Agua	0	0
Sucralosa	0	0

Minerales

Cuadro 21. Contenido de minerales por 100 g de producto

Ingrediente	Sodio (mg)	Hierro (mg/100)	Clacio (mg/100)	Zinc (mg/100)
Fresa en trozos	1	0,41	16	0,14
Pulpa de fresa	1	0,41	16	0,14
Azúcar	2	0,06	1	0,01
Agua	4	0	3	0,01
Glucosa	133	0	0	0
Estabilizante	3760	0	0	0
Agua	4	0	3	0,01
Sucralosa	0	0	0	0

Calorías

Cuadro 22. Contenido de calorías por 100 g de producto

Ingrediente	Energía (cal)
Fresa en trozos	36,1
Pulpa de fresa	36,1
Azúcar	399,1
Agua	0
Glucosa	324
Estabilizante	349,4
Agua	0
Sucralosa	0

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados y su discusión de acuerdo a los objetivos específicos ejecutados.

7.1 ELABORACIÓN DE LA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA

Para llevar a cabo este proceso se procedió a realizar las paletas de fresa con sustitución de la azúcar refinada comercial por sucralosa, de acuerdo a las formulaciones presentadas en el cuadro 15 y siguiendo los lineamientos en cuanto al flujograma del proceso para la elaboración de la misma expuesto en la figura 7.

Como se puede evidenciar en la ilustración 8, se muestra el Mix ya preparado para cada una de las muestras de paleta de fresa de acuerdo a la formulación presentada en el cuadro 15 y según los porcentajes de sustitución de la azúcar refinada comercial por sucralosa, en donde fue evidente el cambio en cuanto al color a medida que aumenta el porcentaje de la sustitución y en la ilustración 9 se evidencia el producto ya terminado de paleta de fresa.

Ilustración 8. Mix paleta de fresa



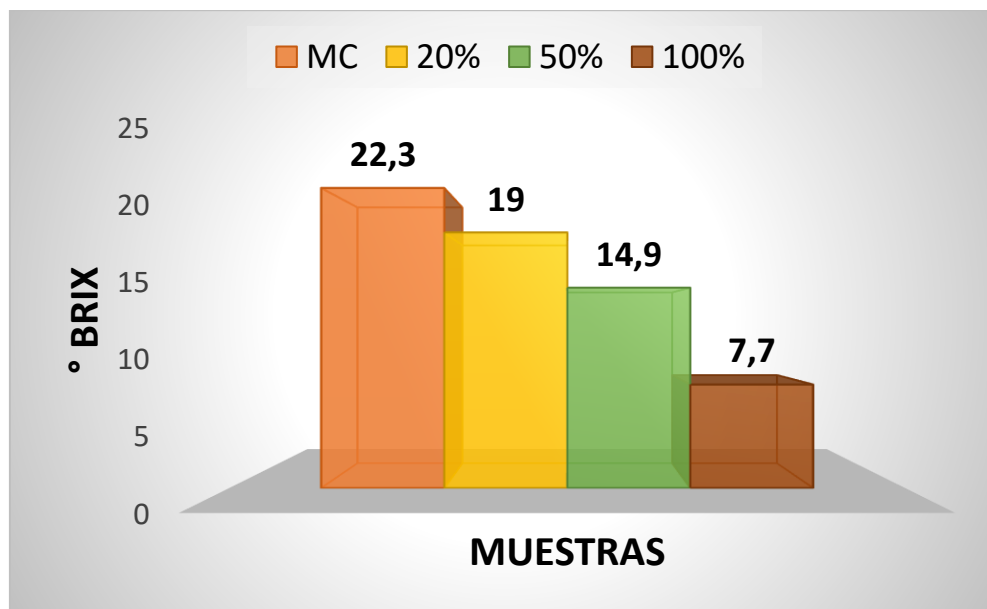
Ilustración 9. Paleta de fresa



7.2 EVALUACIÓN QUÍMICA, SENSORIAL, MICROBIOTA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA PALETA DE FRESA (*Fragaria Chiloensis* L) CON SUSTITUCIÓN DE LA AZÚCAR REFINADA COMERCIAL POR SUCRALOSA.

Características químicas

Gráfica 1. Porcentaje de salidos solubles de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada por sucralosa



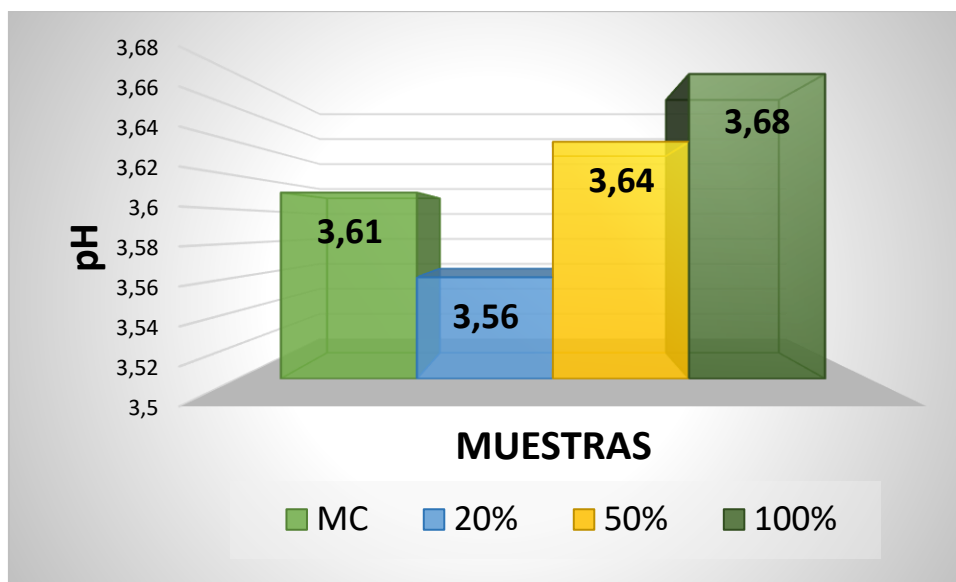
Como se puede observar en la gráfica 1 , la sustitución parcial y total de la azúcar refinada comercial por sucralosa, nos muestra diferencias significativas considerables en cuanto a los sólidos solubles de las paletas, según lo descrito por la Norma Técnica Colombiana 1239 de 2002 (salud, 2002), Helados y mezclas para helados, esta paleta de fresa puede ser clasificada como un helado de fruta, el cual es elaborado con agua potable con la adición como mínimo del 10% m/m de fruta natural y la especificación fisicoquímica para esta clasificación determina que debe presentar un contenido de solidos solubles totales mínimo del 20% m/m.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la sucralosa es una opción viable para la sustitución de azúcar refinada comercial ya que se logra disminuir el porcentaje en cuanto a los sólidos solubles, en este caso la muestra con el 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa fue la más cercana a este resultado, se recomendaría hacer una sustitución menor al 20% para que los sólidos solubles cumplan de acuerdo a la normativa.

La cantidad final de solidos solubles en el Mix de las paletas de fresa están basados en función de los sólidos solubles de la fruta que se utiliza y también del tipo de edulcorante que se emplea de acuerdo a lo expuesto por (Evangelista & Rivas, 2015), es por esto que los sólidos solubles equivalen al porcentaje de peso de la sacarosa en una solución, es por esta razón que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución esta variable disminuye considerablemente.

La paleta de fresa con sustitución del 100% de azúcar refinada comercial por sucralosa de acuerdo al resultado obtenido a los sólidos solubles se puede clasificar como una paleta light, ya que los sólidos solubles están dentro del rango de la fresa 6 a 8,5°Brix, la cual es utilizada como materia prima principal y se encuentran expuestos en la Norma Técnica Colombiana 4103, sin embargo se hace necesario la adición de otras materias primas como el sorbitol y glicerina los cuales mejoran características en cuanto textura, tienen efecto anticongelante, estabilizadores, humectantes, entre otras; además también son usados como edulcorantes y su consumo es seguro de acuerdo a los descrito por diferentes autores (Polioles, 2022) (Cocinista, 2022).

Gráfica 2. pH de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa



En la gráfica 2, se puede observar los valores de pH obtenidos para cada una de las diferentes muestras de las paletas, los cuales no presentan diferencias significativas entre sí, de igual modo cumplen según el rango establecido por la empresa Mimo's los cuales están de 3,4 a 3,7. El pH sirve para establecer el nivel de alcalinidad o acidez de cualquier alimento, la escala de pH va de 0 a 14 y un alimento es considerado muy ácido con valores de 0 a 4 y de baja acidez o alcalino con valores de pH superiores a 4,5, estos valores de pH son muy importantes debido a que a pH más ácidos se reduce la proliferación de microorganismos, ya que son en los que la mayoría de estos microorganismos no pueden desarrollarse; además, también está relacionado con la vida útil de un alimento, ósea si tiene la capacidad de conservarse más o menos tiempo de acuerdo a especificaciones de calidad y seguridad en cuanto a la salud según lo descrito por (Tech, 2022), además (Ramos, 2021) explica que, aunque a pH ácidos la mayoría de microorganismos no pueden desarrollarse no se puede garantizar la inhibición del desarrollo de hongos y levaduras, de esta manera se hace necesario la adición de conservantes de modo que se garantice la ausencia total de microorganismos que puedan contaminar los alimentos.

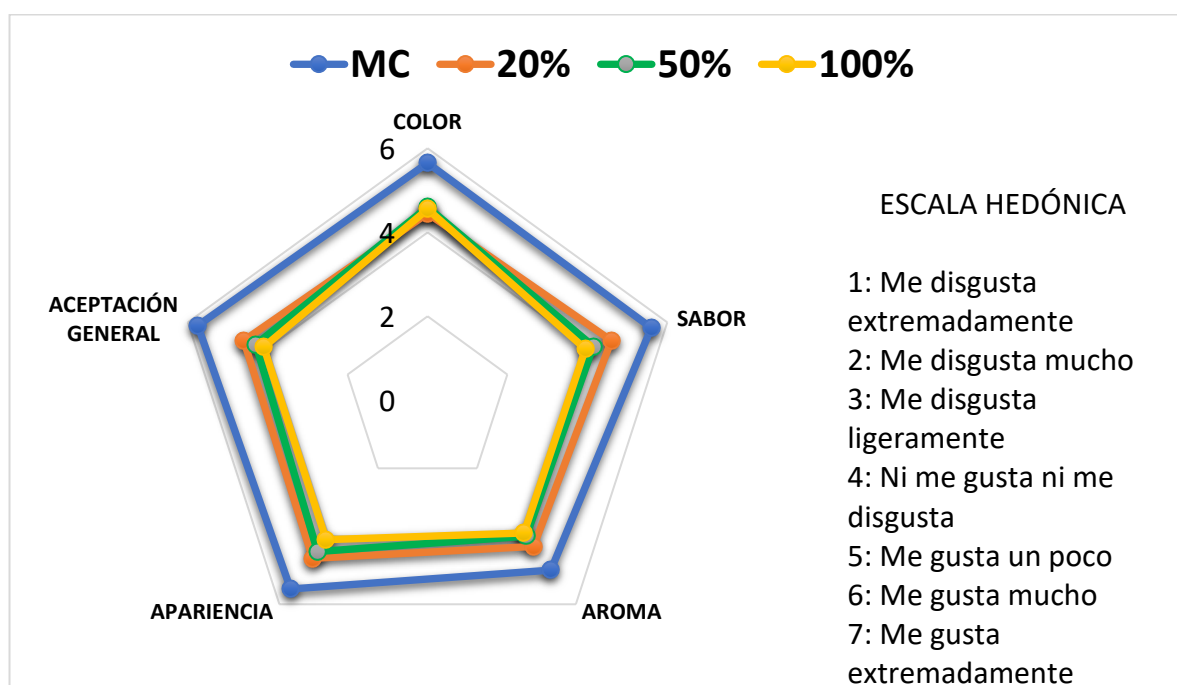
En estudios realizados para la obtención de un producto panificable la adición de sucralosa contribuye a que se mantenga el valor de pH en comparación a las preparadas con sacarosa; además, se presentaron cambios en el color más evidentes en los productos elaborados con miel de agave y sucralosa respecto a

la muestra control y esto puede ser debido a las reacciones de Maillard que ocurren por acción de la temperatura, en donde se puede dar la formación de melanoidinas que son polímeros pardos los cuales hacen que se evidencian cambios en el color de acuerdo a la investigación de (Guevara, Robles, & Ozuna, 2018).

(Villarreal, 2016) en su estudio uso diferentes edulcorantes entre ellos la sucralosa como alternativa para la sustitución de la sacarosa, donde obtuvo que los valores de pH fueron 3.43, 3.46, 3.48 y 3.49 para tratamientos con sustitución de sucralosa del 100%, 75%, 50% y 25% respectivamente, de acuerdo a estos resultados podemos analizar que según el presente estudio realizado los valores obtenidos se encuentran dentro de estos rangos, esto quiere decir que el pH de la sucralosa causa un efecto acidificante en las diferentes muestras estudiadas.

Características sensoriales:

Gráfica 3. Evaluación sensorial de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa



En la gráfica 3, se puede observar que la muestra control fue la que más gusto de acuerdo a cada uno de los parámetros evaluados por cada uno de los panelistas; en cuanto al color, sabor, apariencia, aroma y aceptación general no se presentan diferencias significativas en las paletas con la sustitución del 50% y 100% de azúcar refinada comercial por sucralosa y la paleta con el 20% de sustitución de

azúcar refinada comercial por sucralosa fue la que gusto más después de la muestra control y en comparación con los otros porcentajes de sustitución.

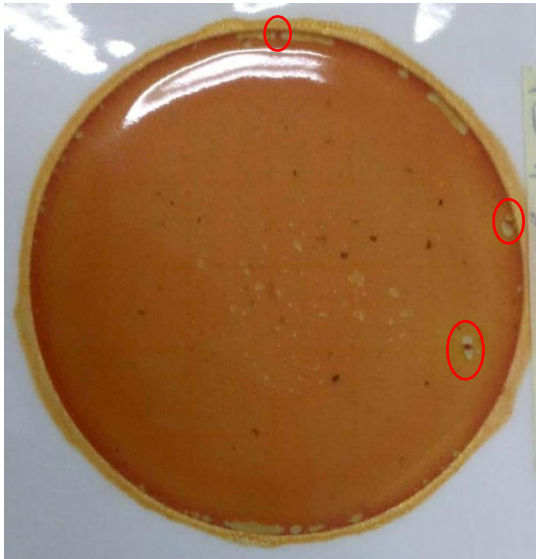
(Quitral, González, & Carrera, 2017) estudiaron el efecto de endulzantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado y determinaron que el color es uno de los parámetros que se ven afectados por la sustitución de la azúcar refinada comercial por sucralosa, debido a que entre mayor sea el porcentaje de sustitución el color obtenido será mucho más pálido, este a su vez depende de las condiciones que se aplican en el proceso como la temperatura la cual es la responsable de reacciones químicas que dan el color característico de diferentes alimentos, correspondientes al pardeamiento no enzimático en la que se involucra la reacción de Maillard y Caramelización. Es por esta causa que las paletas elaboradas con sustitución parcial y total de la azúcar refinada comercial por sucralosa presentan un color más pálido ya que al no estar presente en su totalidad el azúcar no hay sustratos para que se dé la reacción de pardeamiento no enzimático.

Además, las reacciones de pardeamiento no enzimático aparte de contribuir con el color de diferentes alimentos también son responsables del aroma y sabor de los mismos, los cuales son parámetros de gran importancia a la hora de la aceptabilidad de determinado producto por parte de los consumidores. El sabor depende del tipo de azúcar y los aminoácidos implicados en la reacción, además la temperatura, el tiempo, pH y el agua también son responsables de esta reacción, en conclusión, hay dos factores importantes los cuales son responsables del aroma y sabor de los alimentos, el primero es el tipo de azúcar y aminoácidos implicados en la reacción y el segundo son las condiciones de la reacción de acuerdo a lo planteado por (Quitral, González, & Carrera, 2017).

Uno de los comentarios en la evaluación sensorial fue que la muestra control tendía a descongelarse mucho más rápido a comparación de las otras muestras, esto es debido al punto a fusión tanto de la sacarosa como de la sucralosa, la sacarosa presenta un punto de fusión más elevado al de la sucralosa, lo que significa que a mayor porcentaje de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa menor será el tiempo que se necesite para el congelamiento por ende de igual modo resistirá mucho más tiempo para que se descongele en comparación con la muestra control.

Características microbiológicas:

Cuadro 23. Resultados microbiológicos de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa

MUESTRA CONTROL	
COLIFORMES	MESOFILOS
	
MUESTRA 20% SUSTITUCIÓN	
COLIFORMES	MESOFILOS
	

MUESTRA 50% SUSTITUCIÓN	
COLIFORMES	MESOFILOS
	
MUESTRA 100% SUSTITUCIÓN	
COLIFORMES	MESOFILOS
	

Cuadro 24. Resultado microbiológico de unidades formadoras de colonias de la paleta de fresa con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO			
		Control	20%	50%	100%
Recuentos aerobios mesófilos	UFC/g	350	360	310	150
Recuentos coliformes	UFC/g	<10	30	<10	<10
Recuento <i>E. coli</i>	UFC/g	<10	<10	<10	<10

Para este caso puntual y de acuerdo al análisis microbiológico realizado, los microorganismos a los que se les evaluó su crecimiento están los microorganismos aerobios mesófilos que como lo expone la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología médica (RENALOA, 2014) son capaces de crecer en presencia de oxígeno con una temperatura óptima entre 30-40°C; además, se considera como un indicativo de buena calidad mostrando la calidad de la materia prima y de cómo fue usada durante el proceso de elaboración, un recuento bajo de estos microorganismos no indica la ausencia de patógenos y sus toxinas y un recuento alto tampoco indica que exista presencia de flora patógena, únicamente en alimentos que sean obtenidos mediante fermentación no se recomienda recuentos altos. Otros de los microorganismos evaluados fueron los coliformes totales y fecales, las cuales son bacterias relacionadas con el agua, el suelo y el tracto intestinal de los animales y son usados como indicadores higiénicos en bebidas y alimentos, se distinguen por ser anaerobias gramnegativas no formadores de esporas, capaces de fermentar la lactosa para producir ácido y dióxido de carbono, *E. coli* es el coliforme más conocido el cual está presente en los intestinos de los animales pero además también se puede encontrar en el ambiente de forma natural, la mayoría de estos microorganismos son inofensivos pero algunas de sus cepas pueden llegar a causar intoxicaciones y enfermedades, de acuerdo a lo mencionado por 3M Ciencia Aplicada para la Vida (3M, 2022).

Aunque existió presencia de microorganismos coliformes y mesófilos aerobios como se puede evidenciar en los cuadros 16 y 17, las unidades formadoras de

colonias contadas no excede el rango permitido por la Norma Técnica Colombiana NTC 1239 Helados y Mezclas para Helados, en donde se menciona que para coliformes el índice máximo permisible de buena calidad es 100 UFC/g y de aceptable calidad 200 UFC/g y para mesófilos el índice máximo permisible de buena calidad es 10000 UFC/g y de aceptable calidad 100000 UFC/g, por lo que se demuestra que cumple de acuerdo a la norma establecida.

Recientemente se aprobó una nueva normativa la cual es la Resolución 1407 de 5 de agosto de 2022 (social, Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano, 2022), por la cual se establecen los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano, en el cuadro 16 se puede observar que el recuento microbiológico que se hace para helados de agua es *Escherichia coli* con índice máximo permisible de buena calidad <10 UFC/g y *Salmonella spp* ausencia/25g, aunque se podía hacer un recuento de unidades formadoras de colonias para *E. coli* no se podía hacer para *Salmonella* ya que la empresa Mimo's actualmente se rige bajo la normativa NTC 1239, de igual modo esta nueva normativa tiene un plazo de 18 meses para su implementación a partir del momento de su publicación.

Cuadro 25. Criterio microbiológico de helados y mezclas para helado

2. HELADOS Y MEZCLAS PARA HELADO						
PARÁMETRO	Caso	Muestreo Clase	n	c	m	M
2.1 Helados de agua						
<i>Escherichia coli</i> ⁽¹⁾	NA	3	5	0	<10 ufc/g o ml	---
<i>Salmonella</i> spp. ⁽⁴⁾	10	2	5	0	Ausencia/25g	---
2.2 Helados de crema, de leche, de leche/con grasa vegetal						
Enterobacterias	2	3	5	2	10 ufc/g o ml	10 ² ufc/g o ml
<i>Staphylococcus coagulasa positiva</i>	8	3	5	1	10 ² ufc/g o ml	2x10 ² ufc/g o ml
<i>Salmonella</i> spp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	---
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	---
2.3 Mezclas para helados o base para helado líquidas esterilizadas o ultra-alta temperatura UAT (UHT)						
Prueba de esterilidad comercial	NA	2	5	0	No presentar crecimiento bacteriano después de 10 a 14 días de incubación de 30 a 35°C y 5 a 10 días a 55°C.	
2.4 Mezclas para helado o base para helado en polvo ⁽²⁾						
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴ ufc/g	10 ⁵ ufc/g
<i>Escherichia coli</i> ⁽¹⁾	10	3	5	0	<10 ufc/g	---
<i>Staphylococcus coagulasa positiva</i>	7	3	5	2	10 ² ufc/g	2x10 ² ufc/g
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 ² ufc/g	10 ³ ufc/g
<i>Salmonella</i> spp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	---

¹. Cuando se utilice la técnica del Número Más Probable para coliformes y coliformes fecales se informará menor a tres (<3) NMP/g o ml, según corresponda.

⁴. Criterio microbiológico cuando el producto contenga pulpa de fruta.

Tomado de: (social, Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano, 2022)

A continuación, se muestran los cálculos nutricionales teóricos para cada muestra de paleta de acuerdo a los diferentes porcentajes de sustitución y a la composición química de cada materia prima:

Cuadro 26. *Calculo nutricional paleta de fresa 20% de sustitución*

PARAMETRO	COMPOSICIÓN POR 100g	APROX	COMPOSICIÓN POR 70g	APROX
Energía (cal)	80,990	81	56,693	57
Lípidos (g/100g)	0,105	0,11	0,0735	0,07
Grasa saturada (g/100g)	0,0052	0,005	0,00364	0,004
Grasas trans (g/100g)	0	0	0	0
Sodio (mg Na/100g)	17,106	17	11,97406	12
Carbohidratos (g/100g)	19,781	20	13,84691	14
Fibra dietaria (g/100g)	0,7	0,7	0,4900	0,5
Azúcares reductores (g/100g)	16,132	16	11,2924	11
Azúcares añadidos (g/100g)	18,117	18	12,6819	13
Proteína (g/100g)	0,2348	0,2	0,1644	0,2
Vitamina A (µg RAE /100g)	0,3499	0,3	0,2449	0,2
Vitamina D (µg RAE /100g)	0	0	0	0
Hierro (mg/100g)	0,1507	0,2	0,1055	0,1
Calcio (mg/100g)	7,1201	7,1	4,9841	5
Zinc (mg/100g)	0,0549	0,05	0,0384	0,04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27. Calculo nutricional paleta de fresa 50% de sustitución

PARAMETRO	COMPOSICIÓN POR 100g	APROX	COMPOSICIÓN POR 70g	APROX
Energía (cal)	65,931	66	46,152	46
Lípidos (g/100g)	0,110	0,1	0,077	0,08
Grasa saturada (g/100g)	0,0055	0,005	0,0039	0,004
Grasas trans (g/100g)	0	0	0,00	0
Sodio (mg Na/100g)	17,825	18	12,478	12
Carbohidratos (g/100g)	16,002	16	11,201	11
Fibra dietaria (g/100g)	0,733	0,7	0,513	0,5
Azúcares reductores (g/100g)	12,273	12	8,591	9
Azúcares añadidos (g/100g)	14,240	14	9,968	10
Proteína (g/100g)	0,246	0,3	0,172	0,2
Vitamina A (µg RAE /100g)	0,367	0,4	0,257	0,3
Vitamina D (µg RAE /100g)	0	0	0	0
Hierro (mg/100g)	0,155	0,2	0,109	0,1
Calcio (mg/100g)	7,410	7	5,187	5
Zinc (mg/100g)	0,0570	0,06	0,040	0,04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28. Calculo nutricional paleta de fresa 100% de sustitución

PARAMETRO	COMPOSICIÓN POR 100g	APROX	COMPOSICIÓN POR 70g	APROX
Energía (cal)	37,390	37	26,173	26
Lípidos (g/100g)	0,1194	0,12	0,08358	0,08
Grasa saturada (g/100g)	0,0060	0,006	0,0042	0,004
Grasas trans (g/100g)	0	0	0	0
Sodio (mg Na/100g)	19,1746	19	13,42222	13
Carbohidratos (g/100g)	8,8420	9	6,1894	6
Fibra dietaria (g/100g)	0,7958	0,8	0,55706	0,6
Azúcares reductores (g/100g)	4,9617	5	3,47319	3
Azúcares añadidos (g/100g)	6,8950	7	4,8265	5
Proteína (g/100g)	0,2670	0,3	0,1869	0,2
Vitamina A (µg RAE /100g)	0,3978	0,4	0,27846	0,3
Vitamina D (µg RAE /100g)	0	0	0	0
Hierro (mg/100g)	0,1631	0,2	0,11417	0,1
Calcio (mg/100g)	7,9574	8	5,57018	6
Zinc (mg/100g)	0,0610	0,06	0,0427	0,04

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los cuadros 26, 27 y 28 presentados anteriormente, se puede evidenciar que la sucralosa es un edulcorante viable para ser sustituida por la azúcar refinada comercial, según los resultados teóricos nutricionales obtenidos se ve una disminución en cuanto a los azúcares añadidos por porción de 100 g, el principal objetivo de este trabajo de grado era evaluar si al hacer la sustitución de la azúcar refinada comercial por sucralosa en diferentes porcentajes se podría quitar el sello de advertencia “Alto en azúcares añadidos” de acuerdo a la resolución 810 de 2021, pero como se puede evidenciar en los resultados obtenidos para la sustitución del 20% y 50% de la azúcar refinada comercial por sucralosa no se podría quitar el sello de advertencia debido a que los azúcares añadidos fueron de 18g y 14 g respectivamente y la norma específica que los azúcares añadidos en porción de 100g debe ser ≤ 10 g; además, también se debe tener en cuenta que tampoco cumplirían con la Norma Técnica Colombiana NTC 1239 Helados y Mezclas para Helados en donde se especifica que el contenido mínimo de sólidos solubles totales para un helado de fruta es de 20% y los resultados obtenidos en el presente trabajo de grado fueron de 19% y 15% respectivamente. Para la sustitución del 100% de la azúcar refinada comercial por sucralosa los azúcares añadidos en porción de 100g fueron de 7g, pero tampoco cumpliría con la Norma Técnica Colombiana NTC 1239 Helados y Mezclas para Helados.

Aunque el principal objetivo no se cumplió, con este trabajo de grado se pudo determinar que la sucralosa es un edulcorante viable para la sustitución de la azúcar refinada comercial, ya que se logra disminuir la cantidad de azúcares añadidos por porción de 100g llegando a ser un poco más saludable para las personas que consumen este tipo de productos alimenticios.

8 CONCLUSIONES

La sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa contribuye a que parámetros como el color cambien en el helado de agua sabor a fresa en el momento de su elaboración.

La sucralosa puede ser una alternativa viable como sustituto de azúcar refinada comercial ya que se pudo demostrar que se reduce la cantidad en sólidos solubles en las paletas de fresa, aunque no se cumple con la normativa vigente.

La sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa contribuye a que el pH se mantenga en un rango de 3,4 a 3,7 el cual es idóneo para que se inhiba el crecimiento de microorganismos ya que la mayoría no crecen en ambientes ácidos.

El análisis sensorial determinó que la muestra con mejor aceptación corresponde al 20% de sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa, siendo superado únicamente por la muestra control correspondiente al 100% de azúcar refinada comercial.

El valor teórico nutricional obtenido, demuestra que no se lograría eliminar el sello de advertencia “alto en azúcares añadidos” en las paletas de fresa con sustitución del 20% y 50% de azúcar refinada comercial por sucralosa.

A medida que se sustituye la azúcar refinada comercial por sucralosa se ven afectadas las características químicas y sensoriales del producto final, siendo más marcadas en aquellos en donde se aplicó un porcentaje de sustitución mayor.

9 RECOMENDACIONES

Realizar la evaluación sensorial de las paletas de fresa elaboradas con sustitución de azúcar refinada comercial por sucralosa con jueces consumidores como niños y adultos mayores.

Aplicar otros tipos de materias primas en la elaboración de la paleta de fresa con sustitución del 20% de azúcar refinada comercial por sucralosa con el fin de aumentar los sólidos solubles

Realizar estudios con aplicación de otros edulcorantes con el fin de reducir la cantidad añadida de azúcar refinada comercial.

10 BIBLIOGRAFÍA

- 3M. (04 de 11 de 2022). *Pruebas de Seguridad Alimentaria - Coliformes*. Obtenido de https://www.3m.com.co/3M/es_CO/food-safety-la/biblioteca-de-documentos/microorganismos/coliformes/
- Arévalo, N. M. (27 de Septiembre de 2021). *La Republica*. Obtenido de La Republica: <https://www.larepublica.co/empresas/crece-el-mercado-de-helado-con-planes-de-expansion-de-goyurt-y-la-entrada-de-yole-3237757>
- Bejarano, M. C. (2018). *Paletas artesanales Naturally*. Santiago de Cali.
- Chacon, L. A. (2003). *Desarrollo de un prototipo de helado de frutas tipo paleta en la Planta Hortofruticola de la Escuela Agrícola Panamericana*. Honduras.
- Chordi, S. (2013). *Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad*. Lleida.
- Cocinista. (11 de 12 de 2022). *Cocinista*. Obtenido de Cocinista: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/glicerina.html#:~:text=La%20industria%20alimentaria%20viene%20usando,bollos%20mantengan%20elasticidad%20y%20frescura>.
- Dueñas, A., & Palacios, H. (2003). *Evaluación físico – química, sensorial y de comportamiento de la vitamina C de la fresa (Fragaria Spp) tratada mediante métodos combinados de preservación*. Duitama, Boyacá.
- Evangelista, W., & Rivas, R. (2015). *Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida a base de San Ky (Corryocactus brevistylus)*". Perú.
- GaeaPeople. (2019). La sucralosa, otra forma de endulzar las comidas. *Magazine Soluciones para la Diabetes*.
- Guevara, D., Robles, E., & Ozuna, C. (2018). Efecto de la incorporación de diferentes tipos de edulcorantes en las propiedades físicas Y funcionales de un producto panificable. *Jovenes de la ciencia*, 6.

- Infoagro. (23 de 11 de 2021). *Infoagro*. Obtenido de Infoagro: https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=7576&_medidor_de_acido_citrico__malico_y_tartarico_y_ph_en_zumos_de_frutas_hi_84532-02_tienda_on_line
- Infoagro. (18 de 09 de 2022). *Infoagro*. Obtenido de Infoagro: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- Kruseman, W. (2015). *Elaboración de plaetas artesanales*.
- López, A., & Pérez, C. (2019). *Diseño y construcción de un sistema mecatrónico clasificador de fresas mediante visión por computador*. Bogotá.
- Marín, J. (2016). *Química de las fresas*. Anzoátegui, Venezuela.
- Marín, J. (2016). *Química de las fresas*. Anzoátegui-Venezuela.
- Martínez, J. G. (2018). *Elaboración y presentación de helados*. Antequera, Málaga: IC Editorial.
- Mimo's. (01 de 10 de 2022). *Mimo's*. Obtenido de Mimo's: <https://www.mimos.com.co>
- Montaño, R. P. (2017). Las 5 enfermedades con mayor tasa de mortalidad relacionada con el consumo de azúcar "Azúcar la punta del Iceberg". Mexico.
- Navarro, S. Z., & Llamas, F. P. (2013). *Importancia de la sacarosa en las funciones cognitivas: conocimiento y comportamiento*. Madrid, España.
- Parraga, R., & Chávez, K. (2020). Evaluación microbiológica y sensorial en helado tipo paleta con leche deslactosada y Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) como componentes. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, Vol4, No2, 2020, ISSN 2602-8220, Latindex, 11.
- Pérez, I. M. (2014). *Estudio del metabolismo de la sucralosa en orina*. España.
- Polioles. (12 de 11 de 2022). *Polioles*. Obtenido de Polioles: <https://datosobrelospolioles.com/sorbitol/>
- Quitral, V., González, A., & Carrera, C. (2017). Efecto de edulcorantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado. *Revista Chilena de Nutrición*.

- Ramos, A. (2021). *Efecto edulcorante de la sucralosa en la elaboracion de mermeladas*. Ecuador.
- RENALOA, G. T. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos*. Fernando Trinks. INAL - ANMAT.
- Rivera, N. A. (2006). Lo dulce del azúcar. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad de Veracruzana*.
- salud, M. d. (2002). *Norma Técnica Colombiana NTC 1239*. Bogotá.
- Sánchez, J., & Vergara, N. (2022). *Estudio de viabilidad para la fabricación y comercialización de paletas de helado artesanal en el municipiode Villagómez Cundinamarca*. Bogotá.
- Sandoval, D., & Tancayllo, M. (2017). *Plan de negocio para la produccion y comercialización de helados a base de frutos y cereales andinos de la región Arequipa, 2017*. Arequipa, Perú.
- Sirtori, F., Cervera, K., & Jiménez, M. (2020). *FRUTIFIT paletas nutricionales*. Santa Marta, Magdalena.
- social, M. d. (1997). *Norma Técnica Colombiana NTC 4103*. Bogotá.
- social, M. d. (2022). *Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano*. Bogotá.
- Tech, T. F. (13 de 11 de 2022). *Terra Food Tech*. Obtenido de Terra Food Tech: <https://www.terrafoodtech.com/la-importancia-del-ph-de-los-alimentos/>
- Villarreal, S. M. (2016). *Efecto de la sustitución parcial y total de azúcar por edulcorantes artificiales (aspartame, sacarina, sucralosa) en las propiedades organolépticas del helado de agua sabor a fresa*. Tulcán, Ecuador.

11 ANEXOS

Anexo A. Carta de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL – ESCALA HEDÓNICA

Nombre: _____ Edad: _____

Fecha: _____ Genero: _____

Producto: Paleta de fresa

Primero observe las muestras, seguidamente acérquelas hacia la nariz y por último pruébelas de menor a mayor de acuerdo a la codificación e identifique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala. Tomar sustancia de arrastre entre cada muestra:

1. Me disgusta extremadamente
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta ligeramente
4. Ni me gusta ni me disgusta
5. Me gusta un poco
6. Me gusta mucho
7. Me gusta extremadamente

MUESTRA	CALIFICACIÓN				
	COLOR	SABOR	AROMA	APARIENCIA	ACEPTACIÓN GENERAL
160					
284					
736					
925					

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS