



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**GALLETAS FUNCIONALES TIPO POLVORÓN A BASE DE HARINA
COMPUESTA DE TRIGO Y POLVO DE CÁSCARA DE NARANJA**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N:

CALVILLO ACOSTA LUIS BRANDON

RINCÓN MEZA CESAR

ASESORA:

I.B.Q. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mis padres, Luis y Elidé, por brindarme su apoyo para cumplir mis sueños, por todo su amor y cariño.

A mi hermano, Bruno, por acompañarme en todas las etapas de mi vida.

A mi novia, Sandy, por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles.

A mi abuelo, Juan, por demostrarme que siempre se puede salir adelante, sin importar las circunstancias.

Luis Brandon Calvillo, Ingeniería en Alimentos 37.

Mis padres Apolinar Rincón y Martha Guillermina, quienes me dieron la vida, me formaron como persona además de brindarme todo su apoyo y cariño durante toda mi vida.

Mis hermanos Angélica y Ricardo quienes han sido las personas con las que he convivido durante gran parte de mi vida, además de brindarme su apoyo como solo los hermanos saben hacerlo.

Mi esposa e hijo Lina Elizabeth y Vladimir Sebastián, las personas con las que comparto mi presente y futuro, les agradezco por creer en mí y estar conmigo aun en esos momentos difíciles.

Mis suegros Gilberto Ciriaco y Carmelina Solano quienes en estos últimos años han sido un gran soporte para que mis estudios y tesis hayan culminado.

Mis profesores, que gracias a su arduo trabajo me es posible terminar mi carrera, con un agradecimiento especial a mi tesista Leticia que siempre busco un espacio para resolver nuestras dudas a pesar de lo ocupada que se encontraba.

César Rincón, Ingeniería en Alimentos 37.

Índice

Contenido

Resumen	10
Introducción	11
Capítulo I: Antecedentes	12
1.1.- Generalidades de la naranja	12
1.1.1.- Definición de naranja	12
1.1.2.- Géneros	12
1.1.3.- Composición química y aporte nutrimental	13
1.1.4.- Producción de naranja en México	14
1.1.5. Subproductos cítricos	14
1.2.- Galletas	16
1.2.1.- Tipos/definición de galletas	16
1.2.1.- Comercialización y consumo de galletas en México	16
1.3.- Radicales libres y antioxidantes	17
1.3.1.- Definición de antioxidante, radical libre y función.	17
1.3.2. Aplicaciones en la industria alimentaria	18
1.3.3. Tipos de antioxidantes	19
1.3.3.1.-Ácido cítrico	19
1.3.3.2. Metabisulfito de sodio	20
1.4. Enmascaradores de amargor	20
1.4.1. Generalidades	20
1.4.2. Sabor amargo	21
1.4.3. Tipos de Enmascaradores de amargor	21
1.4.3.1. Leche	21
1.4.3.2. Polidextrosa	21
1.4.3.3. Azúcar	22
1.5. Fibra	22
1.5.1. Definición	22
1.5.2. Tipos de fibra	22
1.5.3. Función en el organismo	23
1.5.4. Fibra en residuos de frutos	24
1.6. Colorimetría	25
1.6.1. Definición	25
1.6.2. Parámetros de colorimetría (L, a, b)	25
1.6.3. Color en la cáscara de naranja	26

1.6.3.1. Carotenoides	26
1.7. Desarrollo de nuevos productos	26
1.7.1. Introducción al desarrollo de nuevos productos	26
1.7.2. Metodología para el desarrollo de nuevos productos	27
1.7.3. Ciclo de vida del producto	28
1.8. Mercadotecnia	29
1.8.1. Definición de mercadotecnia.	29
1.8.2. Definición y tipos de mercados	29
1.8.3. Segmentación de mercado	29
1.9. Evaluación sensorial	30
1.9.1. Definición	30
1.9.2. Los sentidos	31
1.9.2.1. Gusto	31
1.9.2.2. Vista	31
1.9.2.3. Olfato	32
1.9.2.4. Tacto	32
1.9.3. Tipos de pruebas	32
1.9.3.1. Prueba discriminativa o de diferencia	33
1.9.3.2. Prueba descriptiva	33
1.9.3.3. Pruebas afectivas	34
1.9.3.4. Prueba de ordenamiento con escala estructurada	34
1.9.3.5. Prueba de ordenamiento sin escala estructurada	34
1.9.4. Tipos de jueces	34
Capítulo II. Descripción de la metodología experimental	36
2.1. Objetivo general	36
2.2. Objetivos particulares	36
2.3. Cuadro metodológico	38
2.4. Actividades preliminares	39
2.4.1. Actividad preliminar 1. Caracterización del horno.	39
2.4.2. Actividad preliminar 2. Escaldado y secado de cáscara de naranja	40
2.4.3. Actividad preliminar 3. Curva de secado de cáscara de naranja	41
2.4.4. Actividad preliminar 4. Molienda de la cáscara de naranja	41
2.4.5. Actividad preliminar 5. Análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja	41
2.4.5.2. Determinación de cenizas por incineración (NMX-F-066-S-1978)	42
2.4.5.3. Determinación de lípidos por método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978)	42
2.4.5.4. Determinación de pectina (NMX-F-347-S-1980)	43
2.4.5.5. Determinación de proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC 47.021)	43

2.4.5.6. Determinación de fibra por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978)	44
2.4.5.7. Determinación de carbohidratos por diferencia	45
2.4.6. Actividad preliminar 6. Determinación de gluten húmedo y seco de harina de trigo (NMX-F-377-S)	45
2.5. Objetivos Particulares	46
2.5.1. Objetivo Particular 1	46
Actividad 2.2.1.1. Estudio de mercado	46
2.5.2. Objetivo particular 2	47
Actividad 2.5.2.1. Análisis de color para el polvo de cáscara de naranja	47
2.5.3. Objetivo particular 3	47
Actividad 2.5.3.1. Estandarización de condiciones de proceso	47
Actividad 2.5.3.2. Desarrollo de prototipos	48
Actividad 2.5.3.3. Pre selección de prototipos	49
Actividad 2.5.3.4. Selección de prototipo	50
2.5.4. Objetivo particular 4	52
Actividad 2.5.4.1. Análisis químico del prototipo seleccionado	52
2.5.4.1.2. Azúcares reductores (NMX-F-312)	52
Actividad 2.5.4.2. Análisis microbiológico del prototipo seleccionado	53
Actividad 2.5.4.2.1. Cuenta de bacterias mesófilas aerobias (NOM-092-SSA1-1994)	53
Actividad 2.5.4.2.2. Cuenta de organismos coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994)	54
Actividad 2.5.4.2.3. Conteo de mohos y levaduras (NMX-111-SSA1-1994)	55
2.5.5. Objetivo particular 5	55
Actividad 2.5.5.1. Selección de envase y diseño de etiqueta	55
Actividad 2.5.5.2. Cálculo de valor calórico por componente	56
Actividad 2.5.5.3. Pruebas afectivas de galletas tipo polvorón	56
Capítulo III. Resultados y análisis:	59
3.1. Actividades preliminares	59
3.1.1. Actividad preliminar 1. Caracterización del horno	59
3.1.2. Actividad preliminar 2. Escaldado y secado de cáscara de naranja	60
3.1.3. Actividad preliminar 3. Curva de secado de cáscara de naranja	60
3.1.4. Actividad preliminar 4. Molienda de la cáscara de naranja	61
3.1.5. Actividad preliminar 5. Análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja	62
3.1.6. Actividad preliminar 6. Determinación de gluten húmedo y seco de harina de trigo	64
3.2. Objetivos particulares	65
3.2.1. Objetivo particular 1	65
Actividad 3.2.1.1. Estudio de mercado	65
3.2.2. Objetivo particular 2	69

Actividad 3.2.2.1. Análisis de color para el polvo de cáscara de naranja	69
3.2.3. Objetivo particular 3	71
Actividad 3.2.3.1. Estandarización de condiciones de proceso	71
Actividad 3.2.3.2. Desarrollo de prototipos	73
Actividad 3.2.3.3. Pre selección de prototipos	74
Actividad 3.2.3.4. Selección de prototipo	74
3.2.4. Objetivo particular 4	78
Actividad 3.2.4.1. Análisis químico del prototipo seleccionado	78
Actividad 3.2.4.2. Análisis microbiológico del prototipo seleccionado	80
3.2.5. Objetivo particular 5	80
Actividad 3.2.5.1. Selección de envase y diseño de etiqueta	80
Actividad 3.2.5.2. Cálculo de valor calórico por componente	81
Actividad 3.2.5.3. Pruebas afectivas de galletas tipo polvorón	82
Conclusiones	83
Bibliografía	85

Índice de tablas:

Tabla 1: Composición nutricional de naranja (100 g)	13
Tabla 2: Subproductos cítricos identificados por el sector productivo e industrial	15
Tabla 3. Diseño estadístico para el pre tratamiento de cáscara de naranja	40
Tabla 4. Combinaciones resultantes del diseño estadístico 3×2^2	40
Tabla 5. Diseño estadístico para desarrollo de prototipos	49
Tabla 6. Combinaciones resultantes de diseño factorial 3^2	49
Tabla 7. Prototipos con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja	50
Tabla 8. Conversión de componentes a calorías para el etiquetado	56
Tabla 9. Galletas tipo polvorón utilizadas en pruebas afectivas	56
Tabla 10: Temperaturas de la charola superior e inferior del secador a diferentes tiempos	59
Tabla 11: Temperaturas de las charolas en los diferentes cuadrantes	59
Tabla 12: Humedad a diferentes tiempos de la cáscara de naranja	60
Tabla 13: Análisis químico proximal de polvo de cáscara de naranja	63
Tabla 14: Análisis químico proximal recalculado de polvo de cáscara de naranja (base seca)	63
Tabla 15: Porcentaje de gluten húmedo y seco en harina de trigo	64
Tabla 16: Resultados de ΔE para diferentes pre tratamientos y condiciones de secado de polvo de cáscara de naranja	69
Tabla 17: Comparación de la F crítica y la F de tablas	70
Tabla 18: Parámetros de colorimetría para polvo de cáscara de naranja	71
Tabla 19. Efecto de las diferentes temperaturas y tiempos en las galletas para la estandarización del proceso de horneado	72
Tabla 20: Resultados de prueba de ordenamiento sin escala estructurada	74
Tabla 21: Concentraciones de harinas y endulzantes para prototipos	74
Tabla 22: Análisis de varianza para los atributos de color, olor, sabor y textura	77
Tabla 23: Composición química de galletas tipo polvorón	78
Tabla 24. Comparación de galletas tipo polvorón	79

Tabla 25. Análisis microbiológico para galletas tipo polvorón	80
Tabla 26. Especificaciones microbiológicas para galletas permitidas por la NMX-F-006-1983	80
Tabla 27. Aporte calórico para una porción de 15 g de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja	82

Índice de figuras

Figura 1. Posición del termómetro en las charolas superior e inferior del secador	39
Figura 2. Posición de los termómetros en los diferentes cuadrantes de la charola	39
Figura 3. Encuesta de estudio de mercado	46
Figura 4: Diagrama de proceso para galletas tipo polvorón	48
Figura 5. Prueba sensorial de ordenamiento sin escala estructurada aplicada a los 6 prototipos más amargos a jueces semientrenados	50
Figura 6A. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos	50
Figura 6B. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos	51
Figura 6C. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos	52
Figura 7A. Prueba afectiva de galletas tipo polvorón	57
Figura 7B. Prueba afectiva de galletas tipo polvorón	58
Figura 8. Diseño de la etiqueta para galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja	81

Índice de gráficos

Gráfico 1: Gráfica de humedad vs tiempo de la cáscara de naranja	61
Gráfico 2: Curva de distribución diferencial en la molienda de la cáscara de naranja	62
Gráfico 3: Rango de edades de los participantes en el estudio de mercado	65
Gráfico 4: Sexo de los participantes en el estudio de mercado	65
Gráfico 5. Frecuencia de consumo	66
Gráfico 6. Consumo de diferentes tipos de galletas	66
Gráfico 7. Lugares de compra de galletas	66
Gráfico 8. Razones para la compra de galletas	66
Gráfico 9. Nivel de agrado de galletas tipo polvorón altas fibra y reducidas en azúcar	67
Gráfico 10. Aspectos menos interesantes de galletas tipo polvorón altas fibra y reducidas en azúcar	67
Gráfico 11. Preferencia de precio	68
Gráfico 12. Preferencia de tamaño de porción	68
Gráfico 13. Preferencia con respecto a galletas en el mercado	68
Gráfico 14: Efectos principales de T de escaldado, antioxidantes y T de secado sobre ΔE	70
Gráfico 15: Efectos principales del sabor con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja	75
Gráfico 16: Efectos principales para el olor con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja	75
Gráfico 17: Efectos principales para la textura con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja	76
Gráfico 18: Efectos principales para el color con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja	76
Gráfico 19. QDA para pruebas afectivas con respecto a galletas comerciales	82

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja altas en fibra y reducidas en azúcar. Se realizó una investigación previa para conocer el aporte de fibra que la cáscara de naranja de *Citrus X Sinensis* (Navel) pudiera aportar a las galletas.

Se realizó un estudio de mercado a estudiantes hombres y mujeres entre 18 y 27 años para conocer la viabilidad del desarrollo de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja en dónde se llegó a la conclusión que el desarrollo del producto es viable, ya que al mayor porcentaje de personas encuestadas les pareció interesante la idea; además el mayor porcentaje de encuestados consumiría las galletas tipo polvorón con respecto a las que se encuentran en el mercado.

Se evaluó la diferencia de color (ΔE) con los pre tratamientos de escaldado (40 y 60 °C) con 2 antioxidantes (ácido cítrico y metabisulfito de sodio), y secado a 65 y 70 °C, en dónde la menor diferencia de color se obtuvo con escaldado a 40 °C con ácido cítrico y secado a 70 °C.

Se desarrollaron prototipos con concentraciones de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (72-25, 80-20, 85-15 %) y sacarosa- povidexrosa (75-25, 50-50, 25-75 %); posteriormente se realizó un análisis sensorial de pruebas de ordenamiento con escala estructurada evaluando los atributos de color, olor, textura y sabor. El prototipo con mayor aceptación fue el de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (85- 15 %) y sacarosa- povidexrosa (75- 25 %).

Se realizó un análisis químico proximal al prototipo seleccionado, donde se obtuvo 8.36 % de fibra dietética y 20.51 % de azúcares totales, por lo cual se obtuvo un producto funcional alto en fibra y reducido en azúcar.

Al llevar a cabo un análisis microbiológico de cuenta de coliformes, bacterias mesófilas, mohos y levaduras no se observó crecimiento de ningún tipo a simple vista a las 48 y 120 horas para mohos y levaduras por lo cual las galletas son aptas para el consumo humano.

Finalmente se realizaron pruebas afectivas evaluando la aceptación de las galletas realizadas con galletas comerciales (Tía Rosa, Don Toño y Marinela), en dónde se obtuvo una aceptación regular, por lo cual se puede reevaluar el público al que va dirigido el producto realizado.

Introducción

México es líder en producción de cítricos, al ubicarse como el quinto productor a nivel mundial (4.6 % del total) detrás de China (21 %), Brasil (18 %), Estados Unidos (8 %) y la India (6 %). Los estados de mayor importancia en la producción son Veracruz (55 % del total nacional), San Luis Potosí y Tamaulipas, que en conjunto representan 22 % de la superficie sembrada y cosechada, así como Puebla y Nuevo León. El valor de la producción de naranja en México se estima en más de seis mil millones de pesos, con un consumo anual per cápita de 37.1 kilogramos y aporta el 22.5 por ciento del volumen de frutas que son producidas en el país (SAGARPA, 2012).

La naranja que es destinada como insumo para la agroindustria es utilizada para la producción de jugos principalmente, cuyo proceso conlleva una generación considerable de desechos como cáscaras, pulpa y semillas, que se han vuelto una carga sustancial para el medio ambiente. Durante este proceso, entre el 23 y 40 % en peso de la fruta se obtiene como desecho principal, generando un problema ambiental en la disposición de los mismos (Cerón & Cardona, 2010).

Esto ha inspirado investigaciones en donde a partir del material de desecho de los cítricos se hayan podido obtener polvos cítricos, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales, así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra (Rincón, Vásquez & Padilla, 2005). Actualmente la fibra dietética forma parte de lo que se considera una dieta saludable (Escudero y González, 2006). Una ingesta rica en fibra es recomendable desde los primeros años de la vida, ya que a menudo va acompañada de un estilo de vida que a largo plazo ayuda a controlar el desarrollo de enfermedades como el cáncer de colon o las enfermedades cardiovasculares (Rubio, 2002).

Una limitante importante en la aceptación general de este tipo de productos radica en la percepción de sabores desagradables frecuentemente asociados con diversas sustancias fenólicas, responsables del sabor amargo. Por ello, se han desarrollado enmascaradores del sabor, los cuales disfrazan sabores percibidos como desagradables en los alimentos. Un ejemplo de esto es la reducción del sabor amargo por medio de la adición de leche, dada por la interacción de los grupos fenólicos con las proteínas de la leche, impidiendo que interactúen con las proteínas de la saliva, reduciendo el amargor (Villegas, Ruíz & Bárcenas, 2010). Por otro lado Ares, Barreiro, Deliza & Gámabaro (2009) mencionan que la povidexrosa enmascara sabores amargos por su habilidad de interactuar con puentes de hidrógeno o interacciones dipolo-dipolo. La povidexrosa es un polímero de glucosa de baja densidad energética (4,19 kJ/g) muy utilizada como sustituto del azúcar y grasa en una amplia variedad de alimentos. Se la considera una fibra dietaria que es parcialmente fermentada en el intestino grueso, generando ácidos grasos de cadena corta. Algunas investigaciones han demostrado que tiene efecto sobre la saciedad, lo que podría ser relevante para personas con sobrepeso y obesidad (King, *et al.* 2005). Su utilización en alimentos está aprobada en más de 60 países (FAO/WHO, 2009).

Aunado a esto hay una creciente preocupación frente al consumo excesivo de azúcar en la dieta, lo que ha llevado a la modificación de productos tradicionales para disminuir el contenido de sacarosa y a su vez,

mantengan las características sensoriales y físico-químicas similares a las de sus homólogos elaborados con un contenido de sacarosa normal (Valencia, Millan & Ramirez, 2008).

Por lo anteriormente mencionado en el presente trabajo se pretende elaborar galletas con harina de trigo y polvo de cáscara de naranja, además de sustituir parcialmente sacarosa con povidex, con el fin de obtener un producto alto en fibra y reducido en calorías.

Capítulo I: Antecedentes

1.1. Generalidades de la naranja

1.1.1.- Definición de naranja

La naranja es el fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las rutáceas. El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) no se debe confundir con el amargo (*Citrus aurantium*). Estos frutos, llamados hespérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. Presentan un color anaranjado, al que deben su nombre, aunque algunas especies son casi verdes cuando están maduras (Fundación Española de la Nutrición, s.f.).

1.1.2.- Géneros

La variedad de naranja se diferencia según el uso que se le vaya a dar, es decir si es para consumo fresco o para congelar. De esta manera se pueden determinar tres grupos: Navel, Blancas y Sanguinas.

Las naranjas tipo Navel incluyen a las Washington, Thomson, Newhall, Navelina y Navelete. Este tipo de naranjas se caracterizan por no tener semillas, ser de maduración precoz y tener excelentes condiciones organolépticas (sabor, olor, aspecto y textura) con pulpa de textura crujiente y ser fáciles de comer ya que se pelan fácilmente y los gajos están bien separados (EARTH, 2004).

El grupo de blancas es el más importante de las naranjas dulces. No sólo son las más antiguas y ampliamente cultivadas, sino que además incluyen el mayor número de variedades. Presentan aptitud tanto para el mercado fresco como para la fabricación de jugos. Algunas variedades son: Salustiana, Parson Brown, Pineapple, Cadenera y Hamlin.

El grupo de sanguina le debe su nombre a la presencia de un pigmento (antocianina) en su corteza y en la pulpa que le confiere un característico color rojo, más o menos intenso dependiendo de la variedad y de las condiciones edafoclimáticas, algunas variedades que presentan mayor pigmentación son: Moro, Sanguinella Negra y TaroccoRosso.

Existe un 4to grupo llamado Sucreñas, sin embargo las primeras 3 son las de mayor interés para la industria, sobre todo la de jugos (Hervalejo et. al., 2010).

1.1.3.- Composición química y aporte nutrimental

La naranja es una fruta de escaso valor calórico, con un aporte interesante de fibra soluble (pectinas), cuyas principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y la glucosa en sangre, así como con el desarrollo de la flora intestinal. En su composición también cabe destacar la elevada cantidad de ácido ascórbico o vitamina C. (Una naranja de tamaño medio aporta 82 mg de vitamina C, siendo 60 mg la ingesta recomendada al día para este nutriente). También contiene cantidades apreciables de folatos, y en menor cantidad, vitamina A, Tabla 1 (FEN, s.f.).

Tabla 1: Composición nutricional de naranja (100 g)

NUTRIENTE	UNIDADES	NARANJA CON CÁSCARA ^a	NARANJA SIN CÁSCARA ^a	CÁSCARA DE NARANJA
Proximal – Componentes principales				
Agua	g	82.30	86.75	72.50
Energía	kcal	63	47	97
Proteínas	g	1.3	0.94	1.50
Lípidos totales	g	0.30	0.12	0.20
Cenizas	g	0.60	0.44	0.80
Carbohidratos ^b	g	15.50	11.75	25.00
Fibra total dietaria	g	4.5	2.4	10.6
Azúcares, total	g	----	9.35	----
Minerales				
Calcio	mg	70	40	161
Hierro	mg	0.80	0.10	0.80
Magnesio	mg	14	10	22
Fósforo	mg	22	14	21
Potasio	mg	196	181	212
Sodio	mg	2	0	3
Zinc	mg	0.11	0.07	0.25
Cobre	mg	0.057	0.045	0.092
Manganeso	mg	----	0.025	----
Selenio	mcg	0.7	0.5	1.0
Vitaminas				
Vitamina C	mg	71.0	53.2	136.0
Tiamina	mg	0.100	0.087	0.120
Riboflavina	mg	0.050	0.040	0.090
Niacina	mg	0.500	0.282	0.900
Ácido Pantoténico	mg	0.330	0.250	0.490
Vitamina B-6	mg	0.093	0.060	0.176
Folatos, total	mcg	30	30	30
Colina, total	mg	----	8.4	----
Vitamina A	IU	250	225	420
Vitamina E	mg	----	0.18	0.25
Otros				
Beta-caroteno	mcg	----	71	----
Alfa-caroteno	mcg	----	11	----
Beta-criptoxantina	mcg	----	116	----
Luteína + zeaxantina	mcg	----	129	----

^a Sin semillas. ^b Por diferencia.

Fuente: USDA, 2007. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20.

1.1.4.- Producción de naranja en México

México es líder en producción de cítricos, al ubicarse como el quinto productor a nivel mundial (4.6 % del total) detrás de China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) y la India (6%).

La citricultura en México es una actividad de gran importancia económica y social: Se realiza en poco más de medio millón de hectáreas en regiones con clima tropical y sub-tropical en 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es del orden de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total).

Los estados de mayor importancia en la producción son Veracruz (55% del total nacional), San Luis Potosí y Tamaulipas, que en conjunto representan 22% de la superficie sembrada y cosechada, así como Puebla y Nuevo León (SAGARPA, 2012).

El valor de la producción de naranja en México se estima en más de seis mil millones de pesos, con un consumo anual per cápita de 37.1 kilogramos.

Los meses de mayor disponibilidad de este cultivo son de noviembre a abril, con un pico de producción entre los meses de febrero a abril (SAGARPA, 2017).

Las exportaciones crecen en 15.3% en promedio anual, teniendo como principales consumidores a Estados Unidos, el Reino Unido y otros países europeos, además de Japón. En 2009 las ventas al exterior ascendieron a 7 millones 150 mil dólares. Las importaciones, provenientes principalmente de Estados Unidos, fueron de tres millones 400 mil dólares, lo que representa para México un superávit de más de tres millones de dólares. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, s.f.).

1.1.5. Subproductos cítricos

La producción de cítricos está muy extendida a nivel mundial (93 millones de Tn anuales; (FAO, 2006), aunque su producción suele concentrarse en áreas geográficas concretas (Mediterráneo, Sao Paulo en Brasil, Florida en USA). Este mercado genera una gran cantidad de desechos (cítricos de destrío y pulpa, principalmente) en dichas áreas, que suponen en muchas ocasiones un problema medioambiental. Para disminuir el impacto, se ha optado en destinar gran parte de los desechos hacia la alimentación animal o la elaboración de subproductos (Pascual et al., s.f.).

Globalmente, se diferencian los productos procesados y subproductos obtenidos a partir de los cítricos de la siguiente manera:

Los productos procesados, están comprendidos por los zumos, concentrados y pulpas, y se clasifican en: jugo recién exprimido, jugo concentrado congelado, no proveniente de jugo concentrado y jugo refrigerado proveniente de concentrado.

Los subproductos son todos los que se obtienen de las diferentes partes del fruto (cáscara, bagazo y semillas) y que no son destinadas para la producción de jugo.

La producción global de cítricos, está destinada en gran parte a la comercialización en fresco (alrededor de las 2/3 partes de la producción), alrededor de 1/3, se destina al consumo industrial para la obtención de productos y subproductos. Un caso especial es el de las naranjas, que puede aumentar esta proporción a más del 40% para el uso industrial.

De este porcentaje restante, los productos procesados son los que más se comercializan en sus diferentes presentaciones, para la obtención de jugo y en menor medida para obtener subproductos. En el caso de la naranja, hasta el 80% se destina para la producción de jugos (Bustamante y Isaza, 2015). Los principales subproductos obtenidos luego de la cadena productiva de productos procesados y mayormente comercializados son: Aceites esenciales, limonoides, pellets, pectinas, ácido cítrico, flavonoides. Aunque actualmente se pueden obtener otros, que no son los más comercializados, ya sea por su baja demanda comercial, como es el caso de vinos, mermeladas, confitura y jaleas, pueden representar oportunidades tecnológicas a futuro. Los subproductos identificados catalogados por el sector productivo e industrial se pueden visualizar en la Tabla 2.

Tabla 2: Subproductos cítricos identificados por el sector productivo e industrial

Sector	Subproducto
Cosmético	Aceites terapéuticos, fragancias, productos para el cuidado de la piel.
Alimenticio	Pectinas, ácido cítrico, mermeladas, fibra dietaria, confituras, mieles, vinos, bebidas gaseosas.
Farmacéutico	Vitamínicos, elementos base para la fabricación de Medicinas, flavonoides.
Energético	Biodiesel, bioetanol, biomasa.
Agropecuario	Abonos orgánicos, pellets deshidratados para alimentación bovina y porcina, pesticidas naturales (control de plagas).
Industrial	Solventes para limpieza, limonoides.
Aplicaciones especiales	Obtención de nanofibras, extracción de nanopartículas de plata y oro, investigación para la cura del cáncer, obtención de bioplásticos a partir de pectina.

1.2.- Galletas

1.2.1.- Tipos/definición de galletas

Hay una infinidad de definiciones para las galletas, algunas más ambiguas que otras, esto debido a la gran variedad que existe en su preparación y presentación, no obstante, se tomará la definición propuesta por la NMX-F-006-1983: Es el producto elaborado con harinas de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodatada; adicionados o no de otros ingredientes y aditivos alimenticios permitidos los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado; en la misma norma se hace definición de los diferentes tipos de galletas, existiendo 3, las cuales son: Galletas finas (tipo 1), entrefinas (tipo 2) y comerciales (tipo 3).

El real decreto 1124/1982 del Código Alimentario Español hace mención de una clasificación más específica para galletas, clasificándola en diferentes grupos, los cuales son:

- Marías, tostadas y troqueladas.
- Cracker y de aperitivo.
- Barquillos con o sin relleno.
- Bizcochos secos y blandos.
- Sandwiches.
- Pastas blandas y duras.
- Bañadas con aceite vegetal.
- Recubiertas de chocolate.
- Surtidos.
- Elaboraciones complementarias.

1.2.1.- Comercialización y consumo de galletas en México

Según KantarWorldpanel México (2017) el consumo de galletas en México está muy arraigado, ya que el 99.7 % de las familias compran galletas, adquiriendo en promedio 12 kg de galletas al año donde 8 de cada 10 son dulces, gastando aproximadamente \$752 al año; el 33% de las compras totales se hacen con el fin de consumirlas en el desayuno. Además, sondeos reportados por la jornada en el 2015 aclara que el consumo de galletas se ha elevado 4 mil por ciento en 6 años.

Los 5 tipos de galletas más consumidas son: 1.- Marías. 2.- sándwiches, 3.- tipo saladas, 4.- tipo crackers y 5.- Populares (animalitos y chispas de chocolate); el lugar donde se compran está dividido en las tienditas y en autoservicio ya que ambos poseen el 41.6 y 41.9 % de participación respectivamente.

1.3.- Radicales libres y antioxidantes

1.3.1.- Definición de antioxidante, radical libre y función.

Halliwell (1996) define como antioxidante a toda sustancia que hallándose presente a bajas concentraciones con respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula), retarda o previene la oxidación de dicho sustrato.

Los antioxidantes son particularmente buenos a la hora de combatir a los radicales libres, un radical libre (RL) es aquella molécula que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándole una configuración espacial que genera una alta inestabilidad. Es una entidad química que contrario a la normal tendencia espontánea de los electrones localizados en los átomos y moléculas a la formación de parejas es desapareado. Esto lo hace muy inestable, extraordinariamente reactivo y de vida efímera, con una enorme capacidad para combinarse inespecíficamente en la mayoría de los casos, así como con la diversidad de moléculas integrantes de estructura celular: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y derivados de cada uno de ellos (Halliwell, 1989).

Los radicales libres son producidos normalmente durante el metabolismo aerobio. Sin embargo, los RL también pueden originarse a partir de contaminantes ambientales y del consumo de ciertos alimentos (Delgado et al., 2010).

En el caso del metabolismo aerobio, el oxígeno molecular (O_2), que se encuentra en el aire que respiramos, al ser utilizado por los organismos aerobios da lugar a la formación de las Especies Reactivas de Oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés). La reducción del O_2 se produce a través de los electrones que escapan de la cadena respiratoria, dando origen al súper oxido (O_2^-), el cual puede dismutar fácilmente y formar el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que en presencia de metales de transición como el hierro (Fe^{2+}) y el cobre (Cu^+), produce el radical Hidroxil (OH), mediante la reacción de Fenton (Roche y Romero, 1994), que es considerado la especie oxidante más dañina en los sistemas biológicos y el principal responsable del daño oxidativo.

Si bien, la concentración de éstos puede ser controlada por los sistemas antioxidantes endógenos, el problema radica cuando los RL provienen de fuentes exógenas, tales como el consumo de alimentos con alto contenido de grasa (hamburguesas y aderezos), alimentos procesados (embutidos), fritos o asados y con conservadores, también por el consumo excesivo de alcohol, la exposición a diversos químicos (pinturas y pegamentos) o contaminantes del medio ambiente (agentes oxidantes que se encuentran en el humo del tabaco, herbicidas, smog, agua clorada, presencia de metales pesados y la exposición de asbestos, entre otros), radiaciones ionizantes (utilizados en radioterapia, los rayos X y la luz UV) y la exposición prolongada a temperaturas elevadas (Nguyen y Donnalson, 2005).

Los radicales libres actúan por la alta inestabilidad atómica, colisionando con una biomolécula sustrayendo un electrón, oxidándola, perdiendo de esta manera su función específica en la célula.

Si se trata de los lípidos (ácidos grasos polinsaturados), se dañan las estructuras ricas en ellas como las membranas celulares y las lipoproteínas. En las primeras se altera la permeabilidad conduciendo al edema

y la muerte celular y en la segunda, la oxidación de la LDL (lipoproteínas de baja densidad), génesis de la placa ateromatosa.

Las características de la oxidación lipídica por los RL, tratan de una reacción en cadena en la que el ácido graso al oxidarse, se convierte en radical de ácido graso con capacidad de oxidar a otra molécula vecina.

En caso de las proteínas se oxidan preferentemente los aminoácidos (fenilalanina, tirosina, triptofano, histidina y metionina) y como consecuencia se forman entrecruzamientos de cadenas peptídicas, fragmentación de la proteína y formación de grupos carbonilos e impiden el normal desarrollo de sus funciones.

Otra molécula que es dañada por los RL es el ADN; el daño a los ácidos nucleicos produce bases modificadas, lo que tiene serias consecuencias en el desarrollo de mutaciones y carcinogénesis por una parte, o la pérdida de expresión por daño al gen específico (Rodríguez et al., 2001).

El daño oxidativo puede ser prevenido por moléculas antioxidantes, las cuales son capaces de donar electrones para estabilizar a los radicales libres y neutralizar sus efectos dañinos, éstas pueden ser de origen endógeno (sintetizados por el organismo) y exógeno (provenientes de fuentes externas) (Uttara, et al., 2009). Entre los antioxidantes endógenos, se encuentran: la superóxidodismutasa (SOD) que cataliza la dismutación del O₂ para dar origen al H₂ O₂ (Markesbery, 1997).

Por otra parte, los antioxidantes exógenos se encuentran en los alimentos naturales, entre estos están las vitaminas A, E y C, los β-carotenos, luteína, flavonoides, licopenos, el ácido tióico o lipoico, los cofactores (cobre, zinc manganeso, hierro y selenio) que son necesarios para la actividad del sistema enzimático endógeno y la coenzima Q (Halliwell, 1996; Venereo, 2002).

1.3.2. Aplicaciones en la industria alimentaria

La oxidación es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos, y representa el factor limitante de la vida útil de muchos de ellos, desde las galletas de aperitivo hasta el pescado congelado (Ibañez, et al., s.f.).

Las industrias alimentarias intentan evitar la oxidación de los alimentos utilizando diferentes técnicas, que van desde el envasado hermético al vacío hasta el uso de sustancias con propiedades antioxidantes (Ibañez, et al., s.f.).

Los antioxidantes actúan deteniendo la oxidación de las grasas. Otras sustancias refuerzan la acción de los antioxidantes eliminando las trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación (Ibañez, et al., s.f.).

Los primeros son los antioxidantes propiamente dichos, mientras que los segundos reciben la denominación legal de “sinérgicos de antioxidantes”, o más propiamente, de “agentes complejantes”. Los antioxidantes retrasan la alteración oxidativa del alimento, pero no la evita de una forma definitiva (Ibañez, et al., s.f.).

Existen sustancias denominadas sinérgicos de antioxidantes, que tienen acción antioxidante por un mecanismo específico, el secuestro de las trazas de metales presentes en el alimento. Estas trazas (cobre y hierro fundamentalmente) pueden encontrarse en el alimento de forma natural o incorporarse a él durante el procesado, y tienen una gran efectividad como aceleradores de las reacciones de oxidación. Algunos de estos aditivos tienen también otras funciones, como acidificantes o conservantes, mientras que otros aditivos, cuya principal función es distinta, poseen cierta actividad antioxidante por este mecanismo, por ejemplo, los fosfatos, el sorbitol, etc. (Ibañez, et al., s.f.).

1.3.3. Tipos de antioxidantes

1.3.3.1.-Ácido cítrico

El ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1,2,3- propanotricarboxílico), es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, sin embargo también puede ser sintetizado vía laboratorio, es un ácido orgánico que se encuentra en casi todos los tejidos animales y vegetales, se presenta en forma de ácido de frutas en el limón, mandarina, lima, toronja, naranja, piña, ciruela, guisantes, melocotón, así como en los huesos, músculos y sangre de animales. Es considerado un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, de los productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros (Muñoz et al., 2014).

La incorporación de ácidos en alimentos cumple diversas funciones dependiendo de la aplicación particular:

- 1) Poder acidulante
- 2) Capacidad amortiguadora o reguladora del pH
- 3) Agente quelante de iones metálicos
- 4) Emulsificante
- 5) Efectos organolépticos, entre otras

El principal uso es la acidificación y control del pH en el producto final. Un pH bajo, retarda el crecimiento de microorganismos indeseables (principalmente bacterias) y aumenta la efectividad de conservadores como benzoatos y sorbatos. Asimismo, reduce la necesidad de tratamientos térmicos drásticos durante la esterilización de frutas y verduras enlatadas, o promueve la inactivación de enzimas indeseables como polifenoloxidasas (Papagianni et al., 2007).

Los ácidos tienen propiedades quelantes de iones metálicos. Estos iones son catalizadores de reacciones indeseables en alimentos como decoloración, rancidez, pérdida de nutrientes, etc. Consecuentemente los ácidos orgánicos mejoran la protección producida por antioxidantes comunes como BHT (Butilhidroxitolueno), ascorbato, etc. Por ejemplo, mezclas de ácido cítrico con antioxidantes son agregadas comercialmente a aceites, salchichas y carnes secas para prevenir rancidez. La selección de un

ácido en una aplicación particular depende en gran medida de su solubilidad en agua. El ácido cítrico es, por excelencia, el de mayor uso en alimentos (Max, et al., 2010).

1.3.3.2. Metabisulfito de sodio

El metabisulfito de sodio se utiliza ampliamente en tecnología de alimentación como aditivo antioxidante para prevenir el pardeamiento enzimático.

Se han realizado un gran número de investigaciones sobre el mecanismo de inhibición de la polifenol oxidasa por el metabisulfito de sodio, que muestran que este reacciona con las quinonas de la catálisis enzimática formando un complejo no coloreado más estable (Valero, 1993).

Ayuda a evitar los cambios de color en frutas y verduras secas, zumos de frutas, bebidas no carbonatadas, etc. A dosis elevadas produce olores y sabores desagradables que limitan su uso (Alimentatec, 2008).

1.4. Enmascaradores de amargor

1.4.1. Generalidades

Una limitante importante en el desarrollo y aceptación general de alimentos provenientes de cítricos radica en la percepción de sabores desagradables frecuentemente asociados con sustancias nutraceuticas, como ha sido reportado con diversas sustancias fenolicas, entre otras, responsables del sabor amargo. Por ello se han desarrollado enmascaradores de sabor, y como su nombre lo dice, disfrazan sabores percibidos como desagradables en los alimentos.

Las tecnologías de disminución de sabor amargo se conocen a nivel industrial con el nombre de enmascaradores de amargor y en términos generales están basadas en las diversas interacciones que establecen estos compuestos con otros ingredientes en términos químicos (Villegas, et al., 2010).

Existen diversas tecnologías de enmascaramiento, éstas están clasificadas con base en el tipo de método utilizado; se puede mencionar, por ejemplo, las tecnologías relacionadas con procesos, a las de adición de endulzantes artificiales, sabores e inclusive de otros compuestos amargos, ácidos y astringentes, así como también a las de la utilización de aditivos alimenticios. El objetivo general es prevenir la sensación del sabor amargo ya sea evitando el contacto de las moléculas amargas con los receptores gustativos o bien cubriendo este compuesto a través de la administración en conjunto con otras sustancias (Szejti & Szenté, 2005).

1.4.2. Sabor amargo

El sabor amargo es una sensación común debido a la activación de receptores gustativos que responden a un estímulo químico (Ley, 2008). Los receptores del sabor amargo son los llamados T2R ubicados en las células receptoras del gusto (TRC) tanto de la lengua como del paladar; éstos receptores son capaces de responder ante diversos compuestos amargos (Montmayeur & Matsunami, 2002).

Los compuestos responsables de sabor amargo tienen la particularidad general de poseer fenoles en su estructura molecular, sin embargo, se pueden encontrar otros como aminoácidos, péptidos, sulfimidas, flavonoides, isoflavonoides, etc (Villegas, et al., 2010).

Los principales componentes que otorgan el sabor amargo a la cáscara de naranja proveniente de *Citrus X Sinensis* son naringina y limoneno (León, et al., 2015).

1.4.3. Tipos de Enmascaradores de amargor

1.4.3.1. Leche

Según la NOM-155-SCFI-2012 la leche es el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro el cual debe ser sometido a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto; además puede someterse a otras operaciones tales como clarificación, homogeneización, estandarización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con las especificaciones de su denominación.

La adición de leche contribuye a la disminución del sabor amargo dado por la interacción de los grupos fenólicos con las proteínas de la leche, impidiendo que interactúen con las proteínas de la saliva, reduciendo el amargor (Ares, et al., 2009).

1.4.3.2. Polidextrosa

La polidextrosa es conocida por ser un excelente agente de cuerpo, siendo un sustituto del azúcar y grasas. Su capacidad de retener agua propicia una textura similar a la de la harina, cuando es comparada con otras fibras. Posee un sabor neutro y una agradable palatibilidad. En aplicaciones como galletas controla la formación de gluten, por absorber agua preferentemente. Esto reduce la necesidad del agregado de grasas por lo cual es ideal para la elaboración de amasados (Danisco, 2006).

La polidextrosa enmascara sabores amargos a partir de la habilidad de establecer interacciones polares, puentes de hidrógeno e interacciones dipolo-dipolo con polifenoles, lo cual disminuye la interacción con las células receptoras de las proteínas de la saliva (Ares, et al., 2009). Sin embargo su poder edulcorante es bastante limitado, ya que solo posee 0.8 respecto a la sacarosa, por lo que su uso con otros edulcorante más dulces es bastante común (Cabezas & Campos, 2015).

1.4.3.3. Azúcar

Según la NMX-F-084-2003 el azúcar es el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99,40 % de polarización.

El método más común para reducir el amargor es con el incremento de dulzor mediante la adición de azúcar (Walters, 1996).

1.5. Fibra

1.5.1. Definición

Hasta finales de los años 60, la fibra fue un componente de la dieta completamente olvidado. La teoría de la fibra tal y como la conocemos en la actualidad fue desarrollada en los años 70 por Denis Burkitt, después de los trabajos de Cleave, Walter y Trowell. Burkitt observó en las poblaciones estudiadas cambios en el patrón intestinal y en la prevalencia de enfermedades no infecciosas y estas diferencias las relacionó con sus hábitos alimentarios (Burkitt et al., 1972).

Su importancia radica en las propiedades fisiológicas en el organismo, ayudando a prevenir la presencia de las enfermedades silenciosas, así como, los efectos que tiene las propiedades funcionales tecnológicas en los productos alimentarios, mejorando las características organolépticas (Matos y Chambilla, 2010).

Se consideran fibras dietéticas a los polisacáridos vegetales y la lignina, que son resistentes a la hidrólisis por los enzimas digestivos del ser humano (Trowell, et al., 1979).

La American Association of Cereal Chemist (2001) define: "la fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta. Las fibras dietéticas promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre".

Cerca del 75% de la fibra dietética en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble, sin embargo, la mayoría de las fuentes de fibra en la actualidad son mezclas de ambas fibras, insolubles y soluble (Dreher, citado por Córdoba 2005).

1.5.2. Tipos de fibra

La fibra dietética puede clasificarse de acuerdo a su solubilidad en agua como solubles e insolubles. Sus propiedades y efectos fisiológicos están determinados principalmente por las proporciones que guardan estas dos fracciones, sin importar su origen (López y Marcos, citado por Sánchez 2005).

Fibra Soluble. La fibra soluble (FS) forma una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, que tienen la propiedad de retardar la evacuación gástrica, puede ser saludable en algunos casos, haciendo más eficiente la digestión y absorción de alimentos y generando mayor saciedad. Este tipo de fibra es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos (De la Llave, 2004). La fibra soluble contiene mayoritariamente, polisacáridos no-celulósicos tales como la pectina, gomas, algunas hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y mucilagos (Córdoba, 2005). Esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas (Lajolo et al., 2001).

Fibra Insoluble. La fibra insoluble (FI) aumenta el volumen de las heces hasta 20 veces su peso, debido a su capacidad de retención de agua, y se relaciona con la protección y alivio de algunos trastornos digestivos como estreñimiento y constipación (Zambrano et al., 1998). Esta fibra no se dispersa en agua, está compuesta de celulosa, hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y ligninas (Priego, 2007). Las fuentes de este tipo de fibra se pueden encontrar mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Nelson, citado por Zúñiga 2005).

1.5.3. Función en el organismo

La fibra va a jugar un papel en todas las funciones del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación de las heces.

Las dietas con un contenido en fibra elevado requieren más tiempo de masticación por lo que enlentecen la velocidad de deglución y esto implica una mayor salivación que va a repercutir en la mejora de la higiene bucal.

A nivel del estómago las fibras solubles, como consecuencia de su viscosidad, enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad (Escudero y González, 2006).

A continuación se observan las funciones de la fibra dietética en el organismo humano según Molina y Paz (2007):

Celulosa: Capacidad de retención de agua, reducción de la presión colónica y reducción del tiempo de tránsito intestinal.

Hemicelulosa: Capacidad de retención de agua, incremento de la masa fecal, reducción de la presión colónica, reducción del tiempo de tránsito intestinal y posibilidad de retener ácidos biliares.

Pectina y gomas: Retienen ácidos biliares, reduce la evacuación gástrica y mucilagos e incrementa la fermentación colónica.

Lignina: Capacidad de retención de agua, ligado de minerales, aumento de excreción y posibilidad de incrementar la defecación.

García et. al., (2008) mencionan que el proceso de fermentación de fibra en el colon es fundamental, gracias a él se produce el mantenimiento y desarrollo de la flora bacteriana, así como de las células epiteliales.

Debido a su capacidad para retener agua, la fibra, en especial la insoluble o poco fermentable, produce un aumento del bolo fecal, con heces más blandas que disminuyen la presión intraluminal del colon. Al mismo tiempo, el hinchamiento del bolo fecal aumenta el peristaltismo, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal; es, por tanto, fundamental en la prevención y el tratamiento del estreñimiento. Los efectos de la fibra sobre el aumento del bolo fecal y la regulación del ritmo y del tránsito intestinal se deben, además, a otros mecanismos, como la estimulación de la flora bacteriana y el aumento de la producción de gas (García y Velasco, 2007).

Algunos componentes presentes de la fibra son denominados prebióticos, definidos como ingredientes alimenticios no digeribles de los alimentos que afectan de manera positiva al huésped, estimulando de forma selectiva el crecimiento y/o la actividad metabólica de un número limitado de cepas de bacterias colónicas (Ashwell, 2005).

Un tipo de fibra prebiótica es la polidextrosa, la cual es un polímero sintético de glucosa con terminales de sorbitol y ácido cítrico (Rao, 1999). Es un buen humectante, efectivo para controlar la humedad de los productos. Puede ser utilizado en grandes cantidades sin influir en el sabor del producto final, dado que posee un sabor neutro. Puede ser utilizada como fuente de fibra o como prebiótico con efectos benéficos para la flora intestinal (Jie et al., 2000).

1.5.4. Fibra en residuos de frutos

Matos y Chambilla (2010) mencionan que las industrias dedicadas a la elaboración de jugo y concentrados cítricos realizan una serie de etapas para su producción, en donde en la etapa final por filtración se eliminan las semillas y el bagazo, compuesto por las membranas también llamadas sáculos.

Los residuos obtenidos (cáscaras, semillas y sáculos) representan el 50 % del fruto entero (Grigelmo y Martín, citados por Matos y Chambilla 2010) y son aprovechados para diferentes propósitos industriales. Las cáscaras son aprovechadas para la obtención de aceites esenciales y pectinas. Sin embargo pocas son las industrias que se han interesado en aprovechar los residuos como fibra dietética.

Las frutas y verduras con cáscara, tales como la naranja contienen un contenido de fibra más elevado que el propio jugo extraído de estas (Hernández 2007).

En un estudio realizado en cáscara de naranja, se reportaron 2.85 g de fibra insoluble (Cayo Álvarez, 2009), a partir de residuos de naranja, otro estudio reportó 3.2 % de fibra total (Tamayo, 1998), en general en naranja se ha reportado un contenido de fibra de 3.9 g (Anguera, 2007).

1.6. Colorimetría

1.6.1. Definición

Colorimetría es la ciencia que cuantifica y describe físicamente el color tal como lo percibe el ser humano. A partir de los valores triestímulo como expresión de las señales generadas en la retina, la colorimetría reproduce matemáticamente la fisiología de la visión humana, permite la comparación con el análisis sensorial y tiene múltiples aplicaciones en la industria (Moreno, s.f.).

En la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos, se evalúan materias primas, se hace control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros como: la capacidad de retención de agua en las carnes, cenizas en harinas, curado, oxidación o degradación de un producto, conservación en atmósferas controladas, tostado del café y clasificación de huevos de gallina en blancos o castaños, entre otros. El color se convierte, por tanto, en un índice de calidad y nos informa sobre el deterioro de la misma, también alerta sobre el estado higiénico-sanitario, el valor nutricional de los alimentos, y además nos anticipa y proporciona sensaciones de otras propiedades sensoriales, como el olor y el sabor (Moreno, s.f.).

Si el color de una muestra no cumple con el estándar, la satisfacción del consumidor se ve comprometida y la cantidad de trabajo y costos aumenta. Es por ello, que identificar diferencias de color entre una muestra y el estándar antes de la producción masiva es muy importante (Konica Minolta, s.f.).

El color de los alimentos cambia durante la deshidratación no solo debido a la evaporación del agua de la superficie, sino también por reacciones como, oscurecimiento enzimático, oscurecimiento no enzimático y reacciones de caramelización. Estas reacciones muchas veces son indeseables en alimentos, por lo tanto la regulación de color durante el secado está sujeta a varios procedimientos, como diferentes rangos de temperatura, secado intermitente y uso de agentes que mantengan el color (Mujumdar, 2000).

1.6.2. Parámetros de colorimetría (L, a, b)

Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (vividez). Al crear escalas para éstos atributos, podemos expresar en forma precisa el color.

El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. Como se muestra a continuación, L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas (Konica Minolta, s.f.).

L^* : La variable L^* representa la luminosidad cercano a 0 el color es totalmente oscuro o negro, y cercano a 100 es un color cercano al blanco (Falconi, 2008).

a^* : el valor a^* cuando es negativo equivale a un color verde, mientras que si es positivo a rojo (Falconi, 2008).

b*: el valor b* cuando es negativo representa un color azul, y cuando es positivo un color amarillo (Falconi, 2008).

1.6.3. Color en la cáscara de naranja

1.6.3.1. Carotenoides

Los carotenoides son compuestos naturales presentes en diversas estructuras de plantas y en gran variedad de animales, algas, hongos y bacterias. Estos pigmentos son responsables del color de flores y frutos (para favorecer la polinización y dispersión de semillas), o de estructuras animales como las plumas y picos de algunos pájaros, el exoesqueleto de crustáceos y el músculo o la piel de algunos peces (Meléndez et al., 2007).

La principal función de los pigmentos carotenoides, tanto en vegetales como en bacterias. Es captar energía luminosa, energía que luego es transferida a las clorofilas para ser transformada durante la fotosíntesis (Meléndez, et al., 2004).

Los carotenoides son tetra terpenos constituidos por múltiples unidades isoprenoides con un anillo de ciclohexano sustituido e insaturado en cada uno de los extremos. Son moléculas lipofílicas, con nula solubilidad en agua. La propiedad de absorber luz se deriva de la presencia de 7 o más enlaces dobles conjugados con posibilidad de absorber luz visible, con colores que van del amarillo al rojo (Saninutricion, 2012).

Debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados proporcionan a frutos y verduras colores amarillos, anaranjados y rojizos (Meléndez, et al., 2004).

Los principales carotenoides en la cáscara de naranja de *Citrus X Sinensis* son violaxantina, β -critoxantina, luteína, zeaxantina (Meléndez, et al., 2004).

1.7. Desarrollo de nuevos productos

1.7.1. Introducción al desarrollo de nuevos productos

Frente a los rápidos cambios en hábitos, tecnología y competencia, una compañía no puede confiar únicamente en los productos que ya tiene. Los clientes desean y esperan nuevos y mejores artículos. La competencia hace todo lo posible para producirlos y, por ello, muchas compañías se dan cuenta que necesitan desarrollar nuevos productos (García, s.f.).

El desarrollo de nuevos productos empieza con la generación de ideas, es decir, con la búsqueda sistemática de ideas para nuevos productos (García, s.f.).

La innovación implica necesariamente dos procesos: tener ideas nuevas y ponerlas en marcha. "Una compañía debe colocar la innovación en el centro de su estrategia de negocios", dice Kuczmariski, agregando que "las estrategias de marketing, las inversiones de capital, los planes de fabricación y los gastos en investigación se deben desarrollar, dar, construir y distribuir alrededor de la innovación y no al contrario" (Adair, 1992).

Por eso se ha dicho que "innovar es la clave para ganar y mantener liderazgo en los mercados del mundo. Nuevas ideas y nuevas formas de hacer cosas son los ingredientes principales para el éxito permanente del negocio" (Kuczmariski, 1997).

Nepveu-Nivelle (1968) señala cuatro tipos de razones para el lanzamiento de nuevos productos:

- Razones de mercado: el mercado es algo dinámico y "la empresa vive de su mercado y para su mercado".
- Razones técnicas: siempre existen avances científicos, nuevas materias primas, procesos, etc.
- Razones de rentabilidad: normalmente los nuevos productos constituyen las fuentes más importantes de ingresos.
- Razones de dinámica: ya que el crecimiento de las empresas en gran medida depende de los nuevos lanzamientos que se hagan.

1.7.2. Metodología para el desarrollo de nuevos productos

En vez de dejar la creación de nuevos productos al azar, una compañía debe planearlos con solidez y establecer un sistemático proceso de desarrollo de nuevos productos centrado en el cliente para encontrar y cultivar innovaciones (Kotler & Armstrong, 2017).

Kotler & Armstrong (2017) describen la metodología para el desarrollo de nuevos productos con los siguientes puntos:

1. Generación de ideas: El desarrollo de nuevos productos se inicia con la generación de ideas, es decir, la búsqueda sistemática de ideas para nuevos productos.
2. Depuración de ideas: El propósito de la generación de ideas es lograr cantidad de ellas, examinar aquellas que son buenas y desechar las malas lo más pronto posible.
3. Desarrollo y prueba del concepto: Requiere someter a prueba los conceptos de nuevos productos en grupos de consumidores meta para determinar si éstos sienten una fuerte atracción o no.
4. Desarrollo de la estrategia de marketing: La declaración de estrategia de marketing consta de tres partes. La primera parte describe el mercado meta; la propuesta de valor planeada y las metas de ventas, participación de mercado y utilidades para los primeros años.

La segunda parte de la declaración de estrategia de marketing describe el precio planeado del producto, así como el mecanismo de distribución y el presupuesto de marketing para el primer año.

La tercera parte describe las ventas estimadas a largo plazo, la meta de utilidades y la estrategia de la mezcla de marketing..

5. **Análisis de negocios:** Implica una revisión de las proyecciones de ventas, costos y utilidades de un nuevo producto para determinar si esos factores satisfacen los objetivos de la compañía, si es así, el producto pasará a la fase de desarrollo.
6. **Desarrollo de productos:** Las áreas de investigación y desarrollo o de ingeniería desarrollan el concepto del producto para convertirlo en un bien tangible.
El departamento de investigación y desarrollo creará y probará una o más versiones físicas del concepto del producto. Este departamento espera diseñar un prototipo que satisfaga e interese a los consumidores y se produzca con rapidez dentro de los costos presupuestados.
7. **Mercado de pruebas:** Da a la compañía la experiencia de comercializar el producto antes de realizar el importante gasto del lanzamiento completo; permite que la empresa someta a prueba el producto y todo su programa de marketing. Brinda la información necesaria para tomar una decisión final sobre el lanzamiento del producto.
8. **Comercialización:** Es el lanzamiento de un nuevo producto al mercado.

1.7.3. Ciclo de vida del producto

Después de lanzar un producto, la dirección desea que éste disfrute de una existencia larga. Aun cuando nadie espera que un producto se venda por siempre, la compañía busca obtener utilidades atractivas que compensen todos los esfuerzos realizados y los riesgos asumidos para lanzarlo. La dirección está consciente de que cada producto tiene un ciclo de vida, aunque no se conozcan de antemano su forma o su duración exactas (Kotler & Armstrong, 2017).

Kotler & Armstrong (2017) indican el ciclo de vida de un producto típico como:

1. **El desarrollo del producto:** inicia cuando la compañía encuentra y desarrolla la idea para un nuevo producto. Durante el desarrollo del producto, las ventas son iguales a cero y los costos de inversión de la compañía se incrementan
2. **La introducción:** es un periodo de crecimiento lento de las ventas conforme el producto se lanza al mercado. Las utilidades son nulas en esta fase a causa de los considerables gastos del lanzamiento del producto
3. **El crecimiento:** es una etapa de aceptación rápida en el mercado y de incremento en las utilidades.
4. **Madurez:** disminuye el crecimiento de las ventas porque el producto ya ganó aceptación de la mayoría de los compradores potenciales. El nivel de utilidades se estabiliza o incluso disminuye a causa de los crecientes gastos de marketing para defender el producto frente a la compañía.
5. **Decadencia:** es el periodo en el que tanto las ventas como las utilidades disminuyen.

1.8. Mercadotecnia

1.8.1. Definición de mercadotecnia.

La mercadotecnia ha tenido diferentes definiciones a lo largo de la historia, tales como la que hace mención Kotler (1998) que la define como un proceso social y administrativo por el que individuos y grupos obtienen lo que necesitan y desean a través de la creación y el intercambio de productos y de valor con otros, sin embargo, de acuerdo con la modernidad y las nuevas tecnologías esta ha sido conceptualizada como: la satisfacción del consumidor mediante técnicas, métodos y sistemas, que permitan la producción y distribución, de manera que el satisfactor llegue al consumidor en el momento preciso, en el lugar adecuado y al precio justo (Sangri 2014).

1.8.2. Definición y tipos de mercados

El mercado se refiere a las transacciones de un cierto tipo de bien o servicio, en cuanto a la relación existente entre la oferta y la demanda de dichos bienes o servicios. La concepción de ese mercado es entonces la evolución de un conjunto de movimientos a la alza y a la baja que se dan en torno a los intercambios de mercancías específicas o servicios y además en función del tiempo o lugar. Aparece así la delimitación de un mercado de productos, un mercado regional, o un mercado sectorial (SEGOB, s.f.).

Existe un sinnúmero de tipos de mercados, todos con diferentes clasificaciones que sirven para dividirlos según sea oportuno, por ejemplo:

Mercado desde el punto de vista geográfico (internacional, nacional, local, etc.).

Desde el punto de vista del cliente (Mercado del consumidor, productor, revendedor, gobierno, etc.).

Entre muchos otros: mercado actual, autónomo, de capital, de la competencia, de demanda, de dinero, de la empresa, exterior, gubernamental, imperfecto, industrial, interior, interurbano, etc. (Rodríguez, 2013).

1.8.3. Segmentación de mercado

Una de las herramientas de mercadotecnia que nos permite realizar un análisis de mercado en forma efectiva es la segmentación de mercados, que puede definirse como la división de un universo heterogéneo en grupos con al menos una característica homogénea.

La segmentación de mercados es una actividad que brinda certeza en el desarrollo de sus actividades, en forma particular brinda algunas ventajas como:

- Certidumbre en el tamaño del mercado. Al conocer el grupo podrá calcularse en casi todos los casos el tamaño del mercado; es decir, el número aproximado de personas que conforman el mercado disponible. Dicho de otra forma, el número aproximado de personas que pueden comprar nuestro producto.

- Claridad al establecer planes de acción. Al conocer a los integrantes del mercado meta se tendrá claridad en los planes de acción a desarrollar.
- Identificación de los consumidores integrantes del mercado. Conocer a nuestros consumidores nos dará certeza en las decisiones de mercado que se tomen.
- Reconocimiento de actividades y deseos del consumidor. Las costumbres de los consumidores nos sirven para saber cómo satisfacer sus necesidades en forma oportuna.
- Simplificación en la estructura de marcas. Al conocer nuestro mercado podemos evitar la existencia de marcas no productivas en nuestro catálogo.
- Facilidad para la realización de actividades promocionales. Las actividades promocionales estarán dirigidas únicamente al grupo de interés, de modo tal que se cuidarán los recursos de la empresa y se tendrán resultados más efectivos.
- Simplicidad para planear. La planeación se simplifica al conceptualizar las actividades para un grupo específico del mercado (Fernández, 2008).

1.9. Evaluación sensorial

1.9.1. Definición

La aceptación de los alimentos por los consumidores, está muy relacionada con la percepción sensorial de los mismos, y es común que existan alimentos altamente nutritivos, pero que no son aceptados por los consumidores. De aquí parte la importancia del proceso de evaluación sensorial en los alimentos, siendo ésta una técnica de medición tan importante, como los métodos químicos, físicos y microbiológicos (Olivas, et al., 2009).

El concepto de análisis sensorial en los alimentos más próximo a como lo conocemos hoy surge durante la Segunda Guerra Mundial, cuando la industria alimentaria comienza a preparar las raciones de alimentos para los soldados de las fuerzas armadas americanas viéndose en la necesidad de controlar los procesos desde el punto de vista químico y microbiológico, asegurando una mayor duración del estado inicial del producto elaborado además de ser igualmente apetecibles (Cordero, 2013).

Tilgner en 1971, define el análisis sensorial, en un sentido amplio, como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos. Otros autores lo definen como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las propiedades (atributos) de un producto que se perciben a través de los cinco sentidos, vista, olfato, gusto, tacto y oído (Carpenter, et al, 2000).

Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de

agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos (Espinosa, 2007).

1.9.2. Los sentidos

Cuando un estímulo alcanza los órganos sensoriales es convertido en una señal nerviosa que viaja hasta el cerebro (Gallegos, 2010). Sin embargo, es común que dos personas o más puedan tener una respuesta diferente a un mismo estímulo. Esto se puede deber a que existe una variación en la sensación recibida y en la sensibilidad que presenta cada ser humano, o la interpretación que el cerebro hace del estímulo (Meilgaard, 1999).

Los sentidos humanos han sido utilizados durante siglos para evaluar la calidad de los alimentos. Así cuando comemos elaboramos juicios sobre la comida o una bebida (Severiano et. al., s.f.).

1.9.2.1. Gusto

La sensación del sabor se percibe utilizando dos sentidos corporales simultáneamente: el gusto, detectado en la boca, y el olfato, existiendo interacciones con otros atributos como son el aroma, color y textura. Estas interacciones pueden deberse a diferentes causas: interacciones químicas o físicas entre componentes del alimento, competencia en el acceso a los receptores, alteración de la señal neurofisiológica y cambios en la respuesta psicológica (Duran, 1999).

Las denominadas sensaciones o modalidades primarias del gusto, se agrupaban tradicionalmente en cuatro categorías dulce, amargo, ácido o agrio y salado.

Estudios realizados en Japón por el Profesor Ikeda a principios del siglo XX, indicaban la existencia de una nueva modalidad gustativa, la cual llamó “UMAMI”, cuya traducción significa “sabroso”, “delicioso” o “exquisito”. Actualmente, la mayoría de las investigaciones agrupan en cinco las modalidades gustativas, incluyendo el umami.

Otro cambio importante en el conocimiento es que se creía que cada sensación sólo se podía percibir en una zona específica del dorso lingual, describiendo un mapa. Datos moleculares y funcionales recientes, han puesto de manifiesto que todas las áreas de la lengua que poseen receptores de gusto, responden a todas las modalidades gustativas (Fuentes, et. al. 2010)

1.9.2.2. Vista

La visión se realiza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que los interprete.

A través de este sentido se percibe las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura) (Hernández 2005).

La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa, el verde a la menta, etc., demostrándose además que en ocasiones sólo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo (Espinosa 2007).

1.9.2.3. Olfato

El ser humano tiene de 10 a 20 millones de receptores olfativos localizados en una superficie de 10 cm² de la región posterior de la nariz. Cuando un compuesto volátil llega al epitelio olfativo situado en el techo de la cavidad nasal, se acopla a receptores específicos, la unión o acoplamiento entre el compuesto odorífero con el receptor se produce por afinidad química, al igual que en la percepción del sabor, ésta depende de la estructura química de la sustancia en cuestión, generando una señal nerviosa que puede procesar el cerebro. Cada olor se caracteriza por la activación de varios receptores, la combinación de estos receptores es propia de cada olor y permite que el cerebro lo reconozca.

Para que pueda percibirse algún olor, la molécula estimulante debe ser volátil (de bajo peso molecular) y además, se requiere de una corriente de aire para que la transporte a los centros olfativos de la nariz.

Debido a que este sistema depende a su vez de los estados de salud y psicológico del individuo, la sensibilidad para captar un olor puede cambiar de un día a otro, o incluso durante el mismo día. Además, el cerebro no sólo puede captar y reconocer los miles de compuestos odoríferos, también puede almacenar la información y recordarla después de largos periodos de tiempo (Badui 2006).

1.9.2.4. Tacto

El tacto es el sentido con el que se percibe las sensaciones de contacto, presión, calor y frío, así como las musculares y articulares que están asociadas a la sensibilidad cutánea. Esta asociación refleja una serie de cualidades distintas por medio de las cuales se distinguen los objetos del mundo que nos rodea.

Las características texturales pueden ser captadas por los dedos o los receptores bucales. Entre las características captadas por los dedos están: firmeza (frutas), suavidad (selección de frutas), jugosidad (maíz). Entre las captadas por los receptores bucales (lengua, dientes y paladar) están: masticabilidad, fibrosidad, grumosidad, harinosidad, adhesividad, grasosidad, entre otras (Ureña, et al., 1999).

1.9.3. Tipos de pruebas

Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las de discriminación, y las descriptivas. Las pruebas afectivas son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador. Por otro lado, las pruebas de discriminación son aquellas en las que se

desea establecer si dos muestras son lo suficientemente diferentes para ser catalogadas como tal. Finalmente, las pruebas descriptivas intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible (Anzaldúa y Morales, 1994).

1.9.3.1. Prueba discriminativa o de diferencia

Las pruebas de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir diferencias entre muestras, por medio de análisis sensorial. Las pruebas de diferencia pueden utilizarse para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible en la apariencia, sabor o textura de un alimento, como resultado de su almacenamiento o si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración o alteración en algún ingrediente (Watts, et al., 1995).

En este tipo de pruebas no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer, si hay una diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Existen distintos tipos de pruebas discriminativas siendo tres las más representativas:

Prueba Comparación Pareada: En este método, el panelista recibe solamente dos muestras y se le pide compararlas en cuanto a alguna característica sensorial (por ejemplo, dulzor, dureza, grado de crujido, etc.) e indicar cuál de las dos muestras tiene mayor intensidad de dicha propiedad.

Dúo-Trío: En este método se entrega al juez 3 muestras, de las cuales una es una muestra de referencia “R” y las otras dos están codificadas. Se le dice al juez que una de las otras dos muestras es idéntica a “R” y la otra es diferente, en donde este debe identificar cual es la muestra diferente. La aplicación de este método es similar al método triangular, pero su eficiencia es menor ya que hay un 50 % de probabilidad de acierto por casualidad, como es el caso de comparación pareada.

Triangular: Permite seleccionar jueces y también medir propiedades sensoriales de los alimentos, diferencias en la materia prima, y en general es muy útil para determinar pequeñas diferencias. En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, donde debe identificar la muestra que es diferente. (Anzaldúa y Morales, 1994).

1.9.3.2. Prueba descriptiva

El análisis descriptivo es un método sensorial por el cual los atributos de un producto alimenticio son identificados y cuantificados, utilizando un panel de jueces entrenados específicamente para este propósito. El análisis puede incluir todos los parámetros del producto, o puede ser limitada a ciertos aspectos, por ejemplo, aroma, sabor, textura, y gusto (Flores, 2015). Estas pruebas proporcionan mucha información del producto a comparación de las otras pruebas, pero son más difíciles de realizar además de que la interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa (Anzaldúa, 1994)

1.9.3.3. Pruebas afectivas

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, deben de ser consumidores habituales y compradores del tipo de alimento en cuestión.

De preferencia: en esta simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra.

De grado de satisfacción: Se utiliza cuando se van a evaluar más de dos muestras a la vez, son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento.

De aceptación: El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales socioeconómicos, de hábitos (Anzaldúa, 1989).

1.9.3.4. Prueba de ordenamiento con escala estructurada

La prueba de ordenación se utiliza cuando se presentan varias muestras codificadas a los panelistas. Consiste en que los panelistas ordenen una serie de muestras en forma creciente para cada una de las características o atributos que se estén evaluando. Por ejemplo, ordenarlas por dulzor, color, dureza, etc.

La escala estructurada muestra una serie de valores que marcan la diferencia de magnitud. A las pruebas que utilizan este tipo de escalas se les suele llamar pruebas de intervalo (Amerine, et al., 1965).

1.9.3.5. Prueba de ordenamiento sin escala estructurada

La escala no estructurada muestra una línea sin referencia, el degustador marca casi intuitivamente las intensidades de la sensación. Posteriormente la intensidad de la sensación se transforma en un número. Esta escala tiene el problema de que es difícil de informatizar (Amerine, et al., 1965).

1.9.4. Tipos de jueces

Existen cuatro tipos de jueces: el juez inexperto, el entrenado, semientrenado o de laboratorio y el consumidor:

* Experto: es aquel que tiene gran experiencia en probar un determinado alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar entre características

del alimento. Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúan solo es necesario contar con su respuesta.

* Entrenado: es una persona que posee bastante habilidad de alguna propiedad sensorial o de algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba.

* Semientrenado o de laboratorio: son personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen cierta habilidad pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas.

* Consumidor : Son personas tomadas al azar, que se emplean solamente para pruebas afectivas o de preferencia. Es importante conseguir jueces que sean consumidores habituales del producto a probar, o en el caso de productos completamente nuevos que sean los consumidores potenciales de dicho alimento. Las pruebas con jueces consumidores generalmente se llevan a cabo en lugares tales como tiendas, escuelas o en la calle (Carpenter, 2002).

Capítulo II. Descripción de la metodología experimental

Materia Prima: Se compró un lote en el mercado de las Torres de Cuautitlán Izcalli de 15 kg de naranjas de ombligo (*Citrus X Sinensis*) enteras, sanas (exentas de podredumbre o deterioro), limpias, sin magulladuras, resequedad, plagas y/o daños físicos causados por altas y/o bajas temperaturas, ausentes de humedad externa anormal, de cualquier olor y sabor extraño, que presentaran un color totalmente naranja típico de la variedad, sin manchas verdes; éstas se lavaron y desinfectaron con Microbicida Golden Hills siguiendo las instrucciones de la etiqueta.

2.1. Objetivo general

Elaborar galletas tipo polvorón a base de harina compuesta de trigo y polvo de cáscara de naranja para obtener un producto funcional con alto contenido en fibra y reducido en azúcar.

2.2. Objetivos particulares

- Objetivo particular 1: Realizar un estudio de mercado mediante la aplicación de encuestas a un grupo de 50 estudiantes universitarios, hombres y mujeres entre 18 y 27 años para conocer la viabilidad del desarrollo de galletas tipo polvorón a base de harina compuesta de trigo y polvo de cáscara de naranja.
- Objetivo particular 2: Evaluar el efecto de dos diferentes condiciones de escaldado ($T=40, 60$ °C); antioxidantes (ácido cítrico 0.5 %, metabisulfito 100 ppm), así como dos diferentes temperaturas de secado (65,70 °C) sobre el color del polvo de cáscara de naranja, para la selección de el tratamiento que presente la menor diferencia de color (ΔE) con respecto al natural.
- Objetivo particular 3: Desarrollar diferentes prototipos de galletas mediante un diseño factorial 3^2 variando concentraciones de harina de trigo y polvo de cáscara de naranja (75-25 %, 80-20 % y 85-15 %) respectivamente, así como sacarosa-polidextrosa (75-25 %, 50-50 % y 25-75 %) seleccionando por medio de pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada, el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales.
- Objetivo particular 4: Realizar un análisis químico y microbiológico del prototipo seleccionado, mediante técnicas oficiales para asegurar el alto contenido en fibra, la reducción del azúcar y el reporte de la información nutrimental en el etiquetado además de garantizar la calidad higiénica del producto.

- Objetivo particular 5: Elegir el diseño de una etiqueta con base a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015) y envase para el fácil reconocimiento, transporte y conservación del producto además de evaluar la aceptación de los consumidores mediante pruebas afectivas para la comercialización del producto.

Galletas tipo polvorón altas en fibra a base de harina compuesta de trigo y cascara de naranja.

Actividades Preliminares

1- Caracterización del horno.

Objetivo general: Elaborar galletas tipo polvorón a base de diferentes concentraciones de harina compuesta de trigo-cascara de naranja y adición de mezclas de sacarosa-polidextrosa para obtener un producto funcional con alto contenido fibra y reducido en azúcar.

2- Escaldado y secado de cascara de naranja.

Objetivo particular 1:

Objetivo particular 2:

3- Curva de secado de cascara de naranja.

Objetivo particular 1:

Objetivo particular 2:

4- Molinda de naranja.

Objetivo particular 1:

Objetivo particular 2:

5- AQP al polvo de cascara de naranja.

Objetivo particular 1:

Objetivo particular 2:

6- Determinación de gluten humedo y seco de harina de trigo.

Objetivo particular 1:

Objetivo particular 2:

Objetivo particular 3:

Act 1: Estandarización de condiciones de proceso.
Act 2: Desarrollo de prototipos.
Act 3: Pre selección de prototipos.
Act 4: Selección de prototipo.

Objetivo particular 4

Act 1: Selección de envase y diseño de etiqueta prototipo seleccionado
Act 2: Análisis microbiológico del prototipo seleccionado

Objetivo particular 5

Act 1: Selección de envase y diseño de etiqueta prototipo seleccionado
Act 2: Cálculo de valor calorífico por componente
Act 3: Pruebas afectivas de galletas tipo polvorón

VI. Concentración de Harina de trigo-Polvo de cascara, Sacarosa-Polidextrosa.
VD. Color, sabor, textura y olor
VR. Prototipo con mayor aceptación

Estudio de mercado

$AE^* = [AL^*2 + Aa^*2 + Ab^*2]1/2$

AL= diferencia en luminosidad u oscuridad

Aa= diferencia en rojo y verde

Ab= diferencia en amarillo y azul

AE*= diferencia de color total

Análisis sensorial

NOM-051-SCTE/SSAI-2010

- *Cenizas: NMX-F-066-S
- *Proteína: AOAC (47.021)
- *Humedad: NMX-F-083
- *Índice: NMX-F-090-S
- *Fibra cruda: NMX-F-090-S
- *Azúcares reductores: NMX-F-312
- *Cuenta de bacterias mesófilicas aerobias: NOM-002-SSAI
- *Cuenta de organismos coliformes totales: NOM-113-SSAI
- *Conteo de mohos y levaduras: NMX-111-SSAI

Diseño factorial

3x2x2

Diseño factorial

3x2

Análisis de resultados

Conclusiones

2.3. Cuadro metodológico

2.4. Actividades preliminares

2.4.1. Actividad preliminar 1. Caracterización del horno.

Se caracterizó el horno marca Figursa modelo HFD-48 colocando un termómetro en diferentes lugares de la charola para verificar que la temperatura fuera la misma en toda la superficie de la charola para comprobar que no fuera un factor que afectara el secado homogéneo de la cáscara de naranja.

En el primer caso, se tomó la temperatura de la charola superior (1) y la inferior (2). La punta del termómetro fue colocada en el centro de ambas charolas durante 90 minutos ajustando el secador a 65°C y se verificó la temperatura cada 10 minutos, Figura 1:

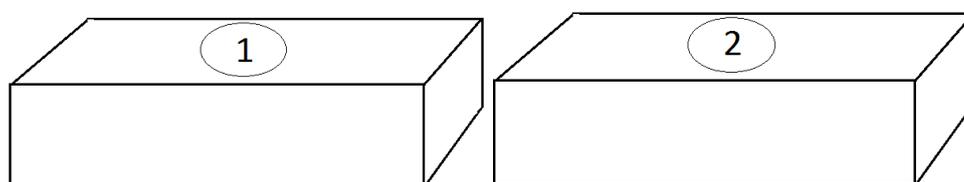


Figura 1. Posición del termómetro en las charolas superior e inferior del secador

Posteriormente se realizó de nuevo la medición pero dividiendo la charola en 4 cuadrantes, colocando la punta del termómetro en el centro de las 4 secciones, tal y como lo muestra la Figura 2:

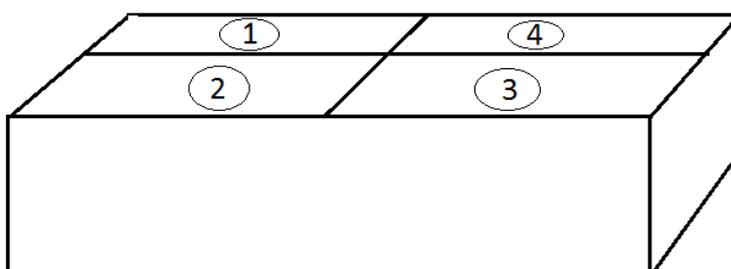


Figura 2. Posición de los termómetros en los diferentes cuadrantes de la charola

En este caso la temperatura fue tomada cada 15 minutos, ajustando nuevamente el secador a una temperatura de 65 °C.

2.4.2. Actividad preliminar 2. Escaldado y secado de cáscara de naranja

La naranja fue despulpada para posteriormente cortar la cáscara en cuadros de 1cm², éstas se sometieron a un proceso de escaldado a dos temperaturas 40 y 60°C durante 5 minutos y se probaron 2 diferentes antioxidantes, ácido cítrico al 0.5%, metabisulfito de sodio a una concentración de 100 ppm y un control sin antioxidantes. Posteriormente se realizó un segundo escaldado en Leche a 25°C durante 5 minutos.

Finalmente las muestras previamente escaldadas se sometieron al proceso de secado en un horno marca Figursa modelo HFD-48 a 65 y 70 °C, dando como resultado un diseño factorial 3x2² (Tabla 3). Las combinaciones resultantes del diseño factorial se visualizan en la Tabla 4.

Tabla 3. Diseño estadístico para el pre tratamiento de cáscara de naranja

VARIABLE INDEPENDIENTE	NIVELES DE VARIACIÓN	DISEÑO
T escaldado	T=40, 60 ° C	Diseño factorial 3x2 ²
Antioxidantes: Ácido cítrico	* 0.5 %,0	
Meta bisulfito de sodio	* 100,0 ppm	
T secado	65 70 °C	

Tabla 4. Combinaciones resultantes del diseño estadístico 3x2²

Combinación	T escaldado (°C)	Antioxidante	T secado (°C)
1	40	(0.5 %) Ácido cítrico	65
2	40	(0.5 %) Ácido cítrico	70
3	40	(100 ppm) Metabisulfito de sodio	65
4	40	(100 ppm) Metabisulfito de sodio	70
5	40	-	65
6	40	-	70
7	60	(0.5 %) Ácido cítrico	65
8	60	(0.5 %) Ácido cítrico	70
9	60	(100 ppm) Metabisulfito de sodio	65
10	60	(100 ppm) Metabisulfito de sodio	70
11	60	-	65
12	60	-	70

2.4.3. Actividad preliminar 3. Curva de secado de cáscara de naranja

Se realizó la curva de secado con las muestras previamente escaldadas obtenidas de la actividad preliminar 2 (Tabla 4), con el fin de estandarizar el tiempo del proceso de secado en la elaboración del polvo de cáscara de naranja. Se buscó una humedad aproximada del 10% para no superar la humedad indicada por la NMX-F-007-1982 para harinas de grado galletas (14%).

2.4.4. Actividad preliminar 4. Molienda de la cáscara de naranja

Las muestras secas de cáscara de naranja se sometieron al proceso de molienda con un molino de café GX410011 marca KRUPS durante 5 minutos aproximadamente, tamizando el polvo de cáscara a través de una malla número 40 durante al menos 2 minutos, el sobrante se recirculó en el molino para obtener un mayor rendimiento. Para el cálculo de rendimiento se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{m1 - m2}{m1} * 100$$

Dónde:

m1= Masa que entra a los tamices (g)

m2= Masa retenida en los tamices (g)

2.4.5. Actividad preliminar 5. Análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja

Se realizó el análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja sometida a los pre tratamientos de escaldado y secado que presentó la menor diferencia de color (ΔE), por triplicado, para conocer el contenido de fibra que ésta aporta, además de los diferentes compuestos de la que está formada, ya que conocer la composición de las materias primas es de suma importancia a la hora de elaborar un producto, tanto para la homogenización de diferentes lotes de polvo de cáscara de naranja, así como para evitar posibles adulteraciones de la misma (presencia de algún otro compuesto diferente a la naranja). Los resultados se expresaron con la media obtenida de las tres repeticiones, siempre y cuando el coeficiente de variación no superará el 10 % basándose en lo mencionado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008).

2.4.5.1 Determinación de humedad por método de estufa (NMX-F-083-1986)

Fundamento: Este método se basa en la pérdida de peso debido a la evaporación del agua al ser sometido a un proceso térmico.

Equipo:

- Horno marca Figursa modelo HFD-48
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470

Cálculo:

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{P - P1}{P2} \right) * 100$$

Dónde:

P= peso del recipiente con muestra húmeda (g)

P1= Peso del recipiente con muestra seca (g)

P2= Peso de la muestra (g)

2.4.5.2. Determinación de cenizas por incineración (NMX-F-066-S-1978)

Fundamento: El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

Equipo:

- Mufla Blue M modelo M25A-2ª
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470
- Estufa Rios Rocha H-48

Cálculo:

$$\% \text{ Cenizas} = \left(\frac{m2 - m0}{m1 - m0} \right) * 100$$

Dónde:

m2= Crisol con cenizas (g)

m1= Crisol con muestra (g)

m0= Crisol (g)

2.4.5.3. Determinación de lípidos por método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978)

Fundamento: Es una extracción semicontinua con disolvente dónde una cantidad de disolvente rodea la muestra, el disolvente es calentado hasta llegar al punto de ebullición, posteriormente se condensa arrastrando la grasa contenida en la muestra. La grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida.

Equipo:

- Equipo de extracción Soxhlet,

- Nido de calentamiento Electrothermal modelo EME 6 1000/CEB

Cálculo:

$$\% \text{ Lípidos} = \left(\frac{P - p}{M} \right) * 100$$

Dónde:

P=Masa matraz con grasa (g)

p=Masa matraz sin grasa (g)

M= Masa de la muestra (g)

2.4.5.4. Determinación de pectina (NMX-F-347-S-1980)

Fundamento: Se basa en una hidrólisis ácida a temperaturas elevadas de la pared celular que permite separar y precipitar la pectina del resto de los compuestos.

Equipo:

- Estufa Rios Rocha H-48
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470

Cálculo:

$$\% \text{ Pectina} = \left(\frac{M1 - M0}{S} \right) * 100$$

Dónde:

M1=Masa de papel filtro con contenido (g)

M0= Masa de papel filtro sin contenido (g)

S= Masa de la muestra en alícuota de 100 mL

2.4.5.5. Determinación de proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC 47.021)

Fundamento: La técnica se basa en una digestión de proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y posteriormente se destila. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato formado se titulan con ácido clorhídrico estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra.

Equipo:

- Micro destilador KjeldahlFigursa modelo DMK-650 y

- Micro digestor Kjeldahl Labconco modelo 60900

Cálculo:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(mL \text{ HCl} - mL \text{ Blanco}) * N * 14.007 * 100}{mg \text{ muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * 5.7$$

Dónde:

N= Normalidad de ácido clorhídrico

14.007= Equivalentes de nitrógeno

5.7= Factor recomendado por la FAO para alimentos y harinas con menos de 16% de proteína

2.4.5.6. Determinación de fibra por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978)

Fundamento: Se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra, obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que posteriormente con calcinación se determina la fibra cruda.

Equipo:

- Estufa Rios Rocha H-48
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470
- Parrilla marca Sybron modelo HP-A1915D

Cálculo:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(Ps - Pp) - (Pc - Pcp)}{M} * 100$$

Dónde:

Ps= Masa del residuo seco (g)

Pp= Masa del papel filtro (g)

Pc= Masa de las cenizas (g)

Pcp= Masa de las cenizas del papel (g)

M= Muestra (g)

2.4.5.7. Determinación de carbohidratos por diferencia (FAO, s.f.)

Para conocer el contenido de carbohidratos en el polvo de cáscara de naranja se calculó la diferencia del total de la muestra con respecto al resto de los componentes:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + L + P + p)$$

Dónde:

H= % Humedad

C= % Cenizas

L= % Lípidos

P= % Proteína

p= % Pectina

2.4.6. Actividad preliminar 6. Determinación de gluten húmedo y seco de harina de trigo (NMX-F-377-S)

Se determinó el gluten húmedo y seco en la harina de trigo utilizada para la elaboración de galletas tipo polvorón con el fin de comprobar que la marca utilizada contenga la cantidad mínima necesaria de gluten establecida por la NMX-F-007-1982 para grado galletas (29.7%), ya que éste compuesto es el encargado de contribuir a la cohesión, elasticidad, extensibilidad y la firmeza de la masa, así como la formación de redes proteicas tridimensionales y viscoelásticas necesarias en la elaboración de galletas (Cabeza, 2009).

Fundamento gluten húmedo: Se basa en la hidratación del gluten y de la remoción del resto de los compuestos a través de un lavado constante de agua.

Fundamento gluten seco: Se basa en la remoción de agua de una muestra de gluten por un proceso térmico previamente hidratada y lavada.

Equipo:

- Estufa Rios Rocha H-48
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470

Cálculo:

$$\% \text{ Gluten húmedo} = \left(\frac{\text{Gluten húmedo}}{\text{muestra}} \right) * 100$$

$$\% \text{ Gluten seco} = \left(\frac{\text{Gluten seco}}{\text{muestra}} \right) * 100$$

Dónde:

Gluten húmedo: Masa de gluten húmedo (g)

Gluten seco: Masa de gluten seco (g)

Muestra: Harina utilizada (g)

2.5. Objetivos Particulares

2.5.1. Objetivo Particular 1

Actividad 2.2.1.1. Estudio de mercado

Se realizó un estudio de mercado mediante la aplicación de encuestas (Figura 3) a 50 estudiantes universitarios hombres y mujeres entre 18 y 27 años, las cuales consistían de 9 preguntas relacionadas al producto, con el fin de conocer la viabilidad del desarrollo de galletas tipo polvorón a base de harina compuesta de trigo y cáscara de naranja, así como la preferencia de los potenciales consumidores.

<p>1.- ¿Con que frecuencia consumes galletas?</p> <p>a)1-2 veces por semana b) 3-5 veces por semana c) todos los días d) nunca</p> <p>2.- ¿Qué tipo de galletas consumes con mayor frecuencia?</p> <p>Polvorones b) Rellenas c) Chispas de chocolate d) Altas en fibra e) Otras</p> <p>3.- ¿En qué lugares sueles comprar galletas?</p> <p>Tiendas b)Supermercados c)Tiendas de autoservicio (Tipo OXXO) d)Otros</p> <p>4.- ¿Cuál es la razón por la que compras galletas?</p> <p>Antojo b) Hambre c) Por nutrición d) No las consumo</p> <p>5.- Del 1-5 donde 1 es “No me agrada nada” y 5 “Me agrada mucho” consumirías galletas a base de naranja natural altas en fibra y reducidas en azúcar:</p> <p>1) No me agrada nada 2) No me agrada 3) Ni me desagrada ni me agrada 4) Me agrada 5) Me agrada mucho</p> <p>6.- ¿Qué aspectos no te parecen interesantes de estas galletas?</p> <p>a) Ninguno b) sabor a naranja c) fibra d) reducido en azúcar e) otros</p> <p>7.- ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por estas galletas (Paquete de 6)?</p> <p>a) 17-20 b) 13-16 c) 10-12</p> <p>8.- ¿Qué porción te parece adecuada para una galleta? Considerando que un polvorón comercial pesa aproximadamente 19 g.</p> <p>• 15g b) 20g c)25g d)Otra (30g)</p> <p>•</p> <p>9.- ¿Preferirías consumir estas galletas que las que están actualmente en el mercado?</p> <p>• Si b) De vez en cuando c)No</p>

2.5.2. Objetivo particular 2

Actividad 2.5.2.1. Análisis de color para el polvo de cáscara de naranja

Se tomaron fotografías en una cámara aislada de luz a todas las harinas resultantes de las combinaciones que se obtuvieron en la actividad preliminar 2 (Tabla 4). Posteriormente se analizaron los colores con el programa “Image J” obteniéndose los parámetros L, a y b, finalmente se calculó ΔE (entre una muestra de cáscara de naranja sin tratamiento y las que se sometieron al proceso de secado) el cual es un indicador de la diferencia que existe entre un color y otro, para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Dónde:

L= Diferencia entre luz y oscuridad

a= Diferencia entre rojo y verde

b= Diferencia en amarillo y azul

ΔE = Diferencia total de color

2.5.3. Objetivo particular 3

Actividad 2.5.3.1. Estandarización de condiciones de proceso

Para la elaboración las galletas tipo polvorón a base de harina y polvo de cáscara de naranja el proceso utilizado fue una simplificación al descrito por la Asociación Profesional de Galletas de España (2009).

Para estandarizar las condiciones de horneado, el prototipo con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja (25 %) y una concentración de azúcar-polidextrosa del 50-50 % se sometió a diferentes temperaturas de horneado (220, 180, 150 y 130 °C) y tiempo (15, 30 y 45 min). Se eligió este prototipo debido a que posee la mayor concentración de carotenos presentes en el polvo de cáscara de naranja, ya que sería donde se presenten los cambios mayormente visibles en el color, consecuencia de los cambios estructurales que provocan las altas temperaturas a estos compuestos.

Se seleccionaron las condiciones que no provocaron quemaduras visibles en las galletas y un horneado homogéneo en el interior de éstas. Para elaborar las galletas el polvo de cáscara de naranja se mezcló con harina de trigo y royal; se realizó una segunda mezcla con manteca vegetal, yema de huevo, azúcar, polidextrosa y edulcorante; los porcentajes se establecieron en base a diferentes recetas caseras. Se hizo una tercera mezcla integrando las 2 anteriores hasta formar una masa que posteriormente fue refrigerada, finalmente fue moldeada y horneada, Figura 4.

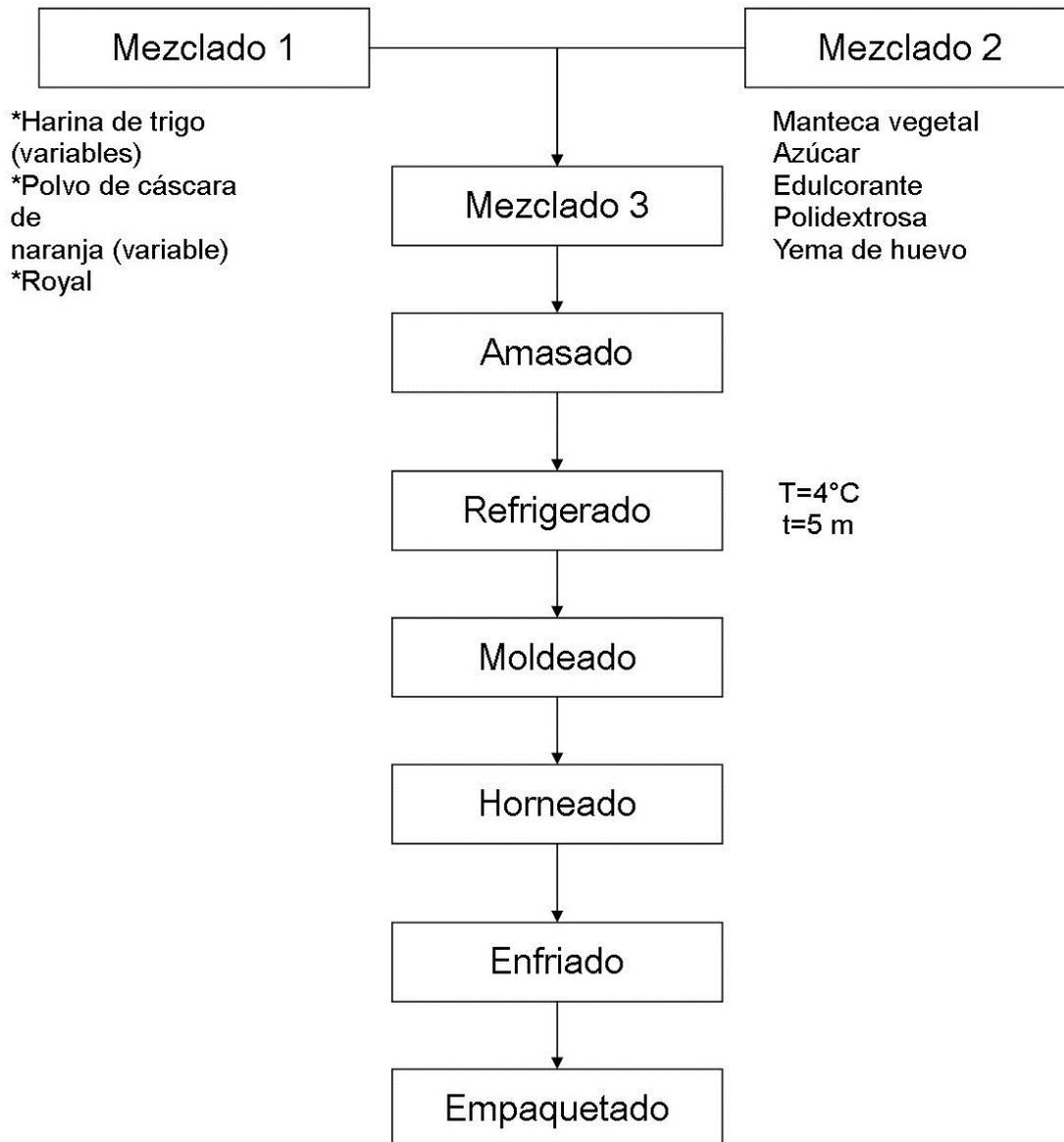


Figura 4: Diagrama de proceso para galletas tipo polvorón

Actividad 2.5.3.2. Desarrollo de prototipos

Para obtener las combinaciones de los diferentes prototipos, se elaboró un diseño factorial 3^2 en donde se variaron las concentraciones de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (72-25, 80-20, 85-15 %) y sacarosa- polidextrosa (75-25, 50-50, 25-75 %), tal y como puede observarse en la Tabla 5. Las combinaciones resultantes del diseño factorial 3^2 pueden observarse en la Tabla 6.

Tabla 5. Diseño estadístico para desarrollo de prototipos

VARIABLE INDEPENDIENTE	NIVELES DE VARIACIÓN	DISEÑO	VARIABLE RESPUESTA	MÉTODO MEDICIÓN
Harina de trigo-polvo de cáscara	75-25 % 80-20 % 85-15 %	Diseño factorial 3 ²	Atributos sensoriales: sabor, color, textura y olor.	Análisis sensorial: Prueba de ordenamiento con escala estructurada.
Sacarosa-polidextrosa	75-25 % 50-50 % 25-75 %			

Tabla 6. Combinaciones resultantes de diseño factorial 3²

Combinaciones	Concentración de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (%)	Concentración de sacarosa-polidextosa (%)
1	75-25	75-25
2	75-25	50-50
3	75-25	25-75
4	80-20	75-25
5	80-20	50-50
6	80-20	25-75
7	85-15	75-25
8	85-15	50-50
9	85-15	25-75

Actividad 2.5.3.3. Pre selección de prototipos

Debido a que la cáscara de naranja presenta sustancias amargas se procedió a realizar una prueba sensorial de ordenamiento sin escala estructurada a los 6 prototipos con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja (Tabla 7), aplicada a 8 jueces semi-entrenados para eliminar a los 3 prototipos que presentaran el sabor amargo más intenso. La prueba realizada se puede observar en la Figura 5.

Tabla 7. Prototipos con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja

# Prototipo	[%] Azúcar-polidextrosa	[%] Harina de trigo-polvo de cáscara de naranja
110	75-25	75-25
210	50-50	75-25
310	25-75	75-25
410	75-25	80-20
510	50-50	80-20
610	25-75	80-20

“Ordena de menor a mayor los prototipos de la primera columna con respecto al sabor amargo”

110	(-) Menos amargo	
210		
310		
410		
510		
610	(+) Más amargo	

Figura 5. Prueba sensorial de ordenamiento sin escala estructurada aplicada a los 6 prototipos más amargos a jueces semientrenados

Actividad 2.5.3.4. Selección de prototipo

Se realizaron pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada a los 6 prototipos seleccionados, la prueba se dividió en 5 puntos: “no me gusta nada” “no me agrada” “ni me gusta ni me disgusta” “me gusta” y “me gusta mucho”, dándole valores numéricos, 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente para seleccionar el prototipo que posea la mayor aceptación, evaluando el sabor, olor, textura y color. La prueba realizada se puede observar en la Figura 6A, 6B y 6C:

• ¿Qué tanto le agrada el color de las muestras codificadas?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					
513					
614					

Comentarios:

Figura 6A. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos

- ¿Qué tanto le agrada el olor de las muestras?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					
513					
614					

Comentarios:

- ¿Qué tanto le agrada la textura de las muestras?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					
513					
614					

Comentarios

- ¿Qué tanto le agrada el sabor de las galletas?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					
513					
614					

Comentarios:

Figura 6B. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos

- Ordene las muestras de mayor a menor agrado tomando a 6 como la de mayor y 1 como la menor.

6	
5	
4	
3	
2	
1	

- Si tiene alguna sugerencia o comentario favor de anotarla:

Figura 6C. Pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada de los 6 prototipos menos amargos

2.5.4. Objetivo particular 4

Actividad 2.5.4.1. Análisis químico del prototipo seleccionado

Se realizó un análisis químico al prototipo seleccionado con la finalidad de reportar los componentes del producto en la etiqueta, además de comprobar que este sea un producto funcional reducido en azúcar y alto en fibra con respecto a polvorones comerciales.

El análisis se realizó con las mismas técnicas integradas en la actividad preliminar 5:

- *2.2.4.1.1. Determinación de humedad por método de estufa (NMX-F-083-1986)*
- *2.2.4.1.2 Determinación de cenizas por incineración (NMX-F-066-S-1978)*
- *2.2.4.1.3 Determinación de lípidos por método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978)*
- *2.2.4.1.4 Determinación de pectina (NMX-F-347-S-1980)*
- *2.2.4.1.5 Determinación de proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC 47.021)*
- *2.2.4.1.6 Determinación de fibra por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978)*

Actividad 2.5.4.1.1. Azúcares reductores (NMX-F-312)

Fundamento: se basa en la reacción que existe cuando un azúcar reductor se calienta en condiciones básicas, este se degrada y algunos de los productos de degradación reducen los iones cúpricos para formar óxido cuproso. Cuando esta reducción se lleva a cabo en condiciones controladas, la cantidad de cobre reducida es proporcional a la cantidad de sustancias reductoras presentes.

Equipo:

- Parrilla Corning modelo PC-320
- Balanza AugustSauter modelo GmbH D-7470

Cálculo:

$$\% \text{ARD} = \frac{(F)(D)}{(G)(g)} * 100$$

$$\% \text{ART} = \frac{(F)(D)}{(G)(g)} * 100$$

Dónde:

%ARD= Azúcares reductores directos

%ART= Azúcares reductores totales

F= Factor de Fehling

D= Diluciones realizadas (mL/mL)

G= Gasto del titulante en mL

g= Gramos de la muestra

Actividad 2.5.4.2. Análisis microbiológico del prototipo seleccionado

Se realizó un análisis microbiológico de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, mohos y levaduras del prototipo seleccionado basándose en los métodos descritos en las *NOM-092-SSA1-1994*, *NOM-113-SSA1-1994* y *NMX-111-SSA1-1994* con el fin de comprobar que los diferentes procesos que se llevaron a cabo tuvieron la suficiente higiene, así como el correcto manejo de las materias primas para obtener un producto que no sobrepase las UFC/g de bacterias mesófilas aerobias, coliformes y hongos indicadas en la *NMX-F-006-1983* para galletas.

Actividad 2.5.4.2.1. Cuenta de bacterias mesófilas aerobias (NOM-092-SSA1-1994)

Se realizó la cuenta de bacterias mesófilas aerobias con el fin de determinar si las condiciones de los procesos térmicos se llevaron a cabo con temperaturas adecuadas, así como para verificar la efectividad de los procedimientos de limpieza y desinfección llevados a cabo.

Fundamento: Consiste en contar las colonias, que se desarrollan en agar nutritivo después de 24 y 48 horas a 35°C de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

Preparación del medio cultivo (Agar nutritivo):

Seguir las instrucciones del fabricante, esterilizar y enfriar en un baño maría a 45°C.

Preparación de la muestra (NOM-110-SSA1-1994):

Preparación de la disolución primaria: Se preparó una disolución con 1 g de muestra en 9 mL de agua destilada, la concentración de esta disolución corresponde a 10^{-1} .

Preparación de la disolución secundaria: Se tomó 1 mL de la disolución primaria y se agregó a 9 mL de agua destilada, homogenizando completamente la disolución, la concentración de esta disolución corresponde a 10^{-2} ; se repitió este procedimiento hasta llegar a la concentración de 10^{-4} .

Procedimiento:

- Se vertió 1 mL de la disolución secundaria correspondiente a cada caja petri (10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4}) por duplicado.
- Posteriormente se agregó de 12 a 15 mL del medio de cultivo a cada caja inoculada y una de control, se mezcló mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa incorporación del medio de cultivo, se dejó solidificar.
- Se incubaron las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) a 35°C durante 24 y 48 horas.
- Después de la incubación se seleccionaron las cajas petri en las que se podían observar de 25 a 250 UFC (unidades formadoras de colonias) y se contó el número total de éstas siendo multiplicadas por el factor de dilución

Expresión de resultados:

Para la expresión de resultados se tomó en base las recomendaciones de la NOM-092-SSA1-1994.

Se reportó como: Unidades formadoras de colonias, ___ UFC/g o ml, de bacterias aerobias en placa en Agar nutritivo para cuenta estándar, incubadas _____ horas a _____ °C.

Actividad 2.5.4.2.2. Cuenta de organismos coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994)

Se realizó la cuenta de organismos coliformes totales con el fin de identificar si el agua utilizada durante el proceso de lavado tenía una buena calidad higiénica, además de que su presencia puede identificar posibles contaminaciones con materia fecal y una deficiente higiene de los operarios.

El procedimiento realizado fue el mismo descrito para cuenta de bacterias mesófilas aerobias, utilizando como medio de cultivo agar MacConkey.

El tiempo de incubación fue de 48 horas a 35°C.

Para la expresión de resultados se usaron los mismos criterios correspondientes a la NOM-092-SSA1-1994.

Actividad 2.5.4.2.3. Conteo de mohos y levaduras (NMX-111-SSA1-1994)

Se realizó la cuenta de mohos y levaduras con el fin de verificar que la materia prima haya sido limpiada de forma correcta, ya que la presencia de tierra es una de las principales fuentes de contaminación de estos microorganismos, además de conocer si las condiciones de almacenamiento de la materia prima fueron las adecuadas; la ausencia de estos microorganismos evita un rápido deterioro de las galletas.

El procedimiento realizado fue el mismo descrito para cuenta de bacterias mesófilas aerobias, utilizando como medio de cultivo agar papa dextrosa, el cual se acidificó a un pH de 3.5 con ácido tartárico estéril al 10%.

El tiempo de incubación fue de 120 horas a 25°C.

Para la expresión de resultados se usaron los mismos criterios correspondientes a la NOM-092-SSA1-1994.

2.5.5. Objetivo particular 5

Actividad 2.5.5.1. Selección de envase y diseño de etiqueta

Se diseñó una etiqueta con base a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015), así como un envase que proteja las características físicas, químicas y nutricionales del producto, facilitando el reconocimiento y transporte. Los principales atributos a proteger fueron:

- **Aroma:** Proporcionado principalmente por el polvo de naranja, siendo el ingrediente principal de las galletas, así como uno de los mayores atractivos del mismo, por lo que debe ser conservado por el envase para deleite del consumidor. La principal forma de que estos los relacionen con ingredientes naturales.
- **Sabor:** La característica principal de un alimento, debido al alto contenido de grasa contenido en las galletas, el envase debe ser lo suficientemente opaco para bloquear los rayos UV, así como características adicionales (atmósferas modificadas) para evitar lo mayormente posible el contacto con el oxígeno.
- **Color:** El color naranja es fundamental en las galletas, por lo que el envase deberá contener las características suficientes para poder proteger los pigmentos que le dan ese color característico, tanto de los rayos UV, oxidación y ataque microbiológico.

- Dureza: La fracturabilidad es una de las principales características de las galletas que viene ligado a su bajo contenido de humedad, por lo que proteger este importante atributo es fundamental para su apropiado consumo.

Actividad 2.5.5.2. Cálculo de valor calórico por componente

Al obtenerse los resultados del análisis químico proximal de las galletas tipo polvorón, se calculó la cantidad en gramos de cada componente de acuerdo al porcentaje obtenido y a la masa de cada galleta (15g). Esta cantidad en gramos se multiplicó por los factores de la Tabla 8, con lo cual se registró el aporte calórico de cada componente y total en la etiqueta del producto.

Tabla 8. Conversión de componentes a calorías para el etiquetado

Componente	kcal/g	kJ/g
Carbohidratos	4	17
Lípidos	9	37
Proteína	4	17
Sacarosa	3.9	16

Actividad 2.5.5.3. Pruebas afectivas de galletas tipo polvorón

Se llevaron a cabo pruebas afectivas con la finalidad de conocer la aceptación del producto frente a polvorones que ya se encuentran en el mercado, las galletas comerciales se eligieron en base a las marcas con mayor índice de ventas. Se presentaron cuatro muestras de galletas tipo polvorón a 30 estudiantes de 18 a 27 años, la galleta realizada y tres comerciales en orden aleatorio, la marca de cada galleta codificada se observa en la Tabla 9.

Tabla 9. Galletas tipo polvorón utilizadas en pruebas afectivas

Muestra	Marca
100	Tía Rosa
210	Galletas de naranja
311	Don Toño
412	Marinela

Los jueces ordenaron de mayor a menor agrado los atributos de color, olor, sabor y textura de las diferentes galletas, con el fin de conocer que atributos podrían mejorarse con respecto a las comerciales en caso de una posible reformulación, la prueba se dividió en 5 puntos: “no me gusta nada” “no me agrada” “ni me gusta ni me disgusta” “me gusta” y “me gusta mucho”, dándole valores numéricos, 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente, por último ordenaron las galletas de mayor a menor agrado (Figura 7A, 7B).

1. ¿Qué tanto le agrada el color de las muestras codificadas?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					

Comentarios:

1. ¿Qué tanto le agrada el olor de las muestras?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					

Comentarios:

2. ¿Qué tanto le agrada la textura de las muestras?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					

Comentarios

3. ¿Qué tanto le agrada el sabor de las galletas?

	Me gusta mucho (5)	Me gusta (4)	Ni me gusta ni me disgusta (3)	No me gusta (2)	No me gusta nada (1)
100					
210					
311					
412					

Comentarios:

Figura 7A. Prueba afectiva de galletas tipo polvorón

4. Ordene las muestras de mayor a menor agrado tomando a 4 como la de mayor y 1 como la menor.

4	
3	
2	
1	

5. Si tiene alguna sugerencia o comentario favor de anotarla:

Figura 7B. Prueba afectiva de galletas tipo polvorón

Capítulo III. Resultados y análisis:

3.1. Actividades preliminares

3.1.1. Actividad preliminar 1. Caracterización del horno

La caracterización del horno se llevó a cabo para garantizar que las muestras de cáscara de naranja se secaron de forma uniforme, sin importar la charola donde fueran colocadas.

Tabla 10: Temperaturas de la charola superior e inferior del secador a diferentes tiempos

Charola superior		Charola inferior		Diferencia
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Coefficiente de variación (%)
0	22.2	0	22.2	0
10	36	10	36	0
20	51	20	56	6.60
30	62	30	60	2.31
40	63	40	60	3.44
50	63	50	61	2.28
60	64	60	63	1.11
70	64	70	64	0
80	64	80	64	0
90	65	90	65	0

Los resultados obtenidos mostraron que la variación de temperaturas durante los diferentes tiempos nunca excedió el 6.6 % (Tabla 10) por lo que se puede afirmar que el calentamiento entre la charola superior e inferior es homogénea, así como en el centro de las mismas (Figura 1).

Posteriormente se realizó una segunda caracterización del horno, dividiendo en cuadrantes la superficie de una charola (Figura 2) con el fin de garantizar el secado homogéneo a lo largo y ancho de la charola.

Tabla 11: Temperaturas de las charolas en los diferentes cuadrantes

Tiempo	Temperatura	Cuadrante	Coefficiente de variación (%)
15	64	1	0
15	64	2	
15	64	3	
15	64	4	
30	64	1	0.89
30	64	2	
30	65	3	
30	65	4	

Como se observa en la Tabla 11, el coeficiente de variación fue inferior a 1% por lo que, al igual que en la sección anterior, el calentamiento es homogéneo a lo largo y ancho del secador, esto se hizo con el objetivo de garantizar que toda la cáscara, sin importar su posición en el secador, estaría sometido a la misma temperatura.

3.1.2. Actividad preliminar 2. Escaldado y secado de cáscara de naranja

Las muestras de cáscara de naranja se sometieron a un proceso de escaldado a dos temperaturas 40 y 60°C durante 5 minutos y se probaron 2 diferentes antioxidantes, ácido cítrico al 0.5 %, metabisulfito de sodio a una concentración de 100 ppm además de un control sin antioxidantes. Los efectos de los diferentes pretratamientos realizados en esta actividad se pueden observar en la actividad preliminar 3 y en el objetivo particular 2.

3.1.3. Actividad preliminar 3. Curva de secado de cáscara de naranja

Se realizó una gráfica de humedad vs tiempo de las muestra de cáscara de naranja, sometida a los pretratamientos de la actividad preliminar 2, con el fin de establecer el tiempo de secado necesario para alcanzar una humedad menor al 14%. A continuación se muestran los resultados obtenidos de la gráfica de humedad vs tiempo con los pre tratamientos de escaldado a 40 °C con ácido cítrico (0.5 %) y secado a 70 °C. Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 12.

Tabla 12: Humedad a diferentes tiempos de la cáscara de naranja

Tiempo (min)	Humedad (%)
0	81.94
30	78.44
60	72.53
90	62.01
120	48.40
150	33.62
180	19.18
210	8.01
240	3.43

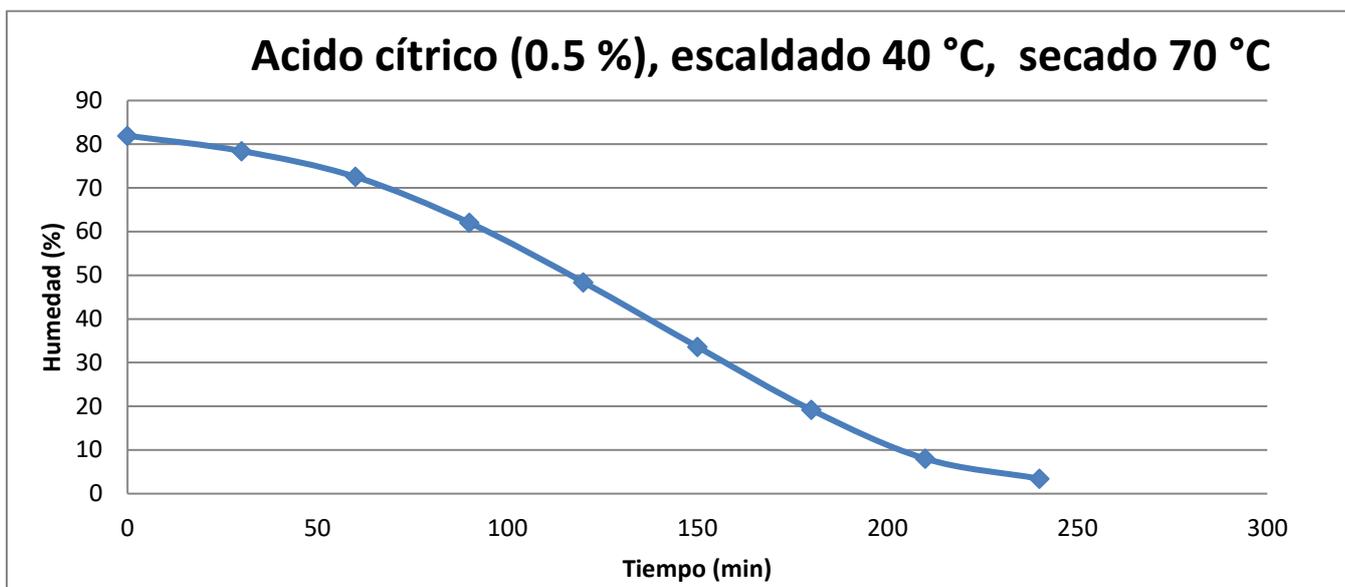


Gráfico 1: Gráfica de humedad vs tiempo de la cáscara de naranja

Para estandarizar las condiciones del proceso de secado en la elaboración de polvo de cáscara de naranja, se seleccionó el tiempo de 3.5 h (210 min) donde es alcanzada la humedad de 8.01 % debido a que es menor al límite establecido por la NMX-F-007-1982 que hace alusión a la humedad máxima para harinas grado galletas, la cual corresponde a un 14 %, por lo tanto el polvo de cáscara de naranja es apropiado para la sustitución parcial de harina de trigo en la elaboración de galletas.

3.1.4. Actividad preliminar 4. Molienda de la cáscara de naranja

Se realizó la molienda de las muestras de cáscara de naranja con el fin de reducir el tamaño de partícula, además se sometieron a un tamizado con malla # 40 con el fin de homogenizar el tamaño de partículas. Las muestras fueron recirculadas dos veces en el molino, al igual que en el proceso de tamizado, con el fin de obtener un mayor rendimiento.

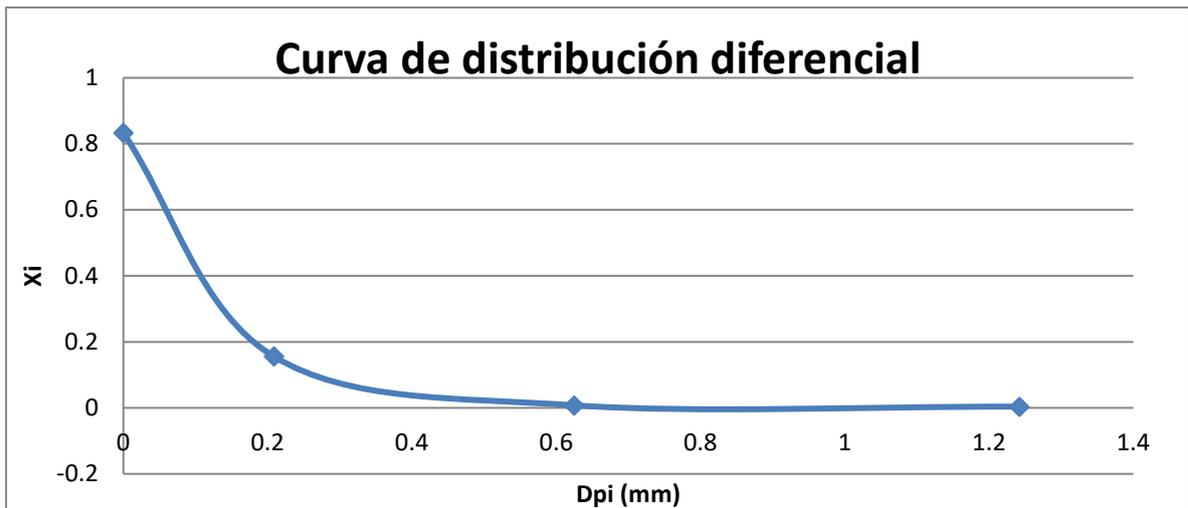


Gráfico2: Curva de distribución diferencial en la molienda de la cáscara de naranja

Debido a que se utilizó una serie de 3 tamices (# 10, # 20, # 40), no se alcanza a formar en su totalidad la curva de distribución diferencial por lo que no se puede afirmar si las partículas son homogéneas.

Al realizar la molienda de cáscara de naranja y recircular la muestra se obtuvo un rendimiento del 77%.

3.1.5. Actividad preliminar 5. Análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja

Se realizó un análisis químico proximal al polvo de cáscara de naranja con la finalidad de conocer el aporte de fibra que éste tendrá en las galletas, así como la estandarización de la composición de materia prima para la elaboración de galletas tipo polvorón.

En la Tabla 13 se observan los resultados de medias experimentales, así como los coeficientes de variación del análisis químico proximal (humedad, cenizas, lípidos, pectina, proteína, fibra y carbohidratos) al polvo de cáscara de naranja, además de una comparación con los valores teóricos reportados por Arroyo (2002).

Debido a que el porcentaje de humedad entre el polvo de cáscara de naranja elaborado (8.01 %) y los valores teóricos reportados por Arroyo (2002) que corresponde a un 8 % difieren de los reportados por Bernal, et al., (2014) el cual presenta los resultados en base seca, se recalcularon los componentes del polvo de cáscara de naranja y los reportados por Arroyo (2002) en base seca, Tabla 14.

Tabla 13: Análisis químico proximal de polvo de cáscara de naranja

	Experimental (%)	Coeficiente de variación para valores experimentales (%)	Teórico Bernal, et al. (2014)		Teórico (%) Arroyo (2002)
			Mínimo (%)	Máximo (%)	
Humedad	8.01	3.53	-		8
Cenizas	4.13	4.73	2.21	12.81	6.9
Lípidos	3.23	2.47	1.54	4.52	3.4
Proteína	6.10	4.91	3.42	9.34	6
Fibra	9.54	6.07	8.15	36.25	13
Carbohidratos	68.53	-	37.08	84.68	62.7

Tabla 14: Análisis químico proximal recalculado de polvo de cáscara de naranja (base seca)

	Experimental calculado en base seca (%)	Teórico 1 Bernal, et al. (2014)		Teórico 2 (%) Arroyo (2002)	Coeficiente de variación entre valores experimentales calculados y teóricos (Arroyo, 2002) (%)
		Mínimo (%)	Máximo (%)		
Humedad	-	-	-	-	-
Cenizas	4.49	2.21	12.81	7.50	35.50 *
Lípidos	3.51	1.54	4.52	3.69	3.64
Proteína	6.70	3.42	9.34	6.21	1.90
Fibra	10.37	8.15	36.25	14.13	21.70
Carbohidratos	74.50	37.08	84.68	68.15	6.29

El porcentaje de cenizas obtenido de polvo de cáscara de naranja fue menor al valor teórico reportado por Arroyo (2002), esto se le puede atribuir a la diferencia de variedad de naranja ya que este autor no especifica el género utilizado. Al ser recalculado el porcentaje experimental en base seca (Tabla 14), se obtiene un 4.49 % de cenizas, lo que equivale a un valor del 35.50 % en el coeficiente de variación, por lo tanto se obtiene poca precisión, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008), sin embargo, Rincón (2005) reporta un porcentaje de cenizas de 5.01 % con lo cual se obtiene un coeficiente de variación del 7.74 %. Al comparar el porcentaje de cenizas con los valores reportados por Bernal, et. al., (2014) se encuentra dentro del rango establecido por este autor.

El porcentaje de lípidos recalculado del polvo de cáscara de naranja fue menor que el reportado por Arroyo (2002), Tabla 14, obteniéndose un coeficiente de variación del 3.61 %, con lo cual se obtiene una precisión muy aceptable según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008). Al comparar el valor recalculado con lo reportado por Bernal, et al., (2014) el polvo de cáscara de naranja se encuentra en el rango establecido.

Al calcular el coeficiente de variación entre el porcentaje de proteína reportado por Arroyo (2002) y el calculado en base seca, se obtiene un 1.90 % por lo cual se obtiene una precisión alta según el

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008), por otro lado se obtuvo un porcentaje dentro de los valores reportados por Bernal, et al., (2014).

El contenido de fibra del polvo de cáscara de naranja obtenido (10.37 %) fue menor comparado con el teórico (14.13 %), esta disminución en el contenido de fibra se le atribuye a que Arroyo (2002) reportó valores para cáscara de naranja sin ningún proceso, por lo cual un porcentaje de fibra se pudo haber perdido en el proceso de tamizado.

Al comparar el porcentaje de carbohidratos obtenido con los valores reportados por Arroyo (2002) se obtiene un coeficiente de variación de 6.29 %, una precisión alta según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008). Cabe mencionar que el dato de carbohidratos se encuentra dentro del rango establecido por Bernal, et al., (2014).

3.1.6. Actividad preliminar 6. Determinación de gluten húmedo y seco de harina de trigo

Se determinó el gluten húmedo y seco en la harina de trigo utilizada para la elaboración de galletas tipo polvorón con el fin de comprobar que la marca utilizada contenga la cantidad mínima necesaria de gluten establecida por la NMX-F-007-1982 para grado galletas (29.7%).

Tabla 15: Porcentaje de gluten húmedo y seco en harina de trigo

	% Gluten húmedo	% Gluten seco
Media	28.54	12.04
Desviación estándar	0.60	0.38
Coeficiente de variación para valores experimentales (%)	2.10	3.22
Coeficiente de variación entre valor experimental y teórico (%)	1.99	-

Al determinar el porcentaje de gluten húmedo de la harina de trigo que se utilizó, se obtiene un coeficiente de variación de 1.99 % entre el valor experimental y el recomendado por la NMX-F-007-1982 para harina de trigo grado galletas, por lo cual la materia prima que se utilizó combinada con el polvo de cáscara de naranja es apta para el desarrollo de galletas tipo polvorón.

3.2. Objetivos particulares

3.2.1. Objetivo particular 1

Actividad 3.2.1.1. Estudio de mercado

Se realizó un estudio de mercado a 50 estudiantes universitarios hombres y mujeres entre 18 y 27 años, con el fin de conocer la viabilidad del desarrollo de galletas tipo polvorón a base de harina compuesta de trigo y cáscara de naranja, así como la preferencia de los consumidores potenciales.

En los Gráficos 3 y 4 se puede observar el rango de edades y sexo de los participantes de la encuesta, los participantes fueron elegidos al azar.

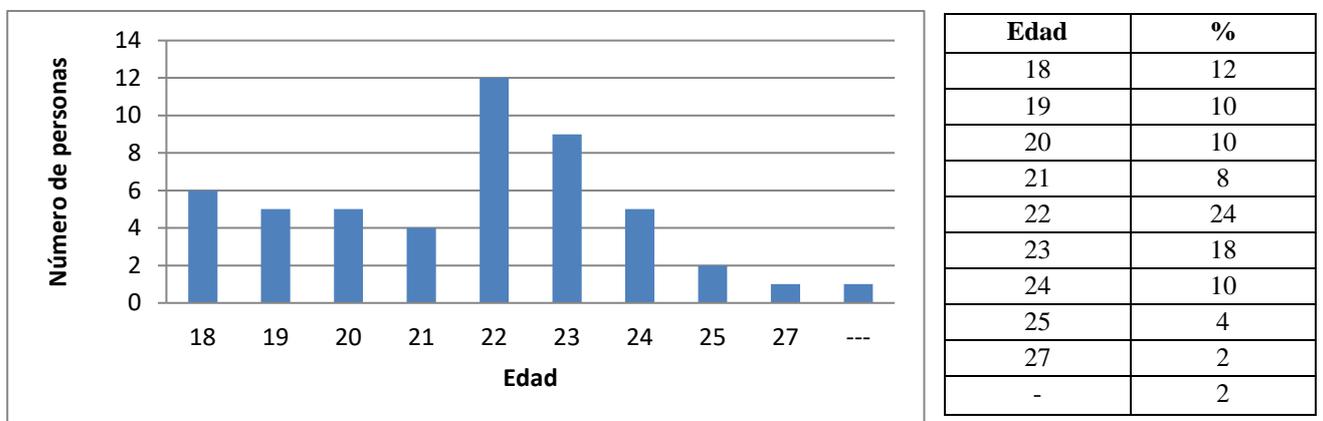


Gráfico 3: Rango de edades de los participantes en el estudio de mercado

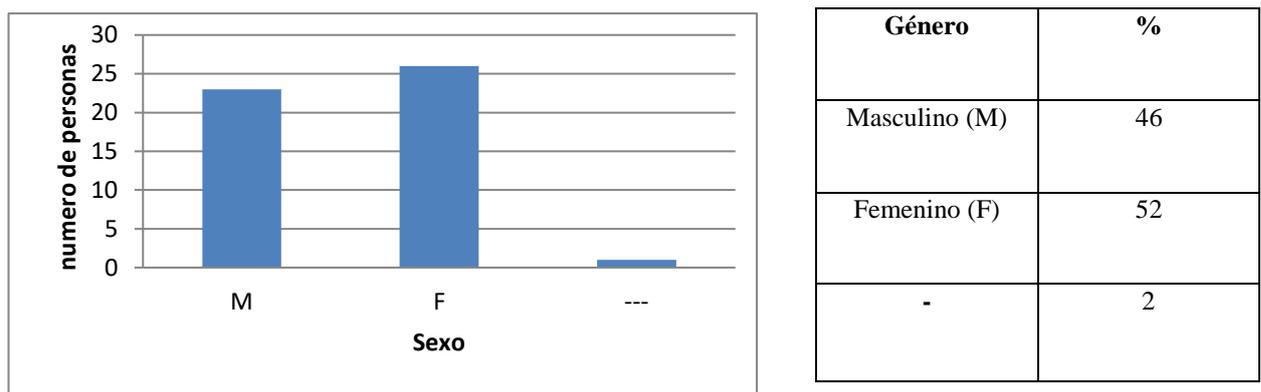


Gráfico 4: Sexo de los participantes en el estudio de mercado

En el Gráfico 5 se pueden observar los resultados de la primera pregunta del estudio de mercado, se decidió preguntar la frecuencia de consumo con el fin de saber si las galletas son consumidas con regularidad. En el Gráfico 6 se encuentran los resultados acerca del tipo de galletas que más se consumen,

el objetivo de realizar esta pregunta fue conocer la popularidad de los polvorones con respecto a otro tipo de galletas.

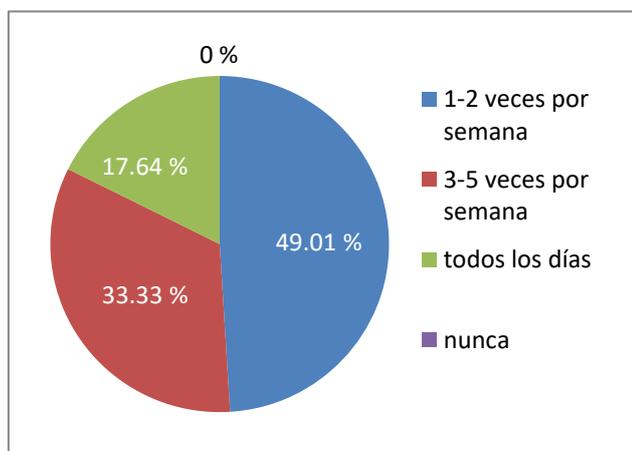


Gráfico 5. Frecuencia de consumo

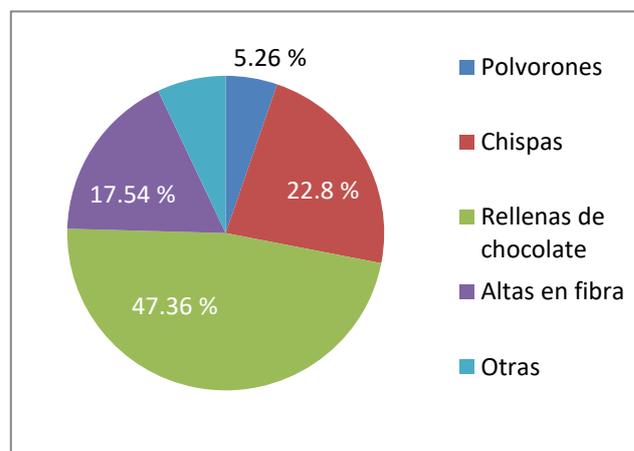


Gráfico 6. Consumo de diferentes tipos de galletas

Con respecto a la primera pregunta todas las personas encuestadas consumen galletas, por lo tanto todos son clientes potenciales, sin embargo los resultados del Gráfico 6 muestran que los polvorones tienen poca popularidad con respecto a otro tipo de galletas, tales como rellenas de chocolates o con chispas, por lo tanto se incluirá una bolsa de mermelada en el empaque para que tenga mayor atracción hacia los clientes.

En el Gráfico 7 se muestran los resultados de la tercer pregunta, con la finalidad de conocer en qué tipo de establecimiento las galletas son compradas con mayor frecuencia y determinar en qué tipo de plaza es preferente su distribución. En el Gráfico 8 se muestran los resultados de la pregunta 4, la cual tuvo como objetivo conocer la razón de consumo de galletas de las personas encuestadas.

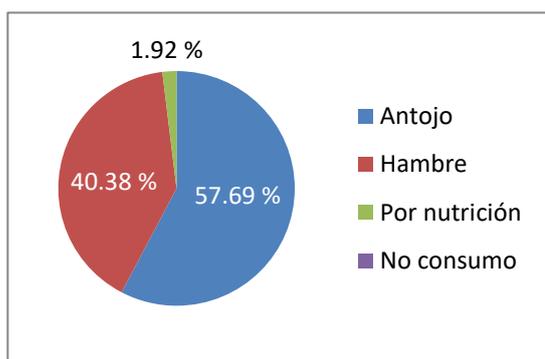


Gráfico 7. Lugares de compra de galletas

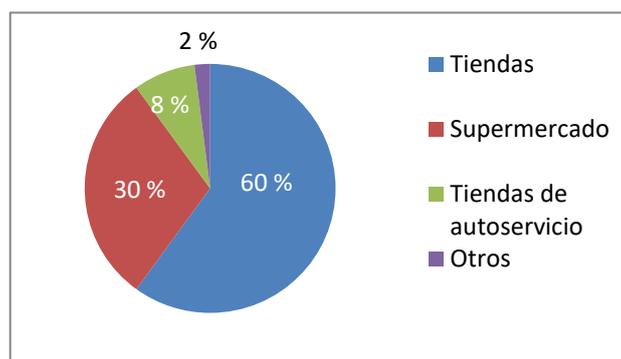


Gráfico 8. Razones para la compra de galletas

Los resultados de la pregunta 4, Gráfico 7, muestran que el 60 % de las personas encuestadas compran galletas en la tradicional tienda de la esquina, por lo tanto en caso de distribuirlas lo más conveniente es venderlas en éstas. En cuanto a la razón de consumir galletas, Gráfico 8, el mayor porcentaje de personas (58.69 %) consumen galletas por antojo, por lo tanto la gran mayoría no está interesada en el aporte nutricional que estas puedan aportar.

En el Gráfico 9 se muestran los resultados de la pregunta 5, la cual indica si las galletas tipo polvorón altas en fibra y reducidas en azúcar son interesantes para las personas encuestadas y por lo tanto comprobar si es un producto viable para la venta. Los resultados de la pregunta 6 se muestran en el Gráfico 10, con los cuales se puede conocer si es recomendable mejorar algún aspecto que no parezca agradable hacia los clientes de las galletas propuestas.

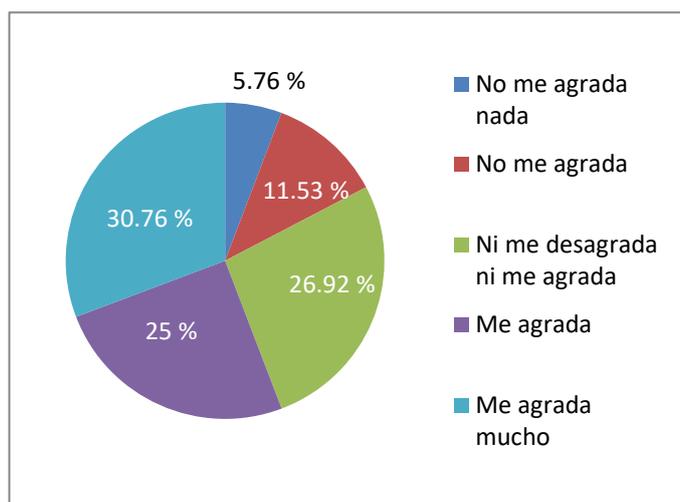


Gráfico 9. Nivel de agrado de galletas tipo polvorón altas fibra y reducidas en azúcar

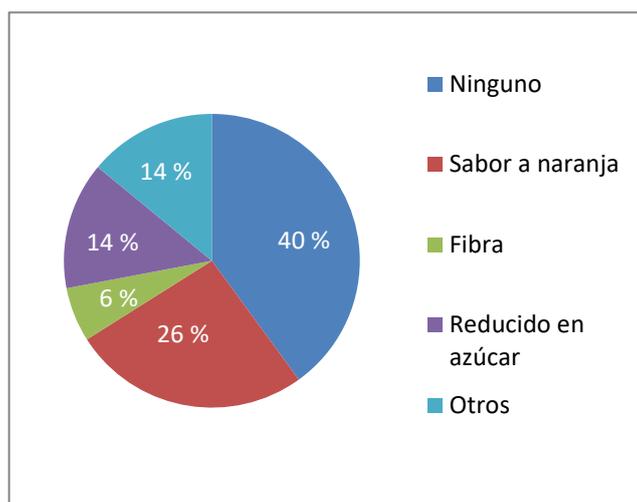


Gráfico 10. Aspectos menos interesantes de galletas tipo polvorón altas fibra y reducidas en azúcar

Al mayor porcentaje de las personas encuestadas les pareció interesante las galletas tipo polvorón altas en fibra y reducidas en azúcar, sin embargo en el Gráfico 10 se observa que al 26 % de las personas les parece poco interesante el sabor a naranja, dónde muchos escribieron comentarios tales como “no me imagino el sabor”.

En los Gráficos 11 y 12 se muestran los resultados de la pregunta 7 y 8 las cuales tuvieron como objetivo conocer la porción y el precio que parezca adecuado hacia los clientes.

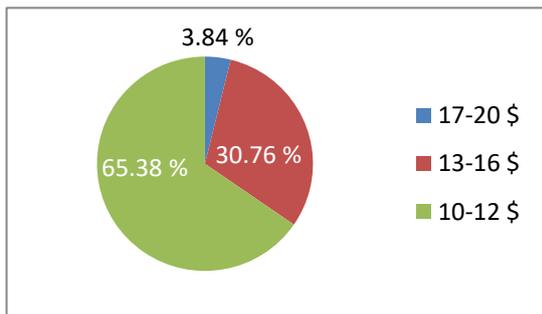


Gráfico 11. Preferencia de precio

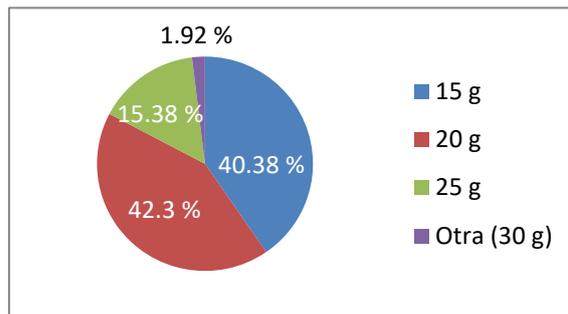


Gráfico 12. Preferencia de tamaño de porción

Como es de esperarse el mayor porcentaje de personas encuestadas (65.38 %) están dispuestas a pagar un precio entre \$10-12 MXN por lo tanto al fabricar las galletas tipo polvorón es necesario optimizar los procesos lo mayor posible, así como el uso de ingredientes. En cuanto al tamaño de porción, 20 g fue la más aceptada por los encuestados por lo tanto esta porción debe de tomarse en cuenta cuando se fabriquen las galletas.

En el Gráfico 13 se muestran los resultados de la pregunta 9, la cual tuvo como fin conocer si las galletas propuestas serían consumidas en lugar de las que se encuentran en el mercado, para conocer la viabilidad del desarrollo de galletas tipo polvorón altas en fibra y reducidas en azúcar.

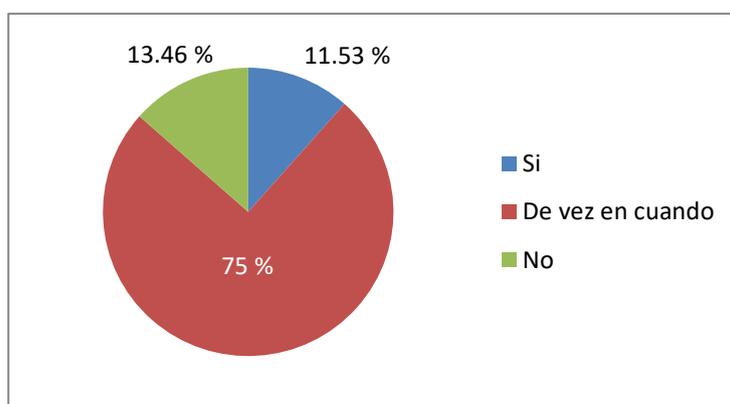


Gráfico 13. Preferencia con respecto a galletas en el mercado

Los resultados obtenidos de la pregunta 9, Gráfico 13, indican que 75 % de las personas encuestadas consumirían las galletas propuestas en lugar de las que ya se encuentran en el mercado, sin embargo los comentarios de las personas sugerían añadir chispas de chocolate o mermelada, por lo cual al incluir una bolsa de mermelada en el empaque se espera que el porcentaje de personas que consuman estas galletas aumente.

3.2.2 Objetivo particular 2

Actividad 3.2.2.1. Análisis de color para el polvo de cáscara de naranja

El color de la cáscara de naranja es debido a diversos carotenoides, principalmente violaxantina, β -critoxantina, luteína, zeaxantina; contenidos en un gran número de alimentos vegetales y animales, estos compuestos además de ser pigmentos, diversos estudios les adjudican propiedades antioxidantes, así como su utilidad en la prevención de enfermedades (Meléndez, et al., 2004). Por lo tanto es importante verificar la fijación de compuestos carotenoides después haberes sido sometidos a procesos térmicos.

El escaldado se realizó con el fin de inhibir el cambio de color por oxidación de los carotenoides, aplicando antioxidantes como el ácido cítrico y metabisulfito de sodio, además de inhibir las enzimas contenidas en las cáscara de naranja que degradan estos pigmentos, deterioran el fruto, así como evitar la formación de polímeros marrones, sin mencionar, que este proceso reduce la carga microbiana que la cáscara pueda contener (Maris, et al., 2004; Casado, s.f.).

En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos del cambio de color (ΔE) de la cáscara de naranja natural con respecto al polvo de cáscara con los diferentes pretratamientos y condiciones de secado (antioxidante, temperatura de escaldado y secado).

Tabla 16: Resultados de ΔE para diferentes pre tratamientos y condiciones de secado de polvo de cáscara de naranja.

Condiciones(Secado 65 ° C)	ΔE	Condiciones(Secado 70 ° C)	ΔE
Escaldado 40 ° C (1)	14.2489	Escaldado 40 ° C(1)	9.6678
Escaldado 40 ° C (2)	13.2047	Escaldado 40 ° C (2)	10.1458
Escaldado 40 ° C Acido (1)	10.9411	Escaldado 40 ° C Acido (1)	5.2283
Escaldado 40 ° C Acido (2)	13.0449	Escaldado 40 ° C Acido (2)	6.7156
Escaldado 40 ° C Meta (1)	13.5735	Escaldado 40 ° C Meta (1)	9.0024
Escaldado 40 ° C Meta (2)	13.479	Escaldado 40 ° C Meta (2)	7.4003
Escaldado 60 ° C (1)	12.2953	Escaldado 60 ° C (1)	11.1687
Escaldado 60 ° C (2)	14.5168	Escaldado 60 ° C (2)	9.2328
Escaldado 60 ° C Acido (1)	12.2031	Escaldado 60 ° C Acido (1)	7.6349
Escaldado 60 ° C Acido (2)	15.2504	Escaldado 60 ° C Acido (2)	9.696
Escaldado 60 ° C Meta (1)	14.2835	Escaldado 60 ° C Meta (1)	8.7321
Escaldado 60 ° C Meta (2)	14.5561	Escaldado 60 ° C Meta (2)	7.6956

Como se puede observar en la Tabla 16, la diferencia de color (ΔE) fue menor con un secado de 70 ° C, esto se le atribuye a que con un secado de 65 ° C el tiempo requerido fue mayor para alcanzar una humedad menor del 14 %, por lo tanto, los compuestos carotenoides, al ser inestables a la temperatura (Meléndez, et al., 2004), sufrieron una degradación que cambió parcialmente el color característico de la naranja.

Para conocer la influencia de la temperatura de escaldado, tipo de antioxidante y temperatura de secado sobre la diferencia de color (ΔE) del polvo de cáscara de naranja, se realizó un análisis de varianza.

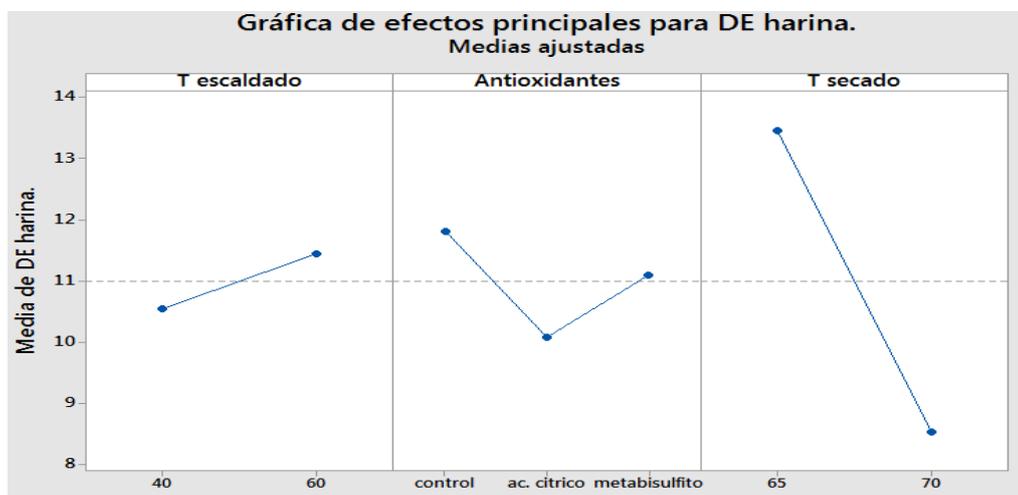


Gráfico 14: Efectos principales de T de escaldado, antioxidantes y T de secado sobre ΔE

Tabla 17: Comparación de la F crítica y la F de tablas

Variables	F Crítica	F tablas
Antioxidante	4.23	3.42
T de escaldado	4.28	3.32
T de secado	103.66	3.32

Cómo se puede observar en la Tabla 17 de distribución de Fisher con un nivel de confianza al 95%, las 3 variables (antioxidante, T de secado y T de escaldado) provocan diferencias significativas en el valor de ΔE , sin embargo, la variable que más afectó el ΔE fue la temperatura de secado, debido a que, como se explicó anteriormente, los carotenoides son inestables a altas temperaturas (Meléndez, et al., 2004), sin mencionar que el tiempo de este proceso fue bastante prolongado (3.5 h).

A pesar de que el proceso de escaldado y la adición de antioxidantes provocaron diferencias significativas en el ΔE debido a pérdidas de carotenoides, la inactivación enzimática que ambos producen, además del efecto antioxidante; estos previenen pérdidas posteriores de color durante el procesado y almacenamiento (Rodríguez, 1999).

En cuanto al escaldado la menor diferencia de color (ΔE) se presentó a 40 ° C, esto se le atribuye a que los compuestos carotenoides contenidos en la cáscara de naranja al ser lábiles a la temperatura (Meléndez, et al., 2004), sufrieron una mayor pérdida de color a 60 ° C.

En cuanto al tipo de antioxidante, el ácido cítrico provocó la menor pérdida de color (ΔE), a diferencia de los resultados reportados por Cháves & Avanza (2006), en dónde el metabisulfito fue el antioxidante más

efectivo en la conservación de color, aunque este autor solo hace referencia al pardeamiento enzimático, además de usar una elevada concentración (0.5 %).

El consumo de metabisulfito de sodio se ha relacionado con diversos problemas a la salud, como graves irritaciones en la piel, alergia de tipo asmático, además que se ha encontrado un posible vínculo con el desarrollo de cáncer (New Jersey Department of Health, 2008). El uso de este antioxidante está restringido a 200 ppm por la PROY-NOM-216-SSA1-2002, por lo que el uso de ácido cítrico representa una ventaja al ser utilizado con respecto al metabisulfito de sodio.

Por lo tanto las condiciones de pre tratamiento a utilizar en el procesamiento de polvo de cáscara de naranja son escaldado a 40 ° C con ácido cítrico (0.5 %) y secado a 70° C.

Tabla 18: Parámetros de colorimetría para polvo de cáscara de naranja

	L	a	b
40°C escaldado, ácido cítrico (0.5 %), 70°C secado	-1.23	3.18	4.88

En la Tabla 18 se muestran los resultados de “L, a y b” del polvo de cáscara con los pre tratamientos seleccionados que presentaron el menor cambio de color ΔE . El polvo de cáscara de naranja presenta un valor de “a” positivo (+ 3.18) por lo tanto tiene una tendencia hacia el color rojo tal y como lo describe Falconi (2008), “b” al tener un valor positivo (+ 4.88) tiene una tendencia hacia el color amarillo; siendo el valor de “b” el mayor, el polvo de cáscara de naranja tiene una mayor tendencia hacia el color amarillo, por último el valor negativo de “L” indica que es más oscuro.

3.2.3. Objetivo particular 3

Actividad 3.2.3.1. Estandarización de condiciones de proceso

El fin del horneado se define por dos hechos: el color y el contenido en humedad, que están entre sí relacionados y vienen determinados muchas veces por un examen visual y determinación de la humedad, respectivamente (Wade 1988).

Para estandarizar las condiciones de horneado, el prototipo con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja (25 %) y una concentración de azúcar-polidextrosa del 50-50 % se sometió a diferentes temperaturas de horneado (220, 180, 150 y 130 °C) y tiempo (15, 30 y 45 min) seleccionando el que poseyó las mejores características visibles, horneado uniforme y sin presencia de quemaduras. Esto con el fin de seleccionar las condiciones que provean una galleta agradable a la vista además de reducir la variabilidad que pudiera existir en los diferentes lotes. El horno fue precalentado a 220 °C antes de la experimentación, Tabla 19.

Tabla 19. Efecto de las diferentes temperaturas y tiempos en las galletas para la estandarización del proceso de horneado

Prueba	Temperatura de horneado (°C)	Tiempo de horneado(min)	Observaciones.
1	220	15	No se presentaron quemaduras, pero la galleta no fue horneada adecuadamente
2	180	15	No se presentaron quemaduras, pero la galleta no fue horneada adecuadamente
3	150	15	No se presentaron quemaduras, pero la galleta no fue horneada adecuadamente
4	130	15	No se presentaron quemaduras, pero la galleta no fue horneada adecuadamente
5	220	30	Presento quemaduras visibles
6	180	30	Presento quemaduras visibles
7	150	30	No se presentaron quemaduras visibles y el horneado fue uniforme.
8	130	30	No se presentaron quemaduras, pero el horneado no fue el suficiente
9	220	45	Presento quemaduras visibles muy marcadas
10	180	45	Presento quemaduras visibles muy marcadas
11	150	45	Presento quemaduras visibles muy marcadas
12	130	45	Presento quemaduras visibles muy marcadas

Tal y como menciona Chevallier et al. (2002) en el proceso de horneado se producen numerosos cambios que modifican radicalmente la estructura de la galleta como son la desnaturalización protéica, la fusión de la grasa, las reacciones de Maillard, la evaporación del agua y la expansión de gases.

En el caso de las proteínas y el almidón al someterse a un proceso de calentamiento se hinchan y, en algunos casos, sufren una desnaturalización, por otro lado la grasa fundida proporciona a la masa un carácter plástico, que sumado a los agentes leudantes determinan el tamaño final de la galleta (Embuena, 2015).

Los resultados de las pruebas 1- 4, con tiempo de 15 minutos a diferentes temperaturas se caracterizan por no presentar un adecuado horneado, es decir, presencia de partes crudas en la galleta. Esto se debe a que el horneado no es el adecuado debido a la falta de tiempo en las que están sometidas al proceso térmico, por ende, no hay una suficiente eliminación del agua contenida en la masa, en consecuencia no se lleva a cabo correctamente el proceso descrito por Chevallier et al (2002).

Las pruebas 9 - 12 con un tiempo de 45 minutos, a diferencia de las pruebas 1 – 4, presentaron un quemado prácticamente total en la superficie de las galletas a tal punto que varias de las pruebas, con las más altas temperaturas no pudieron ser finalizadas, esto se atribuye a que el tiempo de horneado fue excesivo, al someter la masa a estas temperaturas durante un tiempo prolongado se producen cambios

estructurales y pérdida de componentes, entre los cuales se encuentran la pérdida total del agua, por lo menos, en la superficie, creando “costras” con sabor, olor y aspecto desagradable, mayor formación de acrilamida, compuesto que según la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer es un probable cancerígeno, además de una pérdida importante de nutrientes debido a la acción prolongada del calor.

Por último las pruebas 5 - 8 con un tiempo de 30 minutos, fueron las que presentaron las mejores características, ya que el dorado presente en su superficie era mínimo con respecto al horneado de 45 minutos, siendo las condiciones seleccionadas las correspondientes a la prueba 7 (horneado de 150 °C durante 30 minutos).

Es importante señalar que los pigmentos que contienen las galletas (carotenoides), proporcionadas por el polvo de cáscara de naranja, sometidas a un proceso térmico de calentamiento se vuelven mucho más lábiles. La destrucción de estos pigmentos reduce el valor nutritivo de los alimentos e induce una decoloración y una pérdida de sus características organolépticas. El grado de decoloración va a depender fundamentalmente de la presencia de agentes oxidantes en el medio (sobre todo oxígeno molecular) y de que se comunique energía suficiente para que la reacción de degradación tenga lugar. La energía se aporta en forma de luz o calor. Las transformaciones más frecuentes de dichos carotenoides son la formación de isómeros cis (Perez y Garrido, 1997). Sin embargo si las condiciones son muy severas, el grado de degradación progresa, fragmentándose entonces el pigmento (Meléndez et al., 2004).

Otro cambio importante durante el horneado es la creación de pigmentos denominados melanoidinas, el nombre por el cual se le conoce a la serie de reacciones que dan origen a estos pigmentos se le denomina como reacción de Maillard. La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0.6 y 0.9. En la primera fase de la reacción se unen los azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables. Los azúcares se deshidratan a reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se obtiene la fragmentación, que genera la formación de pigmentos oscuros en la tercera etapa, denominados melanoidinas (Cabeza, 2009) durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie (Duncan, 1989) estas reacciones son las responsables de proporcionar el color tostado del exterior de las galletas, además de generar su sabor característico.

Actividad 3.2.3.2. Desarrollo de prototipos

Se elaboraron los diferentes prototipos variando las concentraciones de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (72-25, 80-20, 85-15 %) y sacarosa- povidexrosa (75-25, 50-50, 25-75 %) usando un diseño factorial 3², resultando en 9 prototipos. La selección de prototipos se dividió en 2 etapas, la primera (*Actividad 3.2.3.3*) consistió en realizar una prueba de ordenamiento sin escala estructurada a los 6 prototipos con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja, Tabla 7. La segunda etapa (*Actividad 3.2.3.4*) consistió en realizar una prueba de ordenamiento con escala estructurada a los 6 prototipos menos amargos.

Actividad 3.2.3.3. Pre selección de prototipos

Se realizó una prueba sensorial de ordenamiento sin escala estructurada a 8 jueces semi entrenados, con los 6 prototipos con mayor concentración de polvo de cáscara de naranja, Tabla 7, con el fin de eliminar a los 3 prototipos que presenten el sabor más amargo, Tabla 20.

Tabla 20: Resultados de prueba de ordenamiento sin escala estructurada

"Ordena de menor a mayor los prototipos de la primera columna con respecto al sabor amargo"		
110	(-) Menos amargo	410
210		510
310		610
410		110
510		210
610	(+) Más amargo	310

Al obtener los resultados de la prueba de ordenamiento sin escala estructurada de los prototipos con la mayor concentración de polvo de cáscara de naranja, el 100 % de los jueces semi entrenados eligieron como a los más amargos a los prototipos 110, 210 y 310, que corresponden a los prototipos con mayor concentración de polvo de naranja (25 %), esto se debe a la presencia de diversas sustancias amargas, presentes en el polvo, como los flavonoides, específicamente la naringina, presente en la mayoría de los cítricos; limoneno, componente principal del aceite esencial en la cáscara de la naranja, (León et al., 2015).

Actividad 3.2.3.4. Selección de prototipo

Se realizaron pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada a los 6 prototipos seleccionados, la prueba se dividió en 5 puntos: "no me gusta nada" "no me agrada" "ni me gusta ni me disgusta" "me gusta" y "me gusta mucho", dándole valores numéricos, 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente para seleccionar el prototipo que posea la mayor aceptación, evaluando el sabor, olor, textura y color realizándose un análisis de varianza.

Los 6 prototipos fueron codificados de forma aleatoria (Tabla 21)

Tabla 21: Concentraciones de harinas y endulzantes para prototipos

Prototipo	Trigo-Polvo Cáscara	Polidextrosa- Azúcar
100	80-20	50-50
210	85-15	75-25
311	80-20	75-25
412	85-15	25-75
513	85-15	50-50
614	80-20	25-75

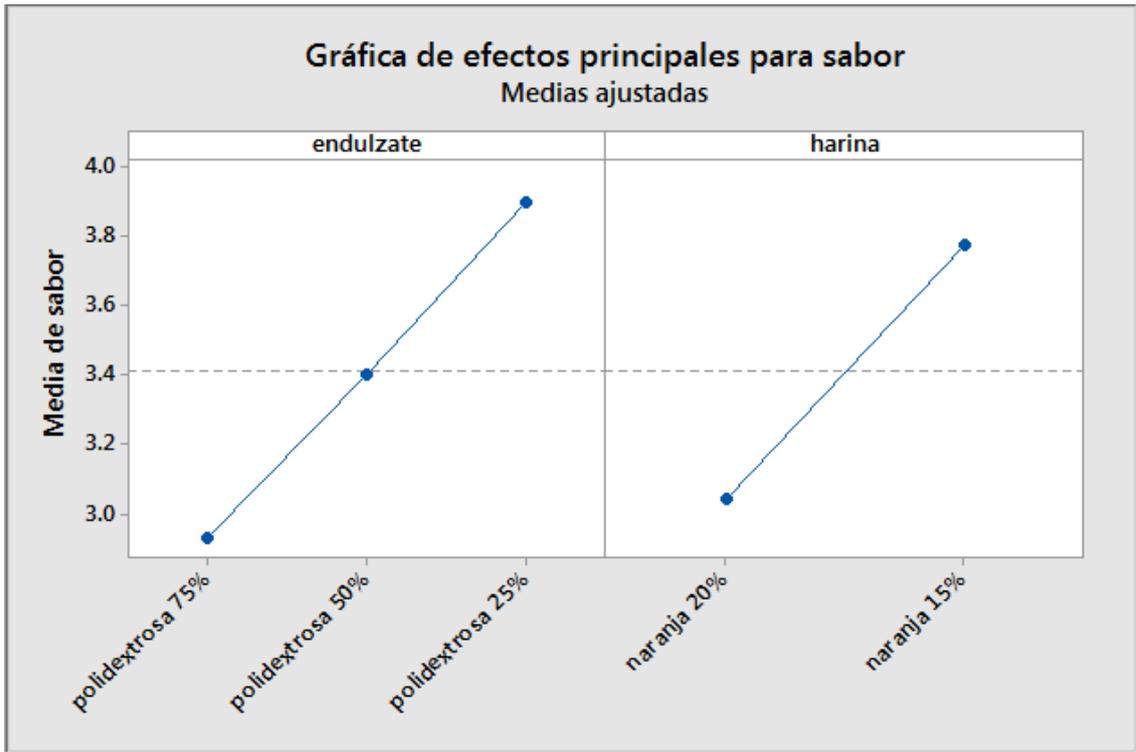


Gráfico 15: Efectos principales del sabor con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja

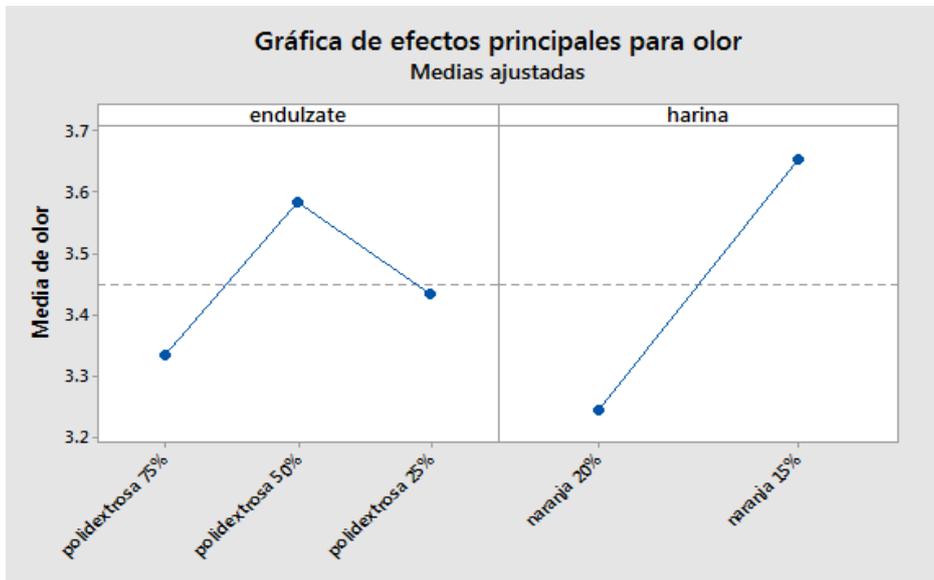


Gráfico 16: Efectos principales para el olor con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja.

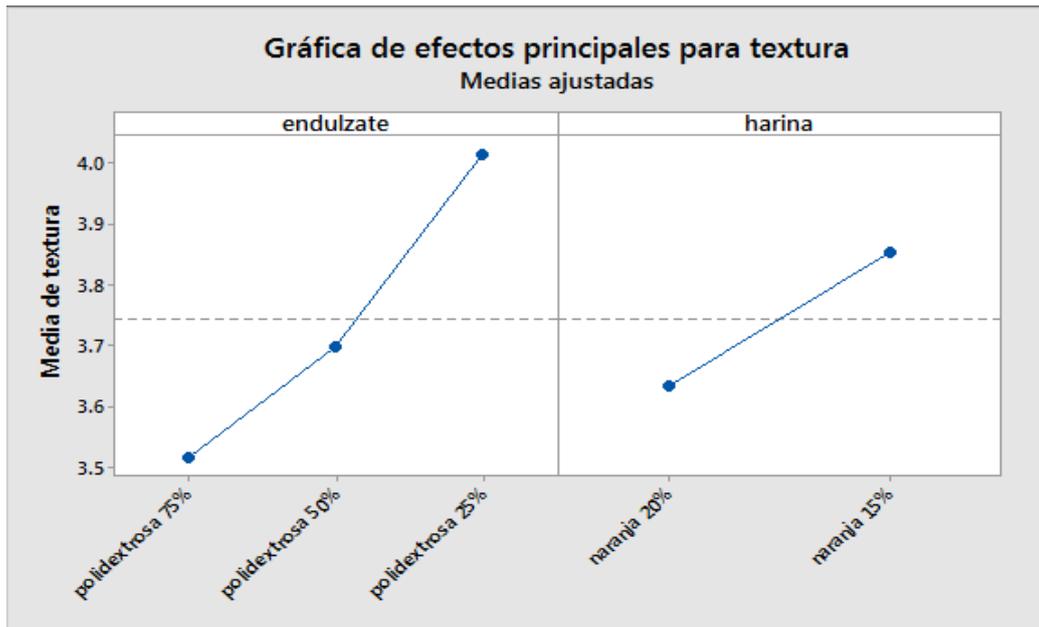


Gráfico 17: Efectos principales para la textura con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja.

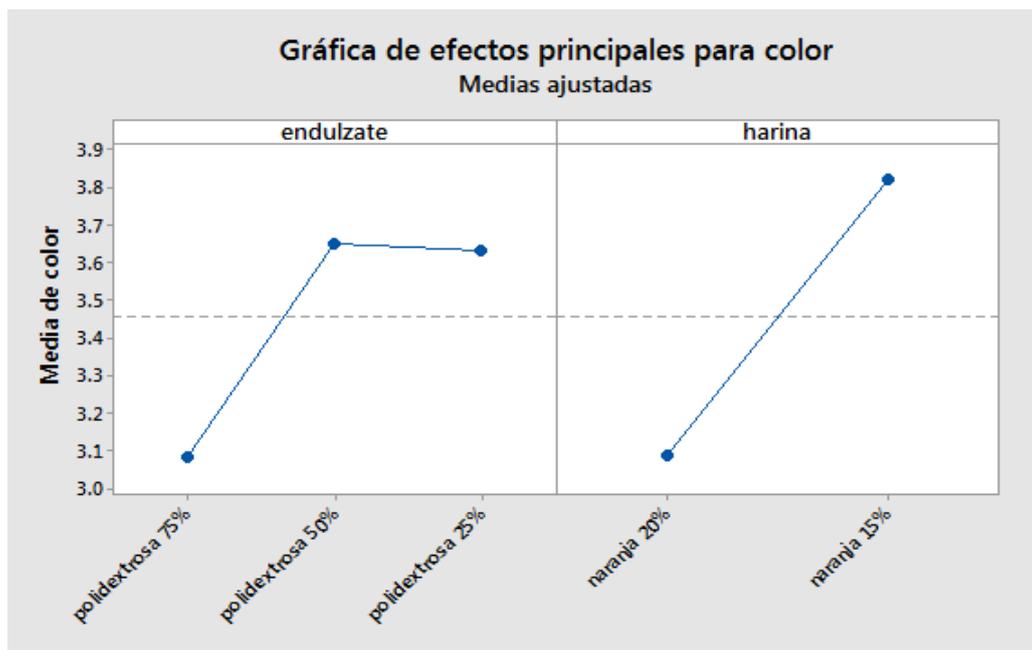


Gráfico 18: Efectos principales para el color con diferentes concentraciones de polidextrosa y polvo de cáscara de naranja.

Tabla 22: Análisis de varianza para los atributos de color, olor, sabor y textura.

	Variable	F Crítica	F tablas
Color	Endulzante	7.28	3.04
	Harina	28.25	3.89
Olor	Endulzante	0.99	3.04
	Harina	7.96	3.89
Textura	Endulzante	5.68	3.04
	Harina	3.29	3.89
Sabor	Endulzante	19.93	3.04
	Harina	34.40	3.89

Color

Respecto al color, los prototipos 412 y 513, Tabla 21, presentaron los puntajes más altos de aceptación, Gráfico 18, por lo tanto a los jueces les pareció más agradable el color dado por una concentración de polvo de cáscara de naranja del 15 % con respecto al 20 %. Después del análisis de varianza, Tabla 22, se pudo confirmar que la variable que más afectó el color es el polvo de cáscara de naranja, debido a la presencia de los pigmentos naturales (violaxantina, β -criptoxantina, β -caroteno, entre otros) presentes en la cáscara, los cuales le confieren color amarillo y rojo intenso (Melendez y Vicario, 2004).

Respecto al endulzante, se puede observar que a mayor concentración de sacarosa, mayor era el agrado de color, Gráfico 18, esto es debido a las reacciones que tiene la sacarosa al ser sometida a procesos térmicos de calentamiento (reacciones de Maillard) que provocan la formación de pigmentos (melanoidinas) que le confieren ese tono tostado característico de este tipo de galletas.

Olor

En cuanto al olor, los prototipos 412 y 513 presentaron los puntajes más altos de aceptación, Gráfico 16, ambos tienen concentraciones bajas de polvo de cáscara de naranja (15 %), un tanto inesperado, ya que se creía que las concentraciones de polvo de cáscara de naranja más altas (20 %) serían las más agradables para los jueces, ya que contienen una concentración mayor de d-limoneno, compuesto principal en el aceite esencial contenido en la cáscara el cual confiere el olor característico de la naranja (Weiss, 1997).

Después de realizar el análisis de varianza, Tabla 22, se afirmó que la única variable que afecta el olor es el tipo de harina, específicamente el polvo de cáscara de naranja; el tipo de endulzante no afecta significativamente este atributo ya que el olor predominante en las galletas es a naranja.

Textura

En cuanto a la textura, el prototipo 412 fue el que presentó el puntaje más alto de aceptación, Gráfico 17, esto se le atribuye al alto contenido de sacarosa, la cual reduce la viscosidad de la masa, además de proporcionar una estructura altamente cohesiva y una estructura crujiente (Zoulikha, et al., 1989).

Después de realizar el análisis de varianza, Tabla 22, se comprobó que la concentración de sacarosa es la responsable de conferir cambios texturales en las galletas, ya que hay diferencia significativa entre F crítica y F de tablas, sin embargo, el tipo de harina no afecta este atributo significativamente, debido a la poca variación de concentraciones de harina de trigo (80, 85 %) y polvo de cáscara de naranja (20, 15 %).

Sabor

En cuanto al sabor, los prototipos con la menor cantidad de polidextrosa (25%) fueron los que tuvieron una mayor aceptación, Gráfico 15, esto es debido a que al contener una mayor concentración de azúcar, ayudó a enmascarar al sabor amargo. De igual manera, los que tenían la menor concentración de polvo de cáscara de naranja (15%) tuvieron una mayor aceptación, debido a una menor concentración de compuestos amargos tales como narangina y limoneno, compuestos ligados a sabores amargos (León, et al., 2015).

En cuanto al sabor, tanto el endulzante (sacarosa-polidextrosa) como la concentración del polvo de naranja presentaron diferencias significativas, Tabla 22, teniendo más efecto el polvo de cáscara de naranja, debido a que éste fue el causante del resabio amargo que algunos jueces detectaron en las galletas.

Debido a que el prototipo 412 tuvo los puntajes más altos para sabor, olor y textura, Gráfico 15, éste fue el seleccionado para la elaboración de las galletas tipo polvorón.

3.2.4. Objetivo particular 4

Actividad 3.2.4.1. Análisis químico del prototipo seleccionado

Se realizó un análisis químico proximal al prototipo seleccionado de la actividad 3.2.3.1 (412) con una concentración de harina de trigo-polvo de cáscara de naranja de 85-15 % y sacarosa-polidextrosa 75-25 %, con el fin de reportar los componentes en la etiqueta y comprobar que este sea un producto funcional reducido en azúcar y alto en fibra con respecto a polvorones comerciales.

Tabla 23: Composición química de galletas tipo polvorón

Componente	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Humedad	2.35	0.05	2.12
Cenizas	1.03	0.09	9.61
Lípidos	28.24	0.11	0.40
Proteína	5.11	0.24	4.83
Fibra dietética	8.36	0.35	4.18
Carbohidratos	54.91	-	-
Azúcares totales	20.51	0.10	0.50

Como se muestra en la Tabla 23, el coeficiente de variación en el contenido de cenizas, lípidos, proteínas, azúcares reductores directos y totales no superó el 10%, por lo que no parece haber errores en la cuantificación de estos compuestos, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2008).

Tabla 24. Comparación de galletas tipo polvorón

Componente	Prototipo (%)	Don Toño (%)	Polvorones Marinela (%)	Polvoroncitos caseros Tía Rosa (%)	Especificaciones NMX-F-006-1983 (%)	
					Mínimo	Máximo
Humedad	2.35	12.29	2.52	3.22	-	8
Cenizas	1.03	0.43	0.19	0.13	-	2
Lípidos	28.24	28.08	21.62	23.33	5	-
Proteína	5.11	5.25	5.40	6.66	6	-
Fibra dietética	8.36	1.25	0	0		0.5
Carbohidratos	28.96	52.7	70.27	66.66	-	
Azúcares totales	20.51	*	27.02	33.33	-	

Al comparar el porcentaje de azúcares totales del prototipo seleccionado con los polvorones Marinela y Tía Rosa, Tabla 24, se puede comprobar la reducción del azúcar en un 24.1- 61.53 % respectivamente. En el caso particular de los polvorones Don Toño, estos no pudieron ser comparados, debido a la falta de información nutrimental en el etiquetado de estos.

Al comparar el porcentaje de fibra del prototipo seleccionado con los polvorones Marinela, Don Toño y Tía Rosa, se puede comprobar que el prototipo seleccionado es alto en fibra, ya que los polvorones Marinela y Tía Rosa no tienen ningún aporte de está, mientras que aporta más de 6 veces la fibra con respecto a las galletas marca Don Toño.

En el caso del aporte proteico el coeficiente de variación no supera el 2.5 %, por lo que no hay una variación importante entre las galletas elaboradas, Marinela y Don Toño, sin embargo, las galletas Tía Rosa aportan una mayor cantidad de proteína, con una diferencia de 18.62 %. El porcentaje de lípidos entre el prototipo seleccionado y Don Toño mantienen una gran similitud, mientras que los polvorones Marinela y Tía Rosa aportan un menor contenido de lípidos (aproximadamente un 14.08 % de diferencia).

Al comparar la composición química de los polvorones a base de harina de trigo y polvo de cáscara de naranja con lo especificado por la *NMX-F-006-1983* para galletas Tipo III (comerciales) se cumple lo establecido en cuanto a humedad, cenizas y lípidos; el porcentaje de proteína obtenido (5.11 %) fue menor a lo especificado (6 %), sin embargo, las galletas comerciales también presentaron el mismo comportamiento, a excepción de los polvorones Tía Rosa. En cuanto al porcentaje de fibra obtenido (8.36 %), este superó considerablemente el límite establecido por la norma (0.5 %), no obstante, no hay un carácter oficial en esta norma, por lo que su cumplimiento no es obligatorio.

Actividad 3.2.4.2. Análisis microbiológico del prototipo seleccionado

Se realizó el análisis microbiológico de cuenta de coliformes, bacterias mesófilas, mohos y levaduras con el fin de verificar si los procesos llevados a cabo en la elaboración de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja se realizaron con la higiene suficiente para evitar el crecimiento de estos microorganismos, Tabla 25.

Tabla 25. Análisis microbiológico para galletas tipo polvorón

Tiempo (h)	Cuenta de coliformes	Cuenta de bacterias mesófilas	Cuenta de mohos y levaduras
24	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²
48	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²
120	-	-	< 1 UFC/g muestra en la dilución 10 ⁻²

Tabla 26. Especificaciones microbiológicas para galletas permitidas por la NMX-F-006-1983

Especificaciones	Máximo
Mesofilicas aerobias	30,000 col/g
Hongos	10 col/g
Coliformes	Negativo

Al observar los resultados se afirma que las galletas son inocuas (no se observó crecimiento de ningún tipo a simple vista a las 48 horas y 120 horas para mohos y levaduras), por lo que son aptas para la venta y el consumo humano.

Después de realizar el conteo microbiológico de bacterias mesófilicas aerobias, hongos y coliformes se puede afirmar que las galletas tipo polvorón a base de harina de trigo y polvo de cáscara de naranja cumplen con las especificaciones de la NMX-F-006-1983, ya que los valores reportados, Tabla 25, son menores a los permitidos, Tabla 26.

3.2.5. Objetivo particular 5

Actividad 3.2.5.1. Selección de envase y diseño de etiqueta

El diseño de la etiqueta basado en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015) se puede observar en la Figura 8:



Figura 8. Diseño de la etiqueta para galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja

El material seleccionado para el envase fue polipropileno, esto es debido a que las galletas al tener cierto contenido graso pueden generar un sabor rancio si el oxígeno penetra el envase, por lo tanto el polipropileno al tener una estructura bilaminada con barrera a la humedad, oxígeno y luz solar impide la oxidación de las grasas (Illanes, 2004).

Actividad 3.2.5.2. Cálculo de valor calórico por componente

Se realizó el cálculo del valor calórico con una porción de 15 g, para carbohidratos, lípidos, proteína y sacarosa con los resultados obtenidos del análisis químico proximal, los resultados se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Aporte calórico para una porción de 15 g de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja

Componente	kcal/ 15 g
Carbohidratos	40.5
Lípidos	24.6
Proteína	-
Sacarosa	11.7

Al realizar el cálculo del aporte calórico de una porción de 15 g de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo y polvo de cáscara de naranja se obtiene un total de 76.8 kcal.

Actividad 3.2.5.3. Pruebas afectivas de galletas tipo polvorón

Se llevaron a cabo pruebas afectivas con la finalidad de conocer la aceptación del producto frente a polvorones comerciales, las galletas comerciales fueron Tía Rosa, Don Toño y Marinela. Se presentaron cuatro muestras de galletas tipo polvorón a 30 estudiantes de 18 a 27 años, en dónde evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura en una escala del 1 al 5, dónde 1 es “no me gusta nada” y 5 es “me gusta muchísimo”. Los resultados obtenidos se encuentran en el Gráfico 19.

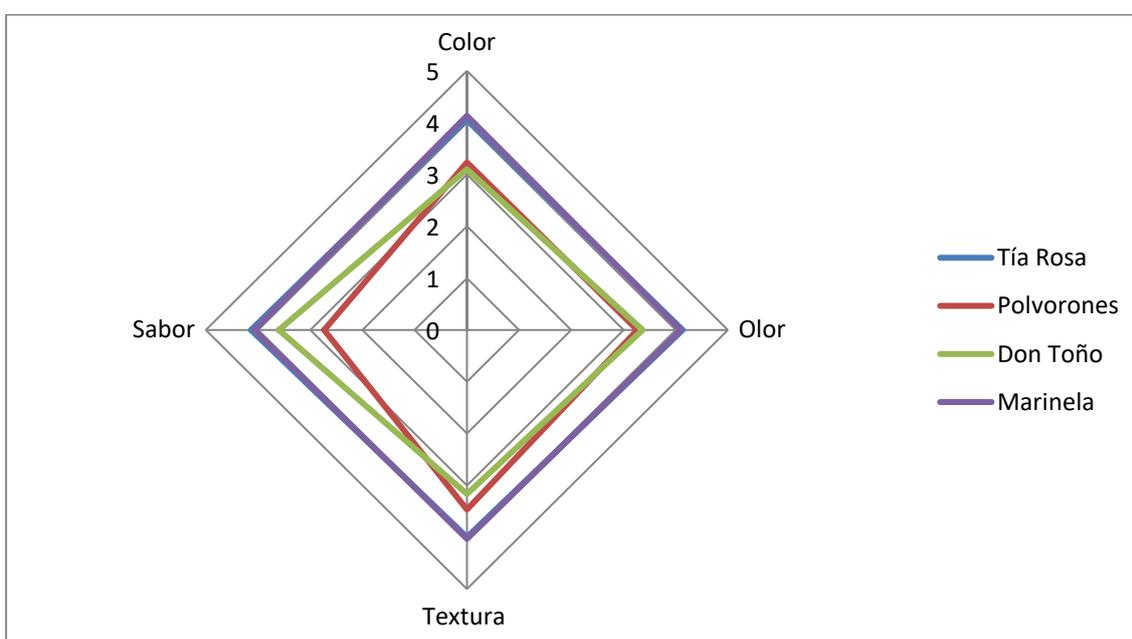


Gráfico 19. QDA para pruebas afectivas con respecto a galletas comerciales

Como se observa en el Gráfico 19, las galletas que obtuvieron los mejores resultados de aceptación en cuanto a color fueron las de marca Tía Rosa y Marinela, las cuales tenían el color más claro, esto es debido a que están hechas totalmente de harina de trigo, a diferencia de los polvorones elaborados los cuales tienen polvo de cáscara de naranja, el cuál brinda un color más oscuro hacia las galletas; sin embargo los polvorones elaborados obtuvieron una mayor aceptación que los de marca Don Toño.

En cuanto a los atributos de olor y textura los polvorones Tía Rosa y Marinela obtuvieron la mayor aceptación, algunos comentarios de los jueces mencionaban que los polvorones elaborados tenían una textura dura, por lo cual se podría disminuir el tiempo de horneado para tener una mayor aceptación; sin embargo la diferencia de aceptación de textura entre los polvorones elaborados y los de Tía Rosa-Marinela fue sólo de 13.15 %.

En cuanto al sabor los polvorones elaborados tuvieron valores de aceptación con una mayor tendencia hacia “ni me gusta, ni me disgusta”, esto puede ser debido a que las galletas son reducidas en azúcar, por lo tanto los jueces tenían una mayor preferencia hacia las galletas con mayor contenido de ésta (Tía Rosa y Marinela) con más de 24.1- 61.53 % que los polvorones elaborados.

Conclusiones:

En cuanto al estudio de mercado se puede concluir que el desarrollo de galletas tipo polvorón a base de harina de trigo y polvo de cáscara de naranja es viable debido a que el 100 % de los encuestados consume galletas por lo menos de 1 a 2 veces por semana, además, al mayor porcentaje de personas les pareció interesante el desarrollo de este tipo de galletas, siempre y cuando los precios y porciones sean similares a los de la competencia.

Al obtener los resultados del análisis de color, las muestras que presentaron el menor ΔE fueron las sometidas a los pre tratamientos de: escaldado a 40 ° C con ácido cítrico (0.5 %) y un secado a 70 ° C, obteniéndose un $\Delta E= 5.97$, por lo cual estas son las condiciones recomendadas para evitar lo mayormente posible los cambios de color provocados por la polifenoloxidasas, degradación de carotenos y reacciones de Maillard.

En cuanto a la selección de prototipos el que presentó los mejores atributos sensoriales evaluados por los jueces fue el que contenía una concentración de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja (85-15 %) y sacarosa- povidexrosa (75-25 %); en dónde el polvo de cáscara de naranja fue la variable que más afectó a los atributos de olor, color y sabor, sin embargo el tipo de endulzante fue la única variable que afectó el atributo de textura.

Al comparar los polvorones elaborados con harina de trigo- polvo de cáscara de naranja contra polvorones comerciales marca Marinela y Don Toño, las galletas elaboradas presentaron el mayor contenido de fibra, siendo 6 veces mayor que Don Toño, por lo cual se puede confirmar que son altos en fibra.

En cuanto al contenido de azúcar, este fue 24.1 % menor que los polvorones Marinela, por lo tanto se puede afirmar la funcionalidad del producto.

Al comprobar el alto contenido de fibra y la reducción de azúcar con respecto a galletas comerciales se puede confirmar que las galletas tipo polvorón a base de harina de trigo- polvo de cáscara de naranja son funcionales.

Al realizar un análisis microbiológico no se observó crecimiento de coliformes, bacterias mesófilas, hongos y levaduras, por lo que aparentemente se tiene un producto higiénico el cual no presenta problemas al ser consumido.

Después de realizar las pruebas afectivas se puede proponer dirigir el producto hacia un público diferente ya que el elegido (jóvenes de 18- 27 años) tienen una mayor preferencia hacia galletas altas en azúcar.

Bibliografía:

- Alejandra M. V., Aidé S. G., Lluvia L. L., Liliana C. S y Leticia B. B. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6, 18-23.
- Alimentatec. 2008. Metabisulfito de sodio (en línea). Recuperado de <http://www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=89&nodo2=0&idcontenido=555&content=18>
- American Association of Cereal Chemist. (2001). Definition of Dietary Fiber. *AACC REPORT*. 3 (46). 112-126.
- Amerine M. A., Pangborn R. M., Roessler E. R. (1965) principles of sensory evaluation of foods. Academic Press. New York.
- Angélica Enciso L. (2015). El consumo de galletas se elevó 4 mil por ciento en 6 años; son llenadoras: Prospera. *La Jornada*, pp. 29.
- Anguera., A. (2007). Efectos de la fibra soluble cáscaras de Plántago ovata sobre factores lipídicos de riesgo cardiovascular (Tesis Doctoral en Nutrición y Metabolismo Unidad de Lipidos y Aterosclerosis).
- Anzaldúa M. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos.
- Anzaldúa M. A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Zaragoza, España. Ed. Acribia.
- Ares G., Barreiro C., y Deliza R., Gámbaro A. (2009). Alternatives to reduce the bitterness, astringency and characteristic flavour of antioxidant extracts. *Food Research International*. 42 (1). 871-878.
- Arroyo Orbegoso. (2002). Producción de enzimas pectinasas por Actinomyces en cultivo sumergido utilizando pectina y cáscara de naranja (Magíster en Biotecnología). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Ashwell M. (2005). *Conceptos sobre Alimentos Funcionales*. ILSI Europe Concise Monograph Series.
- Badui D. S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta edición. México. Ed. Pearson educación.
- Burkitt D., Walter ARP., y Painter NS. Effect of dietary fibre on stools and transit time and its role in the causation of disease. (1972). *Lancet*. (2). 1408-1411.
- Bustamante S. A. y Isaza E. R. (2015). Identifican de Subproductos, obtenidos a partir de Segundas y terceras producciones de cítricos, para su aprovechamiento industrial y agroindustrial. Recuperado de [http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2016/competitividad/Informe-Ejecutivo-VT-Citricos%20\(1\).pdf](http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2016/competitividad/Informe-Ejecutivo-VT-Citricos%20(1).pdf)
- Cabeza Rodríguez S. (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Universidad de Burgos.
- Cabezas Jaramillo F. D. y Campos Delgado A. K. (2015). Tipos de azúcar, sucedáneos y edulcorantes artificiales, aplicados en recetas de repostería. Universidad de Cuenca.

- Carpenter R.P., Lyon D.H. y Hasdell T.A. (2002). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza, Ed. Acribia.
- Cayo Álvarez E. M. (2009). Obtención de Fibra Insoluble a Partir de Cáscaras de Naranja. *Revista de investigaciones Universitarias*. 25-30.
- Cerón–Salazar I. y Cardona–Alzate C. Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja. (2010). *Ingeniería y Ciencia*. 7 (13). 65-86.
- Chávez M.G. y Avanza J.R. (2006). Evaluación de pre tratamientos en el secado convectivo de berenjenas. Universidad Nacional del Nordeste.
- Chevallier S., Della Valle G., Colonna P., Broyart B., y Tryatram G. (2002). Structural and Chemical Modifications of Short Dough During Baking. *Journal of Cereal Science*. 35 (1). 1-10.
- Cordero, G. (2013). Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria. España. Ed. Sede universitaria.
- Córdoba A. (2005). Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de Suspensiones de Fibras Alimentarias (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Córdoba A. (2005). Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de Suspensiones de Fibras Alimentarias (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Danisco Sweeteners. (2006). Ingredientes con beneficios funcionales. *Revista Enfasis Alimentación*. 1 (5).
- De La Llave A. (2004). Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación (Tesis en Licenciatura de Ingeniería de Alimentos). Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla, México.
- Delgado O. L., Betanzos C. G., Sumaya M. M. T. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, 50, 10-15.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2008). Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf
- Durán, L. & Costell, E. (1999). Percepción del gusto. Aspectos Fisicoquímicos y Psicofísicos, *FoodSci. Tech. Int.*; 5 (4):299-309.
- EARTH. (2004). Perfil de producto: Naranja, centro para la formación empresarial. Recuperado de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000142.pdf>
- Embuena D. (2015). Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Escudero Álvarez E y González Sánchez P. La fibra dietética. (2006). *Nutr. Hosp.* 2 (21).
- Escudero-Álvarez E., González-Sánchez P. (2006) *La fibra dietética. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría*. 21 (2). 61-72.
- Espinosa J. M. (2007). Evaluación Sensorial de los alimentos. La Habana. Ed. Universitaria.
- Falconi Barriga M.D. (2008). Efectos del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (Persea americana) deshidratado.

- FAO. (s.f.). Carbohidratos y componentes alimentarios relacionados: Identificadores de infoods, significados y usos. Recuperado de www.fao.org/docrep/010/ah833s/Ah833s26.htm
- FAO/WHO. (2009). Codex Alimentarius Commission thirty second session – ALINORM 09/32/26 Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission.
- Fernández V. R. (2009). Segmentación de mercados, 3era edición, México. Ed. McGraw-Hill.
- Flores V. N. A. (2015). Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (Tesis de pregrado) Universidad de Chile, Santiago – Chile.
- Fuentes A., Fresno M. J., Santander H., Valenzuela S., Gutierrez M. F. y Miralles R. (2010). Sensopercepción gustativa: una revisión. *Int. J. Odontostomat.*, 4(2):161-168.
- Fuentes, A.; Fresno, M. J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M. F. & Miralles, R. (2010) Sensopercepción gustativa: una revisión. *Int. J. Odontostomat.*, 4(2):161-168, 2010.
- Fundación Española de la Nutrición. (s.f.). Naranja. Recuperado de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/naranja.pdf>
- Gallegos A. T.M.E. (2010). SECCIÓN 2: Sistema Nervioso. Capítulo 10. Sistema Somatosensorial. Dentro del libro Fisiología Médica. (Eds.), Xavier G. S., Gritón E. & Prieto B. Ed. Intersistemas, S.A. de C.V., México, 69-78.
- García E, Benito R, Rivera C. (2008). Hacia una definición de la fibra alimentaria. *Escuela de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela.* 21 (1). 25-30.
- García Montse. Desarrollo de productos. (s.f.). Recuperado de http://fcaenlinea1.unam.mx/anexos/1908/1908_u3_act1.pdf
- García Peris P., y Velasco Gimeno C. (2007). Evolución en el conocimiento de la fibra. *Nutr. Hosp.* 2 (22).
- Giannuzzo A.N., Nazareno M.A., Mishima H.T., y López de Mishima B.A. (2000). Extracción de naringina de *citrus paradisi*. Estudio comparativo y optimización de técnicas extractivas. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 20 (1).
- Halliwell B, Gutteridge J. M. (1989). *Free radical in biology and medicine.* Oxford: Clarendon, 1:142.
- Halliwell, B. (1996). Antioxidants in humans health and disease, *Annual Reviews.* 16, 33-50.
- Hernández A. E., (2005). Evaluación sensorial. Bogotá. Ed. Centro nacional de medios para el aprendizaje.
- Hernández E. A. (2005) Evaluación sensorial. Bogotá. Ed. Universidad Nacional de Medios para el aprendizaje.
- Hervalejo, A. Salguero y Arenas F. J. (2010). Variedades de cítricos de interés para la industria de zumos. *Vida rural*, ISSN:1133-8938, 62-66.
- Ibañez F.C., Torre P., y Irigoyen A. Aditivos alimentarios. (s.f.). Recuperado de <http://foodtraining.es/wp-content/uploads/2017/01/aditivos.pdf>
- Illanes Esparza J.F. (2004). Envases flexibles plásticos: Uso y aplicación en la industria alimentaria. *Universidad Austral de Chile.*

- Jie Z., Bang-Yao L., Ming-Jie X., Hai-Wei L., Zu-Kang Z., Ting-Song W., y Craig SA. (200). Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *Am J Clin Nutr.* 72 (6). 9-1503.
- John Adair. (1992). El reto gerencial de la innovación. *Ed. Legis.*
- KantarWorldpanel. (2017). 9 de Julio: Día de la Galleta de azúcar. Recuperado de <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias/-9-de-Julio-Dia-de-la-Galleta-de-azucar->
- Konica Minolta. Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B*. Recuperado de <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Kotler P., y Armstrong G. (2017). *Marketing*, Ciudad de México, México: Pearson.
- Kotler, Philip, Armstrong, Gary. (2007). Marketing versión para Latinoamérica. (14ª edición) México. Ed. Pearson.
- Lajolo M., Saura C., Witing P., y Wenzel M. (2001). Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. *Ed. Varela.* 84-358.
- Ley J.P. (2008). Masking bitter taste by molecules. *Chemosensory Perception.* 1. 58-77.
- Maris Alzamora S., Guerrero S.M., Nieto A.V. y Vidales S.L. (2004). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
- Markesbery, W.R. (1997). Oxidative stress hypothesis in Alzheimer's disease, *Free Radical Biology & Medicine.* 23(1), 134-147.
- Matos-Chamorro A., y Chambilla-Mamani E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Rev. investig. cienc. tecnol. aliment.* 1 (1). 1-14.
- Max B.; Salgado J. M.; Rodríguez N.; Cortés S.; Converti A.; Domínguez J.M. (2010), Biotechnological production of citric acid. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41, 862-875.
- Meilgaard M., Civille G. V. & Carr T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*, Chapter 1. 3rd Ed.; Florida; USA.
- Meléndez Martínez A.J., Vicario I., y Heredia F.J. (2007). Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 57 (2).
- Meléndez Martínez A.J., Vicario I.M. y Heredia F.J. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición.* 54 (2). 209-215.
- Molina M., y Paz M. (2007). La Fibra Dietética Procesada como Alimento Funcional. Escuela Andaluza de Salud Pública. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Granada. 70-77.
- Montmayeur, J-P., y Matsunami H. (2002). Receptors of bitter and sweet taste. *Sensory systems* 12 (1). 366.371.
- Moreno Arribas M.V. (s.f.). La importancia del color en los alimentos. *Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación.* 6-7.
- Muñoz Villa A., Sáenz Galindo A., López López L., Cantú Sifuentes L y Barajas Bermúdez L. (2014). Ácido cítrico: compuesto interesante. *Revista científica de la universidad autónoma de Coahuila.* 6 (12). 18-23.

- Mujumdar, A. (2000). Drying technology in Agriculture and Food Sciences.. *Edit. Science Publishers.* 313.
- Nepveu-Nivelle. (1968). Lanzamiento de productos. *Ed. Oikos-Tau.* 22-27
- New Jersey Department of Health. (2008). Recuperado de <http://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1708sp.pdf>
- Nguyen, A.T. y Donnalson, R.P. (2005). Metal-Cattalyzed oxidation induces carbonylation of peroxisomal proteins and loss of enzymatic activities, *Archives of Biochemistry and biophysics.* 439, 25-31.
- Olivas G. R., Nevárez M. G. V. y Gastélum F. M. G. (2009) Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 3(1): 1-7.
- Papagianni M. (2007) Advances in citric acid fermentation by *Aspergillus niger*: Biochemical aspects, membrane transport and modeling. *Biotechnology Advances*, 25, 244-263.
- Pérez Gálvez A., y Garrido Fernández J. (1997). Termodegradacion de carotenoides en el pimentón. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons.* 48 (5). 290-296.
- Priego M. (2007). Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor (Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos). Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, México.
- Rao AV. (1999). Dose-response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. *J Nutr.*1442-1445.
- Rincón A., Vásquez A. y Padilla F. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.*
- Roche, C.E. Y Romero, A.D. (1994). Estrés oxidativo y degradación de proteínas, *Medicina clínica.* 103(5), 189-196.
- Rodriguez A. R. S. (2013) Fundamentos de mercadotecnia antología. México. Ed. Universidad de Guanajuato
- Rodriguez Amaya D. (1999). Changes in carotenoids during procesing and storage of foods. *Archivos latinoamericanos de nutrición.* 49 (1). 38-47.
- Rodríguez P. J. M., Menéndez L. J. R., & Trujillo L. Y. (2001). Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 30(1), 15-20. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572001000100007&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572001000100007&lng=es&tlng=es)
- Rodríguez S. A. R. (2013). Fundamentos de mercadotecnia antología. México. Ed. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Rubio M.A. (2002).Implicaciones de la fibra en distintas patologías. *Unidad de Nutrición Clínica y Dietética.* 17 (2). 17-29.
- SAGARPA (2012). México entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. San Luis Potosí. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>

- SAGARPA. (2012). México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>
- SAGARPA. (2017). Se consolida México como quinto productor mundial de naranja. Recuperado de http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_0015-10.aspx
- Sánchez B. (2005). Caracterización Físicoquímica y funcional de la fibra Dietética del Fruto del Níspero y de Cáscara de Mango Obo (Tesis para optar el grado de Ingeniero en Alimentos). Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, México.
- Sangri A. C. (2014) Introducción a la mercadotecnia. México. Ed. Patria.
- Sangri C. A., (2014). Introducción a la mercadotecnia. México. Ed. Patria.
- Saninutricion. Carotenoides. (2012). Recuperado de <http://www.saninutricion.org.ar/files/upload/files/carotenoides.pdf>
- SEGOB. (s.f.). Estudio de Mercado - Curso en línea para elaborar un estudio de mercado. Recuperado de <http://segob.guanajuato.gob.mx/sil/docs/capacitacion/guiasEmpresariales/GuiaEstudioMercado.pdf>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (s.f.). Reporte especial naranja. Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100602-reporte-naranja.pdf>
- Severiano P. P., Gómez A. D. M., Méndez G. C. I., Pedrero F. D. L., Gómez C. C., Ríos D. S. T., Escamilla L. A., Utrera A. M., (s.f.). Manual de evaluación sensorial. UNAM. Recuperado de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MANUAL_31114.pdf
- Sjetli J., y Szenté L. (2005). Elimination of bitter, disgusting tastes of drugs and foods by cyclodextrins. *European journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*.3 (61). 115-125.
- Tamayo Y, B. A. (1998). Los residuos vegetales del jugo de naranja como fuente de fibra dietética. *L. M. CYTED*. 2 (1) 181-189.
- Thomas D. Kuczmariski. (1997). Innovación. Ed. McGraw-Hill.
- Trowell H., Southgate DA., Wolever TMS., Lead SAR., Gassul MA., y Jenkins DJA (1976) Dietary fibre redefined. *Lancet* (1). 967.
- Ureña, M., D'Arrigo, M., Girón, O. (1999). Evaluación Sensorial de los Alimentos, Aplicación Didáctica. Lima, Perú. 197.
- Uttara, B. Singh, A.V. Zamboni, P. y Mahajan, R.T. (2009). Oxidative stress and neurodegenerative diseases: A review of Upstream and Downstream antioxidant therapeutic options, *Current Neuropharmacology*. 7, 65-74.
- Valencia-García F.E., Millan-Cardona L., Ramirez Herrera N. (2008) Evaluación de los efectos en las propiedades físicoquímicas, sensoriales y texturales de povidexrosa, fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe. *Lasallista Investig*. 5 (2). 20-27.

- Valero Ruiz Edelmira. (1993). *Caracterización Cinética de la Polifenol Oxidasa de Uva Airen*, Universidad de la castilla, Colección Ciencia y Tecnología.
- Venereo, G.J.R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes, *Revista Cubana Medico Militar*. 31(2), 126- 133.
- Villegas-Ruíz X., Ruíz-Espinosa H., y Bárcenas-Pozos M.E. (2010). Tecnologías de enmascaramiento de sabor amargo en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 4 (1). 27-36
- Wade P. (2008). Instrumental Techniques for Investigation of the Biscuit-Making Process. *Elsevier Applied Science*. 1 (1). 94-115.
- Walters D.E. (1996). How are bitter and sweet tastes related?. *Trends in Food Science and Technology*. 7 (12). 399-403.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., Elías, L. (1995). Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Ottawa, Canadá. 170p.
- Weiss E.A. (1997). Essential Oil Crops. *Cab International*. 417-511.
- Zambrano Z., de la Luz M., Hernández A., y Gallardo Y. (1998). Caracterización fisicoquímica del Nopal. En temas de Tecnología de alimentos. Fibra dietética. *Instituto Politécnico Nacional*. 2 (1). 29-41.
- Zoulikha M.R., Bouvier J.M, Alla K., y Patras C. (1989) Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35 (1). 23-42.
- Zúñiga M. (2005). Caracterización de Fibra Dietaria en Orujo y Capacidad Antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva (Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.