



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**GOLOSINA FUNCIONAL A BASE DE PULPA DE NONI
(*Morinda citrifolia*) BAJA EN CALORÍAS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA EN ALIMENTOS

PRESENTA:

**FABIÁN BAUTISTA CARMEN YAZMÍN
HERNÁNDEZ DUARTE MARA KATYA**

ASESORAS:

**IBQ.LETICIA FIGUEROA VILLARREAL
M.C.ALMA VIRGINIA LARA SAGAHÓN**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

U. N. A. M.
ASUNTO: VOTO APROBATORIO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN



ATN: L.A. ARACELI HERREJERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Golosina funcional a base de pulpa de noni (Morinda citrifolia) baja en calorías

Que presenta la pasante: Carmen Yazmín Fabián Bautista
Con número de cuenta: 409066339 para obtener el Título de: Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de septiembre de 2013.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	IBQ. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz	
SECRETARIO	IA. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
1er. SUPLENTE	Dr. Enrique Martínez Manrique	
2do. SUPLENTE	IA. María del Consuelo Molina Arciniega	

NOTA: los sindocales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

HHA/iac



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautilán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Golosina funcional a base de pulpa de noni (Morinda citrifolia) baja en calorías

Que presenta la pasante: Mara Katya Hernández Duarte
Con número de cuenta: 306187674 para obtener el Título de: Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautilán Izcalli, Méx. a 18 de septiembre de 2013.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	IBQ. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz	
SECRETARIO	IA. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
1er. SUPLENTE	Dr. Enrique Martínez Manrique	
2do. SUPLENTE	IA. María del Consuelo Molina Arciniega	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

HHA/iac

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM por abrirme sus puertas desde hace más de 8 años y ser la pieza fundamental de mi formación profesional.

A mis padres y mi hermano, por todas sus enseñanzas y porque a través de los años me han mostrado su amor y apoyo incondicional.

A mis mejores amigos, Janet, Diana, Andrés y Edgar, por disfrutar conmigo de los mejores momentos de la vida y por apoyarme también en los momentos de tristeza.

A Carmen por tenerme tanta paciencia y hacer el camino de la tesis más sencillo.

A las profesoras Leticia Villarreal, Virginia Lara, Sandra Rueda, Consuelo Molina, María Eugenia Ramírez, Evangelina Hernández por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mi familia en general que siempre ha estado al pendiente de mí.

A mis colegas por compartir los momentos de estrés pero también los de diversión.

A todos ustedes les agradezco infinitamente por estar a mi lado, porque sin sus consejos y palabras de aliento no sería la persona segura y capaz que soy al día de hoy.

GRACIAS!

Con cariño, Mara Katya.

No creo tener las suficientes palabras ni espacio para agradecer a todas las personas que me han apoyado en esta etapa de mi vida, quiero mencionar primero a mis padres quienes nunca han quitado un dedo del renglón en mi formación escolar pero sobre todo personal. Gracias por cada palabra de apoyo, por cada abrazo, por cada enseñanza, por todas esas pequeñas cosas que forman la persona que soy hoy.

A mi hermana, Citlali, tú siempre me has cuidado; me has agarrado cuando creo que las cosas pintan de negro, gracias por siempre tener una mano para mí.

A aquellos que empezaron como amigos y luego se convirtieron en mi familia: Sergio, Luis, Sebastián, Bety, Sunay y Paola; gracias por formar parte de mi vida, por las muchas sonrisas que me provocaron, por todos los buenos y malos momentos que hemos pasado por que de cada uno aprendí algo.

A Mara, por acompañarme en esta etapa y hacer más sencillas las cosas, gracias.

A todos mis maestros que de cierta forma me han ayudado a darle un rumbo a mi vida, especialmente a las que han estado en este proyecto con nosotras, I.B.Q. Leticia Figueroa Villareal y la M.C. Alma Virginia Lara Sagahón.

Y por último muchas gracias a todas esas personas que ya no están pero que me motivaron a seguir adelante.

Carmen.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	3
1.1 GENERALIDADES DEL NONI.....	3
1.1.1 Características y propiedades.....	4
1.1.2 Composición química	6
1.1.3 Distribución del noni	9
1.1.4 Cultivo de noni en México.....	10
1.1.5 Productos derivados del noni	10
1.2 ALIMENTOS BENÉFICOS PARA LA SALUD	11
1.3 GOLOSINAS	12
1.3.1 Definición.....	12
1.3.2 Proceso de elaboración	13
1.3.3 Descripción de materias primas utilizadas en la fabricación de golosinas.....	14
1.3.3.2 Azúcar	15
1.3.3.3 Edulcorante (Isomaltitol)	16
1.3.3.4 Grenetina	18
1.3.3.5 Benzoato de sodio.....	19
1.3.3.6 Ácido cítrico	20
1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL	21
1.4.1 Definición.....	21
1.4.2 Tipos de pruebas	22
1.4.2.1 Pruebas afectivas.....	22
1.4.2.2 Pruebas discriminativas.....	23

1.4.2.3 Pruebas descriptivas	24
1.5 MERCADOTECNIA.....	24
1.5.1. Definición de mercadotecnia.....	24
1.5.2 Definición de mercados y segmentación.	25
1.5.3 Determinación de mercado meta (estudio de mercado).	25
1.5.4 Atributos del producto y servicio	26
1.5.4.1 Marca.....	26
1.5.4.2 Envase	26
1.5.4.3 Etiqueta.....	26
1.5.4.4 Precio.....	27
1.6 DESARROLLO DE PRODUCTOS	28
1.6.1 Proceso de desarrollo de nuevos productos	28
1.6.2 Etapas del desarrollo de nuevos productos.....	28
1.6.3 Ciclo de vida de un producto.	30
1.7 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL	31
1.7.1 Definición.....	31
1.7.2 Factores que afectan la calidad y vida útil.....	32
1.7.3 Métodos para determinar la vida útil.....	33
1.7.4 Diseño de estudio de vida útil	34
1.7.5 Aplicación de la cinética a la predicción de la vida útil.....	34
1.7.6 Envase	37
1.7.7 Envases plásticos	38
CAPITULO 2. METODOLOGÍA	40
2.1 OBJETIVOS.....	40
2.2 CUADRO METODÓLOGICO	41
2.3 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLÓGICO.....	42
ACTIVIDADES PRELIMINARES	42

Actividad preliminar 1. Selección de fruta aromática	42
Actividad preliminar 2. Análisis físicos y químicos del noni.....	43
Actividad preliminar 3. Modificación del diagrama de proceso general de elaboración de golosinas y formulación base.	48
Actividad preliminar 4. Elaboración de curva patrón por método espectrofotométrico	53
Objetivo particular 1	55
Actividad 1.1 Desarrollo del estudio de mercado.	55
Objetivo particular 2	56
Actividad 2.1 Elaboración de prototipos y diseño factorial	56
Actividad 2.2 Evaluación sensorial de prototipos.....	57
Objetivo particular 3	59
Actividad 3.1 Análisis químico de prototipo seleccionado.....	59
Actividad 3.2 Análisis microbiológico de prototipo seleccionado.....	60
Objetivo particular 4	65
Actividad 4.1 Evaluación del grado de aceptación del consumidor potencial de la golosina.....	65
Objetivo particular 5	66
Actividad 5.1 Selección del envase y desarrollo de la etiqueta de la golosina.	66
Actividad 5.2 Determinación del precio del producto.	67
Objetivo particular 6	67
Actividad 6.1 Someter la golosina a condiciones de aceleración (variando la temperatura y manteniendo la humedad relativa constante).	67
Actividad 6.2 Selección de los factores críticos en la vida útil de la golosina de noni.....	67
Actividad 6.3 Análisis de la cinética de reacción de las variables seleccionadas	68

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS Y RESULTADOS	69
Actividad preliminar 1. Selección de fruta aromática.	69
Actividad preliminar 2. Análisis químico del noni	71
Actividad preliminar 3. Modificación del diagrama de proceso general de elaboración de golosinas y formulación base.	73
Actividad preliminar 4. Elaboración de curva patrón	74
Objetivo particular 1.	76
Actividad 1.1 Desarrollo del estudio de mercado.	76
Objetivo particular 2	82
Actividad 2.1 Elaboración de prototipos y diseño factorial	82
Actividad 2.2 Evaluación sensorial de prototipos.....	92
Objetivo particular 3	95
Actividad 3.1 Análisis químico del prototipo seleccionado.....	95
Actividad 3.2 Análisis microbiológicos al prototipo seleccionado	98
Objetivo particular 4	99
Actividad 4.1 Evaluación del grado de aceptación del consumidor potencial de la golosina	99
Objetivo particular 5	100
Actividad 5.1 Selección del envase y desarrollo de la etiqueta de la golosina.	100
Actividad 5.2 Determinación del costo y precio de la golosina	104
Objetivo particular 6	106
Actividad 6.1 Someter la golosina a condiciones de aceleración variando la temperatura y manteniendo la humedad relativa constante.	106
Actividad 6.2 Selección de los factores críticos en la vida útil de la golosina de noni.....	106
Actividad 6.3 Análisis de la cinética de reacción de las variables seleccionadas.....	108

CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Composición nutrimental del noni (*Morinda citrifolia*).
- Tabla 2. Aminoácidos presentes en la pulpa del noni (*Morinda citrifolia*).
- Tabla 3. Producción agrícola anual de noni (principales estados productores).
- Tabla 4. Productos a base de noni.
- Tabla 5. Uso del ácido cítrico en la industria alimentaria.
- Tabla 6. Formulación base para la preparación de la golosina de noni baja en calorías
- Tabla 7. Formulación preliminar 1 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.
- Tabla 8. Formulación preliminar 2 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.
- Tabla 9. Formulación preliminar 3 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.
- Tabla 10. Diluciones para elaborar curva patrón de ácido gálico.
- Tabla 11. Diseño factorial para la elaboración de prototipos.
- Tabla 12. Escala utilizada durante la encuesta de selección de prototipos.
- Tabla 13. Preferencia en cuanto a sabor.
- Tabla 14. Preferencia en cuanto a olor.
- Tabla 15. Composición nutrimental del noni (*Morinda citrifolia*) experimental y teórica.
- Tabla 16. Características físicas y fisicoquímicas del noni (*Morinda citrifolia*) experimental y teórica.
- Tabla 17. Resultados de pH prototipos.
- Tabla 18. Análisis de varianza entre prototipos pH.
- Tabla 19. Prueba de Tukey para resultados de pH.
- Tabla 20. Resultados de acidez prototipos.
- Tabla 21. Análisis de varianza de los resultados de acidez.
- Tabla 22. Diferencias de medias para resultados de acidez.
- Tabla 23. Resultados de °Brix de los prototipos.
- Tabla 24. Análisis de varianza entre prototipos °Brix
- Tabla 25. Prueba de Tukey para resultados de °Brix tomando en cuenta sólo la cantidad de fruta.

Tabla 26. Prueba de Tukey para resultados de °Brix tomando en cuenta sólo la cantidad de endulzantes.

Tabla 27. Resultados de fenoles totales prototipos.

Tabla 28. Valores de probabilidad obtenidos de la prueba de Wilcoxon de sabor para comparar las medianas de los diferentes prototipos. (Valores de probabilidad <0.05 se consideren estadísticamente significativos).

Tabla 29. Valores de probabilidad obtenidos de la prueba de Wilcoxon de olor para comparar las medianas de los diferentes prototipos. (Valores de probabilidad <0.05 se consideren estadísticamente significativos).

Tabla 30. Composición nutrimental de la golosina de noni.

Tabla 31. Propiedades físicas y fisicoquímicas de la golosina de noni

Tabla 32. Características de bandeja de poliestireno de 2 cavidades (envase interno o primario).

Tabla 33. Características de bolsa de polipropileno metalizado de 15 μ (envase externo o secundario).

Tabla 34. Cálculo de energía en la golosina de noni

Tabla 35. Determinación del precio de la golosina de noni.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Noni (*Morinda citrifolia*).

Figura 2. Diagrama de bloques para la elaboración de golosinas.

Figura 3. Sacarosa.

Figura 4. Ventas y utilidades a lo largo de la vida del producto, desde su concepción hasta su desaparición.

Figura 5. Cambio de la calidad frente al tiempo mostrando el efecto del orden de reacción sobre la velocidad de cambio.

Figura 6. Representación semilogarítmica para una reacción de primer orden de pérdida de calidad frente al tiempo.

Figura 7. Representación gráfica del logaritmo de vida útil frente a la temperatura (absoluta o en °C)

Figura 8. Encuesta para selección de fruta aromática.

Figura 9. Diagrama de proceso preliminar 1 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 6.

Figura 10. Diagrama de proceso preliminar 2 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 7.

Figura 11. Diagrama de proceso preliminar 3 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 8.

Figura 12. Diagrama de proceso preliminar 4 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 9.

Figura 13a. Encuesta para estudio de mercado.

Figura 13b. Encuesta para estudio de mercado (continuación).

Figura 14a. Encuesta para selección de prototipo.

Figura 14b. Encuesta para selección de prototipo (continuación).

Figura 15. Encuesta para prueba de preferencia pareada.

Figura 16. Curvas patrón.

Figura 17. ¿Conoce el noni?

Figura 18. ¿Sabía que por su cantidad de antioxidantes ayuda a mejorar la condición de enfermos de artritis, diabetes y cáncer?

Figura 19. ¿Consume algún tipo de dulce?.

Figura 20. ¿Qué tipo de dulce consume?

Figura 21. ¿Compraría un dulce a base de noni?

Figura 22. ¿Con qué fruta mezclaría el noni para brindarle un mejor sabor al dulce?

Figura 23. ¿Con qué frecuencia consumiría este dulce?

Figura 24. ¿En dónde suele consumir productos naturales para la salud?

Figura 25. ¿Cuánto estaría dispuesto a gastar por un paquete de 25 dulces de noni?

Figura 26. ¿A qué tipo de persona le recomendaría este dulce?

Figura 27. Gráfica de medias de resultados de pH

Figura 28. Gráfica de medias de resultados de Acidez.

Figura 29. Gráfica de medias para el efecto de la fruta en °Brix. Letras diferentes representan una diferencia significativa y letras iguales no hay diferencia.

Figura 30. Gráfica de medias para el efecto del endulzante en °Brix. Letras diferentes representan una diferencia significativa y letras iguales no hay diferencia.

Figura 31. Resultados de fenoles totales prototipos.

Figura 32. Comparación de las medianas para los atributos sensoriales.

Figura 33. Prototipos que no presentan diferencia significativa en cuanto a sabor.

Figura 34. Prototipos que no tienen diferencia significativa en cuanto a olor.

Figura 35. Agar para cuenta estándar de bacterias aerobias

Figura 36. Agar papa-dextrosa para mohos y levaduras

Figura 37. Resultados selección de prototipo saborizante de miel vs saborizante de maracuyá

Figura 38. Bandeja de poliestireno con dos cavidades (envase primario de la golosina)

Figura 39,a). Diseño del empaque muestra, vista frontal

Figura 39, b). Diseño del empaque muestra, vista posterior

Figura 40. Información nutrimental de la golosina de noni.

Figura 41. Humedad en función del tiempo a temperatura de 13 y 23°C.

Figura 42. Variación del contenido total de fenoles con respecto al tiempo a T=23°C

Figura 43. Gráfico de log de la vida útil frente a la temperatura.

RESUMEN

En el presente trabajo se explica el desarrollo de una golosina funcional baja en calorías de noni (*Morinda citrifolia*). Para la fabricación de la misma se sustituyó parte de la concentración total de azúcar por un edulcorante: isomaltitol, ya que la golosina también va dirigida a personas diabéticas; se utilizó una fruta aromática y saborizante para disminuir el sabor desagradable del noni y se usó gretina para formar un gel dulce evitando así la pérdida de compuestos fenólicos (conocidos por sus propiedades antioxidantes).

Se llevó a cabo un estudio de mercado para determinar la factibilidad de producción de la golosina y determinar el mercado meta; mediante pruebas afectivas se escogió el prototipo de mayor preferencia de entre nueve formulaciones en las cuales se varió el contenido del edulcorante (isomaltitol) con respecto al azúcar (40, 50 y 75%), así como de la de fruta aromática (80, 50 y 20%); una vez seleccionado el prototipo se evaluó su composición química para el posterior llenado de la tabla nutrimental en el empaque del producto y también se hizo un análisis microbiológico para asegurar la calidad sanitaria; se hicieron pruebas hedónicas para asegurar el éxito de la golosina en el mercado; se eligió el envase que mejor se adaptara a las características de la golosina y con ayuda de la mercadotecnia se desarrolló la etiqueta. Por último se determinó la vida útil de la golosina, sometiéndola a condiciones extremas de temperatura y humedad.

INTRODUCCIÓN

El Noni (*Morinda citrifolia*) es un pequeño arbusto de hoja perenne que crece en las áreas tropicales del mundo (Degener, 1929; Setchell, 1924). Unas pocas publicaciones tienen información nutricional limitada de la composición del noni. Han sido reportados como componentes nutricionales del zumo de noni: la fibra, azúcares, aminoácidos y algunas vitaminas (vitamina A y C) y minerales (Chunhieng *et al.*, 2005).

El noni ha sido recientemente objeto de muchos estudios debido a sus propiedades curativas. Como resultado de su reputación, el consumo del noni ha aumentado considerablemente no sólo en los países productores, también en Estados Unidos, Japón y Europa (Chan-Blanco *et al.*, 2006). En México el principal estado productor de noni es Nayarit, con una superficie de 28 hectáreas y una producción de 179.29 toneladas. Dos estudios clínicos han reportado aliviar artritis y diabetes debido al consumo del noni (Elkins, 1998). Se ha descrito que los frutos de noni contienen algunos componentes activos, tales como compuestos fenólicos, en particular, cumarinas, flavonoides, y los iridoides (Potterat, 2007). Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, conocidas por sus propiedades anti-oxidantes y anti-inflamatorias.

El fruto ha sido comercializado fresco y también como jugo tanto en mercados formales como los informales y también es encontrado como jugo pasteurizado puro o mezclado con otros jugos (usualmente el de uva o moras) (Chan-Blanco *et al.*, 2006). En este caso se desarrollará una golosina de noni mezclado con otra fruta de tal manera que el producto final no tenga el sabor y olor amargo característico del noni y que además sea apto para personas con problemas de salud ya que investigaciones actuales aseguran que los individuos obesos, o los que alguna vez lo fueron, tienen una mayor preferencia por el consumo de productos con alto contenido en grasas e hidratos de carbono (O'Briend-Nabors y Gelardi, 1991) por lo que la golosina tendrá un sustituto de azúcar: isomaltitol. El uso de polioles representa ciertas ventajas respecto a los azúcares tradicionales que forman parte habitual de la dieta (sacarosa, fructosa, glucosa) sobresaliendo que induce una reducida respuesta a la insulina, admite la posibilidad de que los productos de los que forma parte sean etiquetados como “libres de azúcar” y “sin azúcar adicionada”, no promueve la caries dental y no produce reacciones de oscurecimiento en las aplicaciones de panadería como las reacciones de Maillard (Reyo *et al.*, 2010).

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES DEL NONI

La planta del Noni es un árbol pequeño de hojas perennes que crece en regiones costeras abiertas al nivel del mar y en áreas boscosas hasta aproximadamente unos 400 m sobre el nivel del mar, pudiendo desarrollarse a menudo en terrenos de origen volcánico. Se identifica por su tronco recto, grandes hojas elípticas de color verde brillante, y sus flores tubulares blancas, y su distintivo fruto amarillo de forma ovoide, semejante a la granada (Elkins, 1998).

Morinda citrifolia es una de las frutas raras, ya que los árboles producen frutos los 365 días del año. Ciertos árboles pueden producir hasta 2 ton de frutos por mes. Los frutos son gruesos y tienen una forma ovoide con bridas circulares. Miden 20 cm de largo (Figura 1); tienen una carne blanda y acuosa, un sabor y picor que se convierte cada vez más marcado, durante el proceso de maduración. Las semillas que son triangulares y de color castaño rojizo, tienen una bolsita de aire en su extremo la cual les permite flotar y esto podría explicar en parte, la amplia distribución de la planta a lo largo de las islas de Polinesias. No se considera que la *Morinda citrifolia* esté en peligro de extinción en su hábitat actual y también recibe, entre otros, los nombres populares de Mora de la India, Ruibarbo del Caribe, Pino Salvaje y Hog Apple o Manzana de Cerdos (Chunhieng *et al.*, 2005).

El género *Morinda*, familia *Rubiaceae*, incluye aproximadamente 80 especies, de las cuales menos de 20 especies son reconocidas por su valor económico. La especie *Morinda citrifolia* es suprema por sus notables características, sus múltiples usos y su distribución.

Esta planta es de hecho conocida por la población del mundo tropical como una droga con la que se puede luchar contra varias enfermedades. En Malasia se llama "mengkudu" en el sur de las Islas del Pacífico "nhau"; en Samoa y Tonga "nonu", "nono" en Raratonga y Tahití, y "noni" en las Islas Marquesas y Hawaii (Dixon *et al.*, 1999).



Figura 1. Noni (*Morinda citrifolia*) (Chan-Blanco *et al.*, 2006).

1.1.1 Características y propiedades.

Se han identificado varios componentes principales en el noni entre los que se encuentran el ácido octanoico, potasio, vitamina C, terpenoides, alcaloides, antraquinonas tales como el nordamnacantal, la morindona, la rubiadina, la rubiadina- 1-metil éter y el glicósido de antraquinona. Entre sus componentes también se incluyen el betasitosterol, el caroteno, la vitamina A, ácido linoleico, alizarina, aminoácidos, acubina, L-asperulósido, ácido caproico, ácido caprílico, ácido ursólico, rutina y una posible proxeronina (Potterat y Hamburger, 2007).

Noni (*Morinda citrifolia*) tiene una larga historia relacionada con los usos médicos en la mayoría de los países del sudeste asiático. Se cree que la planta se utilizaba desde antes de la era de los modernos medicamentos europeos. El jugo de noni es especialmente conocido por sus propiedades medicinales: antibacterianos, analgésicos, anti-congestiva, antioxidantes, anti-inflamatorio, astringente, laxante, sedante e hipo-tensor (Chunhieng *et al.*, 2005).

-Actividad analgésica, sedante, hipotensora e inmunológica

Estudiando los efectos de extractos del noni, se ha encontrado que ejerce una acción analgésica central significativa similar a los efectos de la morfina.

El efecto hipotensor parece localizarse en la raíz del noni ya que todos los reportes positivos al respecto se refieren a extractos de las mismas. Se reporta el efecto diurético del

jugo en la investigación de Asahina *et al.* (1994). Asahina *et al.* también encuentra, con respecto a la actividad inmunológica del noni, que el extracto alcohólico del fruto de la *Morinda citifolia*, en diferentes concentraciones, inhibe la producción del factor de necrosis tumoral alfa (TNF-alfa), el cual es un promotor tumoral endógeno, mientras que Hirazumi *et al.* (1994), en trabajos posteriores a su primer hallazgo, descubrió que el anteriormente citado noni-ppt contiene una sustancia rica en polisacáridos que inhibe el crecimiento tumoral sin ejercer efectos citotóxicos significativos directamente sobre los cultivos de células cancerosas pulmonares pero que podía activar el exudado celular peritoneal para impartirle profunda toxicidad cuando se cultivó conjuntamente con las células tumorales, esto sugiere la posibilidad de que el noni-ppt pueda suprimir el crecimiento tumoral precisamente a través de la activación del sistema inmune del huésped (Chan-Blanco *et al.*, 2006).

-Actividad cardiovascular

Recientes estudios han demostrados los efectos del noni previniendo arterioesclerosis, una enfermedad relacionada con la oxidación y la baja densidad de lipoproteínas. Estos efectos podrían ser reducidos debido a la presencia de lignanos y dímeros fenilpropanoides en el noni (Kamiya *et al.*, 2004).

-Actividad antiviral

Se ha encontrado que un compuesto aislado de las raíces del noni, denominado 1-metoxi-2-formil-3-hidroxiantraquinona suprime el efecto citopático de las células MT-4 infectadas por el VIH, sin inhibir el crecimiento de la célula (Umezawa, 1992).

-Actividad antitumoral

La actividad anticancerosa de un precipitado de alcohol del jugo del noni (noni-ppt), sobre carcinomas pulmonares de Lewis implantados en ratas, prolongándoles la vida hasta en un 75% en comparación con el grupo control, plantea que la supresión del crecimiento tumoral podría deberse indirectamente a la estimulación del sistema inmune por el citado noni-ppt mostrado en otro estudio que al combinarse el uso del noni-ppt con dosis subóptimas de los

agentes quimioterapéuticos adriamicina, cispkastina y vincristina, mejoran los efectos curativos y el tiempo de supervivencia (Hirazumi *et al.*, 1994, Hirazumi y Furusawa, 1999).

1.1.2 Composición química

Aproximadamente 160 compuestos fitoquímicos se han identificado en la planta de noni, de los cuales los principales son compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y alcaloides. Entre los compuestos fenólicos más importantes están las antraquinonas, acubina, ácido asperulósido y escopoletina; los principales ácidos grasos son el caproico y caprílico mientras que el principal alcaloide reportado es la xeronina. Sin embargo, la composición química varía grandemente dependiendo de la parte de la planta que se analice. La composición fisicoquímica completa del fruto aún no está disponible y sólo se cuenta con información parcial del jugo de noni. La fruta contiene 90% de agua y los componentes mayoritarios de la materia seca son sólidos solubles, fibra dietética y proteínas. El contenido proteínico de la fruta es de 11.3% de la materia seca del jugo y los principales aminoácidos son el ácido aspártico, el ácido glutámico y la isoleucina (Chunhieng *et al.*, 2005). El contenido de minerales es de 8.4% de la materia seca y los más importantes son potasio, azufre, calcio y fósforo, además de trazas de selenio. Por otra parte, de los compuestos fenólicos con propiedades funcionales identificados en el jugo de noni destacan: damnacantal, escopoletina, morindona, alizarina, acubina, nor-damnacantal, rubiadina. También se han identificado aproximadamente 51 compuestos del aroma en la fruta madura de noni, incluyendo ácidos orgánicos, alcoholes, ésteres, cetonas y lactonas (Farine *et al.*, 1996).

Han sido descritos algunos compuestos activos del noni tales como compuestos fenólicos, en particular cumarinas, flavonoides e iridoides. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que se han correlacionado con la capacidad antioxidante de frutas y verduras (Corral-Aguayo *et al.*, 2008). Se ha informado que diferentes factores afectan a esta capacidad antioxidante, tales como el cultivo, las condiciones agronómicas, la manipulación post-cosecha y la etapa de madurez (Kevers *et al.*, 2007). En el caso de los flavonoides en particular los derivados de quercitina y campferol, han sido descritas sus propiedades antiinflamatorias y son conocidos por ser antioxidantes naturales que muestran inhibición de varias enzimas asociadas a la producción de radicales libres. Otro grupo de polifenoles, en particular el grupo de la escopoletina y la esculetina han sido descritos

también por sus actividades antioxidantes y antiinflamatorias. Los iridoides son metabolitos basados en una estructura de monoterpeno con un ciclopentapuranoide como esqueleto, están presentes en varias plantas medicinales y algunos de ellos presentan actividad biológica, incluso algunos iridoides han sido descritos por poseer propiedades antioxidantes, este es el caso de la genipina.

Estudios recientes enfatizan la recurrencia de inflamaciones crónicas asociadas al estrés oxidativo, que ha sido implicado en varias enfermedades como el cáncer, diabetes, asma, enfermedades autoinmunes. El desarrollo de estrategias para reducir la inflamación y el estado oxidativo podría ser efectivo en tratamientos para estas enfermedades. De esta forma algunos productos naturales contienen moléculas activas biológicas que pueden participar en la prevención o en el tratamiento de dichas enfermedades.

El amplio uso del jugo de noni y su composición particular lo correlaciona con su capacidad antioxidante y antiinflamatoria (Potterat, 2007)

West *et al.* (2010) analizó la pulpa de noni obteniendo la composición nutrimental y los aminoácidos presentes en la pulpa del noni (Tabla 1 y 2), dicha pulpa fue extraída de forma mecánica removiendo la piel y las semillas, fue sometida a pasteurización (87°C por 3s) y almacenada en envases asépticos a temperaturas de refrigeración.

Tabla 1. Composición nutrimental del noni (*Morinda citrifolia*).

Compuesto	Media	S.D.
Proteína (g/100g)	0.55	0.11
Lípidos (g/100g)	0.10	0.12
Humedad (g/100g)	91.63	1.98
Cenizas (g/100g)	0.54	0.19
Carbohidratos (g/100g)	7.21	1.81
Fructosa (g/100g)	1.07	0.39
Glucosa (g/100g)	1.30	0.36
Sacarosa (g/100g)	<0.1	-
KJ/100g	135.56	31.73
Fibra dietética (g/100g)	2.01	0.27
Ca (mg/100g)	48.20	16.04
K (mg/100g)	214.34	56.91
Na (mg/100g)	16.99	5.98
Mg (mg/100g)	26.10	8.33
P (mg/100g)	20.35	6.78
Fe (mg/100g)	0.74	0.006
Cu (mg/100g)	0.08	0.07

Mn (mg/100g)	0.47	0.62
Se (mg/100g)	0.01	0.01
Zn (mg/100g)	0.06	0.07
β-caroteno (µg/g)	19.09	12.15
Niacina (mg/g)	0.03	0.01
Vitamina C (mg/g)	1.13	0.77
Tiamina (mg/g)	<0.018	-
Riboflavina (mg/g)	<0.018	-
Vitamina B6 (mg/g)	<0.018	-
Vitamina B12 (µg/g)	<0.0012	-
Vitamina E (µg/g)	10.96	6.62
Ácido Fólico (µg/g)	<0.06	-
Biotina (µg/g)	0.02	0.00
Ácido pantotéico (mg/g)	<0.018	-
Vitamina K (µg/g)	<0.10	-

(West *et al.*, 2010).

Tabla 2. Aminoácidos presentes en la pulpa del noni (*Morinda citrifolia*).

Aminoácido	Media	S.D.
Alanina (mg/g)	0.45	0.04
Arginina (mg/g)	0.32	0.04
Ácido aspártico (mg/g)	0.80	0.08
Cistina (mg/g)	0.23	0.03
Ácido glutámico (mg/g)	0.64	0.05
Glicina (mg/g)	0.36	0.04
Histidina (mg/g)	<0.1	-
Isoleucina (mg/g)	0.29	0.01
Leucina (mg/g)	0.38	0.02
Lisina (mg/g)	0.25	0.04
Metionina (mg/g)	<0.1	-
Fenilalanina (mg/g)	0.21	0.05
Prolina (mg/g)	0.26	0.03
Serina (mg/g)	0.27	0.02
Treonina (mg/g)	0.27	0.03
Triptófano (mg/g)	<0.1	0.00
Tirosina (mg/g)	0.25	0.03
Valina (mg/g)	0.36	0.03

(West *et al.*, 2010).

1.1.3 Distribución del noni

El fruto noni es originario del sudeste asiático (Indonesia) y Australia. Se puede encontrar en los bosques secos o en los bosques templados, en prados ajenos, áreas abiertas cerca de la costa, etc. Hoy en día, el noni crece en la mayoría de las zonas del sur del Pacífico, en la India, el Caribe, América del Sur y el oeste de la India (Dixon *et al.*, 1999).

En respuesta a la alta demanda de noni, algunos países como Costa Rica y Camboya han incrementado los campos dedicados al cultivo de dicho recurso. En esos países, la fruta se comercializa frecuentemente en fresco o en forma de jugo, tanto en mercados formales como informales, también se le encuentra como jugo pasteurizado ya sea puro o mezclado con otros (usualmente de uva o mora). Como resultado de su reputación, el consumo del noni ha aumentado considerablemente no sólo en los países productores, también en Estados Unidos, Japón y Europa (Chan-Blanco *et al.*, 2006).

1.1.4 Cultivo de noni en México

En México se producen 254.92 toneladas de manzanas al año y en el país los Estados con mayor superficie y producción de manzana son en orden de importancia Nayarit, Michoacán, Tabasco y Jalisco (SAGARPA, 2011). Las tendencias nacionales son estables en superficie pero inestables en cuanto a la producción dado a factores climáticos como lo pueden ser las heladas tardías y el granizo entre otros. Actualmente Nayarit es el principal productor de noni en el país como se muestra en la Tabla 3, donde además se muestra información sobre superficie sembrada, superficie cosechada, producción anual por estado, rendimiento y valor de la producción.

Tabla 3. Producción agrícola anual de noni (principales estados productores).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor Producción (Miles de Pesos)
JALISCO	2	1	2.2	2.2	17.38
MICHOACAN	15	15	37.43	2.5	303.55
NAYARIT	35.5	28.5	179.29	6.29	656.12
TABASCO	5	5	36	7.2	123.3

(SAGARPA, 2011).

1.1.5 Productos derivados del noni

Los productos comerciales derivados del noni se obtienen a partir de la pulpa de la fruta, siendo los principales el jugo natural, jugo fermentado, jugo natural o fermentado mezclado

con otros jugos de frutas y el polvo de pulpa de la fruta (sin semilla, el cual se utiliza para preparar bebidas, tabletas o cápsulas).

Sin embargo, el jugo de noni fermentado mezclado con el jugo de otras frutas constituye el producto más importante en el mercado internacional. Según Potterat y Hamburger (2007), las ventas anuales de productos de noni, de donde destaca el jugo de noni, ascienden a 1.3 billones de dólares.

Algunos de los ejemplos de productos elaborados con noni se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Productos a base de noni.

Productos/combinaciones	
Jugo natural	Puro
Pulpa	Puro
Seco encapsulado	Solo
	Mezclado con otras plantas
Jugo combinado	Otros productos naturales
	Extractos
	Té
Para el cuero cabelludo	Shampoo
	Tónico
	Acondicionadores
	Reconstituyentes
	Jabones
Para la piel	Cremas para el baño
	Shampoo
	Cremas hidratantes
	Aceites esenciales combinados
	Cremas suavizadoras
	Bálsamos labiales
	Bloqueadores solares

(Ramos, 2008)

1.2 ALIMENTOS BENÉFICOS PARA LA SALUD

Los productos alimentarios siempre han sido elaborados con el objetivo de satisfacer las exigencias del consumidor en cuanto sabor, apariencia, valor y comodidad. La idea de diseñar productos alimentarios con efectos benéficos para la salud es relativamente nueva y responde al cada vez mayor reconocimiento del papel de la dieta en la prevención y tratamiento de enfermedades.

Los alimentos son habitualmente definidos como artículos para la comida y la bebida, mientras que los medicamentos, fármacos o drogas son definidos como artículos de uso en la prevención, diagnóstico, tratamiento o curación de enfermedades. Tradicionalmente se ha establecido una clara distinción entre alimentos y medicamentos. Sin embargo, cada vez es más evidente que, cuando son adecuadamente diseñados y procesados, mediante los primeros también se pueden obtener efectos beneficiosos para la enfermedad (Mazza, 1998).

Actualmente han surgido expresiones para describir los múltiples productos naturales con efectos sobre la salud, algunas de estas expresiones son: <<productos nutraceúticos>> y <<alimentos funcionales>>.

- Alimentos funcionales: Son aquellos alimentos a los que se ha añadido uno o varios ingredientes bioactivos, no contenidos de forma natural en el alimento en cuestión o contenidos en muy baja cantidad, que poseen una determinada actividad biológica capaz de afectar el modo positivo al desarrollo de los mecanismos biológicos corporales relacionados con ciertas enfermedades, fundamentalmente cardiovasculares, inflamatorias, neurodegenerativas y tumorales.
- Productos nutraceúticos: El término nutraceútico combina la idea de alimento o nutriente con la de producto farmacéutico con la intención de denominar genéricamente a los productos alimentarios que poseen cierta capacidad curativa.

(Gómez *et al.*, 2011)

1.3 GOLOSINAS

1.3.1 Definición

Una golosina es un producto alimenticio que, sin pertenecer a los caramelos, gomas de mascar y confites, están elaborados con azúcares o aditivos edulcorantes, a los que puede añadirse otros ingredientes. Este tipo comprende entre otros:

- Geles dulces: los obtenidos por gelificación de almidones o féculas que, como tales o formando parte de harinas, componen una mezcla de azúcares o aditivos edulcorantes y gelificantes.

- Dulces de regaliz: los elaborados con azúcares o aditivos edulcorantes, almidones o féculas, harinas y dextrinas a los que se incorpora extracto de regaliz.
- Espumas dulces: las obtenidas por la aireación de soluciones concentradas de azúcares o aditivos edulcorantes a las que se incorporan gelificantes, confiriéndoles esponjosidad y consistencia no elástica.
- Fondants: productos alimenticios obtenidos de soluciones concentradas de azúcares o aditivos edulcorantes a los que pueden incorporarse otros ingredientes, cuyo proceso de elaboración les confiere una estructura plástica.
- Golosina líquida para congelar: producto líquido o semilíquido obtenido con una mezcla de azúcares o aditivos edulcorantes y agua, al que se pueden incorporar otros ingredientes.

(Vicente, 1999)

1.3.2 Proceso de elaboración

Los procesos utilizados para la manufactura de golosinas son diferentes en cada planta de producción, ya que dependen de las distintas maquinarias y tecnología disponible en cada una de ellas, en la Figura 2 se presenta un diagrama de bloques general para el proceso de manufactura de golosinas.

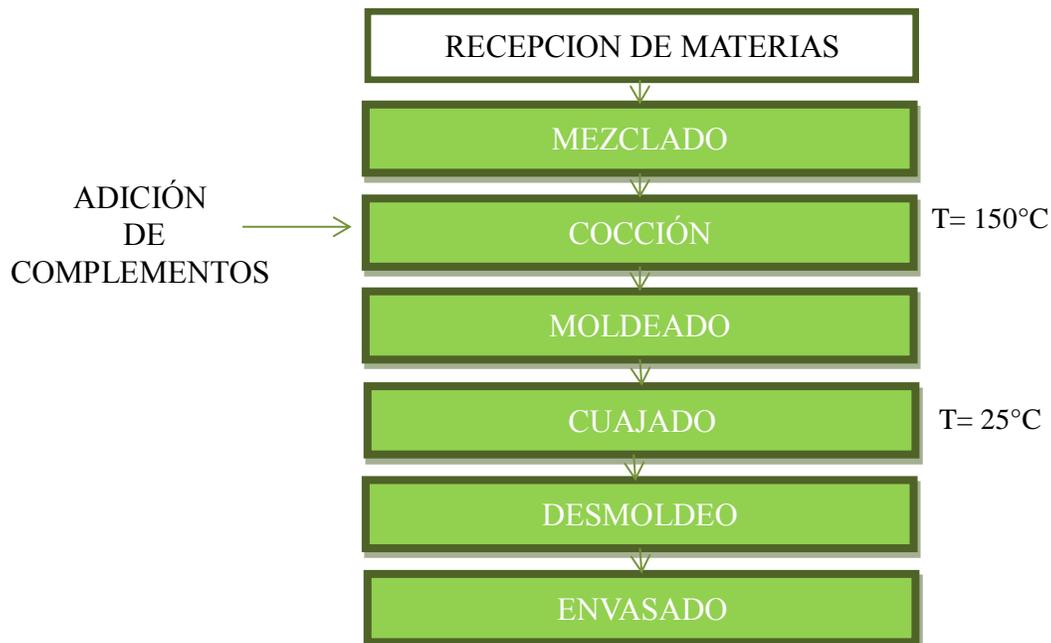


Figura 2. Diagrama de bloques para la elaboración de golosinas. (Sosa, 2004)

- Mezclado de ingredientes. En esta etapa se mezclan los ingredientes utilizados antes del proceso de cocción para obtener una mezcla homogénea de estos. Hoy en día se puede hacer la mezcla sustituyendo el azúcar por isomaltitol o maltitol. De esta manera se obtendrá un producto sin o reducido en azúcar que pueda ser consumido por personas que así lo requieran.
- Cocción. En esta etapa se lleva a las temperaturas deseadas durante algún tiempo determinado la mezcla de ingredientes de la etapa anterior, buscando obtener las condiciones y especificaciones técnicas y de calidad requeridas.
- Adición de Complementos. Se refiere a la adición de insumos complementarios, como por ejemplo: colorantes, esencias y sabores, los cuales dan el toque final a la mezcla.
- Moldeado. En esta etapa la mezcla anterior es depositada en las cavidades de molde deseadas para dar la forma y peso a las diferentes figuras, dependiendo del producto que se esté trabajando.
- Cuajado. Es el tiempo de reposo en que permanece la mezcla depositada para que tome la consistencia requerida y pueda seguir el proceso siguiente sin ningún problema.
- Desmoldeo/Inspección. Se refiere a la etapa en la cual el producto es retirado del molde y preparado para pasar el proceso de revisión-inspección correspondiente.
- Envasado. En estos momentos el producto previamente inspeccionado ya está listo para ser envasado con la máquina y el material correspondiente para transformarse en un producto terminado, listo para su distribución y comercialización.

(Sosa, 2004).

1.3.3 Descripción de materias primas utilizadas en la fabricación de golosinas

1.3.3.1 Frutos aromáticos

Botánicamente, el fruto es un ovario maduro con o sin sus partes adyacentes; es decir, es el órgano que contiene las semillas. La pulpa de los frutos puede formarse a partir del receptáculo floral, del tejido carpelar o de estructuras extra florales, como las brácteas. Con

independencia de su origen, la pulpa está compuesta fundamentalmente por tejido parenquimatoso.

Las consideradas «frutas» desde un punto de vista culinario, suelen consumirse crudas como postre y presentan aromas muy característicos que se deben a los ésteres orgánicos que contienen (Fennema, 2000).

1.3.3.2 Azúcar

La sacarosa o comúnmente llamada azúcar está compuesta por una unidad α -D-glucopiranosilo y otra β -D-fructofuranosilo unidas cabeza con cabeza (por los extremos reductores), en lugar de la forma más usual cabeza-cola (Figura 3). Puesto que no posee extremo reductor libre, es un azúcar no reductor. Existen dos fuentes principales de sacarosa comercial: la caña de azúcar y la remolacha azucarera. En el extracto de la remolacha azucarera también se encuentran un trisacárido, la rafinosa, que consiste en una unidad n-galactopiranosilo unida a sacarosa, y un tetrasacárido, la estaquiosa, que contiene otra unidad D-galactopiranosilo. Estos oligosacáridos también se encuentran en las legumbres, no son digestibles, y constituyen la causa de la flatulencia derivada del consumo de legumbres.

El azúcar moreno comercial se elabora por tratamiento de los cristales de azúcar blanco con melazas, hasta conseguir un recubrimiento del grosor deseado. El grado de color va desde el amarillo claro hasta el pardo oscuro. El azúcar en polvo, o azúcar glas, es simplemente sacarosa pulverizada. Normalmente contiene un 3% de almidón de maíz como agente antiapelmazante. Para hacer azúcar «fondant», que se utiliza para recubrimientos y glaseados en pastelería, los cristales muy finos de sacarosa se recubren con una solución saturada de azúcar invertido, jarabe de almidón o maltodextrina (Fennema, 2000).

Para muchas aplicaciones de la industria alimentaria, la sacarosa no se usa en forma cristalizada por el contrario, se comercializa como una solución acuosa refinada que se denomina azúcar líquido. El grado de refinado para la obtención del azúcar es tan elevado que sólo contiene sacarosa y ningún otro nutriente. Este hecho debe ser tenido en cuenta al elaborar un producto, ya que si abunda este alimento, podemos aportar un elevado contenido en calorías, favoreciendo el sobrepeso y obesidad (Astiasarán y Martínez, 1999).

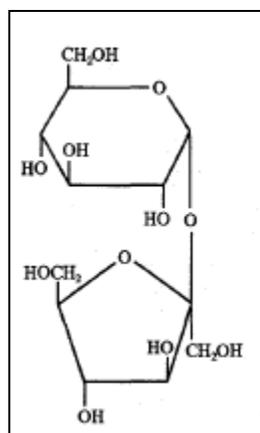


Figura 3. Sacarosa. (Fennema, 2000)

El azúcar juega el papel más importante en el proceso de gelificación cuando se combina con el hidocoloide.

Es importante saber equilibrar la cantidad de azúcar ya que si se le pone poca cantidad hay más probabilidad de que fermente y si se le agrega mucha cantidad se puede cristalizar.

Cuando el azúcar es sometida a cocción en medio ácido, se produce un desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa), este proceso es esencial para la buena conservación del producto (Maldonado y Singh, 2008).

1.3.3.3 Edulcorante (Isomaltitol)

El isomaltitol se obtiene de la sacarosa y se parece al azúcar de mesa, es blanca, cristalina y sin olor; es una mezcla de dos alcoholes disacáridos: gluco-manitol y gluco-sorbitol.

Se descubrió en los años 60's y se ha utilizado en Estados Unidos durante varios años en productos tales como caramelos, paletas, dulces de leche, dulces, galletas, pastillas para la tos y garganta.

El poder edulcorante del isomaltitol depende de su concentración, temperatura y de la forma del producto en el cual se utilice. Cuando se usa solo, contribuye de un 45% a 65% de la dulzura que se obtendría de la misma cantidad de sacarosa.

Se utiliza en la misma cantidad que en los productos elaborados con azúcar, los productos que contienen isomaltitol tienen la misma apariencia y textura por separado, una característica que atrae al consumidor consciente del medio ambiente. Otra ventaja, resultado de esta propiedad, es que ya que el producto no absorbe humedad, se aumenta la

vida de anaquel. Una ventaja adicional de esta combinación es que isomaltitol tiende a enmascarar el regusto amargo de algunos edulcorantes. El edulcorante isomaltitol se permite emplear como sustituto de azúcar en los productos que se enlistan a continuación conforme las Buenas Prácticas de Fabricación: Bebidas no alcohólicas, gomas de mascar, edulcorante de mesa, chocolates y caramelos (The Calorie Control Council, 2013).

Además de que los productos con isomaltitol, deben contener en la etiqueta la leyenda: "ESTE PRODUCTO PUEDE CAUSAR DIARREAS PASAJERAS Y FLATULENCIA"(NOM-086-SSA1-1994).

La incidencia de diabetes y la obesidad en la población mundial aunada con las tendencias actuales que impulsan al consumidor hacia la ingestión de productos saludables, han hecho que la industria alimentaria se enfrente al reto de elaborar productos adecuados para este mercado cada vez más amplio. La sustitución de azúcar en uno de los objetivos más buscados en la industria de alimentos.

Debido a su bajo contenido calórico y otros beneficios a la salud, Isomaltitol es adecuado para las personas que traten de reducir moderadamente su consumo total de energía mientras puedan seguir disfrutando de sus postres favoritos, dulces, y otros alimentos.

Algunas características del isomaltitol son:

- No cariogénico: Los carbohidratos fácilmente fermentables como el azúcar pueden ser convertidos en ácidos, pero Isomaltitol no puede ser usado como sustrato. Los valores críticos de pH a los cuales el esmalte dental comienza a disolverse son de 5.7 o inferior. Los estudios han demostrado que el pH de la placa dental no cae a este nivel crítico después del consumo de Isomaltitol y productos en los cuales el azúcar ha sido sustituido por Isomaltitol. Esto hace que los productos elaborados con Isomaltitol puedan ser etiquetados bajo la leyenda "NO PROMUEVE LA GENERACIÓN DE CARIES DENTAL" (Fritzsching, 1995).
- Apto para personas con diabetes: El isomaltitol es uno de los sustitutos de azúcar que presentan los niveles más bajos en el índice glicémico que es el rango de los carbohidratos contenidos en un alimento que presenta efecto inmediato en los niveles de azúcar en la sangre. Los carbohidratos que se rompen fácilmente durante

la digestión presentan los índices glicémicos más altos. Los carbohidratos que se rompen despacio liberan glucosa gradualmente y presentan índices glicémicos bajos. Debido a la estabilidad de su enlace, la glucosa no puede ser liberada fácilmente en el isomaltitol. Por ello, el isomaltitol es un ingrediente adecuado como sustituto de azúcar en dietas diseñadas para personas diabéticas (Gostner, *et al.*, 2005)

- Tolerancia gastrointestinal y potencial prebiótico: La tolerancia a los polioles varía de individuo a individuo. De acuerdo con un estudio realizado por el departamento de Medicina de la Universidad Wuerzburg, Alemania, el isomaltitol demostró incrementar el porcentaje de bifidobacterias en el intestino después de 4 semanas de ingestión diaria de 30g, por ello el isomaltitol puede ser considerado como un prebiótico potencial que puede contribuir al desarrollo de la flora intestinal benéfica (Gostner, *et al.*, 2005).

1.3.3.4 Grenetina

La grenetina es una mezcla de proteínas derivadas que se obtiene del colágeno, tejido de sostén en la piel, cartílagos y hueso. Está constituida principalmente de glicina, prolina e hidroxiprolina. Las moléculas de grenetina se hidratan con facilidad dando lugar a una dispersión en forma de sol coloidal, que es resistente a la desnaturalización por calor. Se emplea en la industria alimentaria para aumentar la viscosidad por sus características de agente gelificante (Fernández, 2000).

El uso de la grenetina como gel determina la consistencia y estabilidad física del producto. Es necesario grenetinas de elevada graduación Bloom (200 a 275°), ya que evita la cristalización. Una parte de la grenetina puede inmovilizar noventa y nueve partes de agua. Se usa en una proporción de 4-12% en relación con los sólidos totales.

Los geles de gelatina son los que más se parecen a un gel entrópico ideal. Las hebras moleculares flexibles situadas entre los entrecruzamientos son largas, convirtiéndolos en geles muy extensibles. Son predominantemente elásticos, porque los entrecruzamientos son bastante estables (al menos a bajas temperaturas).

A pesar de que durante la obtención de la gelatina se ha sometido al colágeno a un tratamiento intenso, las moléculas siguen siendo largas y dan disoluciones muy viscosas. Al

enfriarse, las moléculas tienden a formar triples hélices (hélices de prolina), como ocurre en el colágeno, pero sólo a lo largo de una parte de la molécula; las regiones helicoidales son relativamente cortas. Probablemente las moléculas de gelatina se doblen formando un ángulo agudo, en los llamados giros P y se formen así dobles hélices cortas. Posteriormente, en torno a esta doble hélice se pueda enrollar una tercera cadena que complete la triple hélice. Si esta tercera hebra de la triple hélice es parte de otra molécula distinta, se habrá formado un entrecruzamiento; si no, no (Fennema, 2000).

1.3.3.5 Benzoato de sodio

Los conservadores son un grupo importante de aditivos cuya finalidad es prevenir el crecimiento microbiano de hongos, levaduras y bacterias. No cualquiera de ellos es adecuado para todos los alimentos, ya que su efectividad depende de varios factores a) *especificidad de acción*: algunos tienen un espectro muy amplio de acción, mientras que otros son específicamente efectivos contra un determinado tipo de microorganismos; b) *composición del alimento*: el pH, la fuerza iónica, la actividad de agua, la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos, etc., son algunos de los parámetros que afectan igualmente la acción de los conservadores; c) *nivel inicial de contaminación*: los productos altamente contaminados no pueden controlarse con la adición normal de estos aditivos y d) *manejo y distribución del producto terminado*: la conservación de los alimentos no sólo debe recaer en los aditivos, sino que se requiere de un manejo adecuado para evitar nuevas contaminaciones microbianas.

La sal de sodio del ácido benzoico se usa ampliamente en alimentos y bebidas y es tal vez uno de los conservadores más comunes en la industria. En forma natural el ácido benzoico se encuentra en la canela, el clavo, las ciruelas y otras frutas y en algunas flores; al igual que sucede con otros aditivos de esta índole, la forma no dissociada del ácido es la que presenta actividad antimicrobiana, por lo que el pH tiene un efecto decisivo en su efectividad; se observa que a valores de pH menores de 4.0 existe una proporción alta sin dissociar y esto hace que actúe óptimamente a valores de pH de 2.5 a 4.0; es decir, en los productos ácidos como jugos de frutas en bebidas carbonatadas y no gaseosas, almíbares, mermeladas, jaleas, conservas, margarinas saladas, ensaladas de frutas, escarchados y pasteles rellenos, controla el crecimiento de levaduras y bacterias y en menor grado el de

hongos. Las concentraciones se limitan a 0.05-0.10%. Ni el benzoato ni el ácido benzoico se acumulan en el cuerpo, y el benzoato de sodio ha sido reconocido como seguro cuando se usa de acuerdo a los límites dados (Badui, 1990).

1.3.3.6 Ácido cítrico

El ácido cítrico (2-hidroxiopropano-1,2,3-ácido tricarbóxico) fue aislado y cristalizado del jugo de limón por Karl Wilhelm Scheele en 1784. Este ácido orgánico se encuentra como constituyente en varias frutas cítricas, como la piña, la pera, el durazno, etc. El descubrimiento de la formación de este ácido por medio de la fermentación se remonta a 1893 por el botánico alemán Whemer pero fracasó en la producción a nivel industrial; fue Currie que formó la base de la producción comercial empleando *Aspergillus niger* en un proceso de fermentación superficial. En 1950 fue desarrollado en los Estados Unidos un proceso mejorado que emplea la fermentación sumergida.

El ácido cítrico tiene una variedad de empleos en alimentos, productos farmacéuticos y campos industriales (Tabla 5). En vista de los numerosos usos, su producción por fermentación aumenta continuamente. Aproximadamente 400000 toneladas de ácido cítrico son producidas cada año (Grewal y Kalra, 1995).

Tabla 5. Uso del ácido cítrico en la industria alimentaria.

Industria	Usos
Dulces	Previene cristalización, produce colores oscuros en caramelos macizos, inversión de sacarosa.
Mermeladas y jaleas	Actúa como acidulante, ajusta el pH a un rango donde la pectina pueda actuar como agente gelificante.
Gelatinas	Ajusta el pH a niveles deseados, para obtener la textura de un gel.
Jarabes	Acidulante, simulación de sabor natural.
Jugos de frutas y vegetales	Estabilizador comercial.
Vinos y sidras	Previene la turbidez, ajusta el pH, inhibe la oxidación.
Frutas congeladas	Neutraliza los residuos de lejía, disminuye el pH para inactivar las enzimas oxidativas.
Productos lácteos	Como emulsificante en helados y quesos procesados, agente acidificante en quesos y como antioxidante.
Grasas animales y aceites	Antioxidante.

(Grewal y Kalra, 1995).

1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

1.4.1 Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos físicos, químicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que las personas que efectúan las mediciones llevan consigo sus propios instrumentos de análisis; o sea sus sentidos (Anzaldúa, 2005).

La utilización y aplicación de la evaluación sensorial comenzó a crecer rápidamente en la segunda mitad del siglo XX, debido principalmente a la expansión de alimentos procesados listos para su consumo. La evaluación sensorial es una serie de técnicas que permiten precisar las respuestas humanas cuando consumen alimentos y que permiten identificar las preferencias y percepción de los consumidores. La evaluación sensorial permite caracterizar propiedades sensoriales de alimentos que puedan dar información importante para el desarrollo de alimentos y además darle a éstos un sustento científico y comercial (Lawless y Heymann, 2010).

Los métodos utilizados para evaluar calidad son: escalas objetivas basadas en instrumentos de medición y métodos subjetivos basados en el juicio humano. Una vez que se garantiza la seguridad e higiene de un alimento es de confianza para su consumo, lo satisfactorio de sus propiedades organolépticas pasa a ser el criterio más importante, el que determina la elección y más aún, la fidelidad de un consumidor hacia un producto o marca (Espino- Díaz *et al.*, 2009).

Los métodos de evaluación sensorial o pruebas sensoriales son indispensables dentro del control de la calidad de los alimentos; ya que frecuentemente se rechazan producciones por problemas sensoriales, iniciándose procesos de reclamación contra los productores; por tal motivo se requiere que se lleven a cabo las evaluaciones y se realicen con una fundamentación científica, asegurándose así la obtención de buenos resultados. Para lograr esto se requiere del constante desarrollo de los procedimientos de evaluación sensorial y la

correcta planificación, diseño y obtención de la calidad sensorial adecuada (Torricella *et al.*, 2007).

1.4.2 Tipos de pruebas

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes tipos de evaluación según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las afectivas, las discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa, 2005)

1.4.2.1 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas se dirigen, fundamentalmente, hacia los consumidores y pretenden evaluar su aceptación o preferencia por un determinado producto o productos (Siddiq *et al.*, 2011).

En este tipo de pruebas el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto. Son las pruebas que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Es necesario, en primer lugar, determinar si se desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción (gusto o disgusto) o si también se quiere conocer la aceptación que tiene el producto entre los consumidores. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados y éstos deben ser consumidores habituales o potenciales además de ser compradores del alimento en cuestión (Anzaldúa, 2005). Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos:

- Pruebas de preferencia: En estas pruebas simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra (Anzaldúa, 2005). La información que puede obtenerse con ésta prueba es limitada pero tiene la ventaja de que se lleva a cabo muy rápidamente. Cuando se necesita conocer más acerca de la impresión que un producto causa en los jueces, es más recomendable complementar con otro tipo de prueba afectiva (Sancho y Bota, 1999).

Las pruebas de preferencia pueden ser a su vez de preferencia pareada o categorías de preferencia. La prueba de preferencia pareada se usa cuando uno quiere comparar un producto en relación al otro, ejemplo: comparar un producto vs otra

marca; comparar un producto mejorado vs otro. Este tipo de prueba se aplica a panelistas sin entrenamiento e incluso poco nivel educativo.

También se pueden usar escalas de intensidad de preferencia: prefiere fuertemente, prefiere moderadamente y prefiere (Liria, 2007).

- Pruebas de aceptación: El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. 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, etc. Los cuestionarios para esta prueba deberán contener no sólo preguntas acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras destinadas a conocer si la persona desearía o no adquirir el producto. Y como ya se mencionó anteriormente para estas pruebas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces (Anzaldúa, 2005).
- Pruebas de grado de satisfacción: Se recurre a estas pruebas cuando se desea evaluar más de dos muestras a la vez o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o disgusta un alimento (Anzaldúa, 2005).

La formulación de la pregunta debe cuidarse en extremo ya que, en éstos casos, puede condicionar la respuesta, sobre todo en los aspectos que no son totalmente diferenciados por el consumidor (Sancho y Bota, 1999).

1.4.2.2 Pruebas discriminativas.

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea conocer si hay o no diferencia entre dos muestras y en algunos casos, la magnitud o importancia de dicha diferencia (Anzaldúa, 2005). Estas pruebas son utilizadas en control de calidad. Para estas pruebas pueden utilizarse jueces semi-entrenados cuando las pruebas son sencillas (Sancho y Bota, 1999). Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son:

- Comparación pareada simple
- Triangular

- Duo-Trio
- Comparación pareada de Scheffé
- Comparaciones múltiples
- Ordenamiento

(Pedrero y Pangborn, 1996).

1.4.2.3 Pruebas descriptivas

En estas pruebas se trata de definir y medir las propiedades del alimento de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Andaluza, 2005). Los tipos de pruebas descriptivas son: calificación con escalas no-estructuradas, calificación con escalas de intervalo, calificación con escalas estándar, calificación proporcional, medición de atributos sensoriales con relación al tiempo, determinación de perfiles sensoriales, relaciones psicofísicas.

1.5 MERCADOTECNIA

1.5.1. Definición de mercadotecnia

Tal vez la definición más sencilla sea la siguiente: mercadotecnia es la administración de relaciones perdurables con los clientes. La doble meta de la mercadotecnia es atraer nuevos clientes al prometer un valor superior y conservar y aumentar a los clientes actuales mediante la entrega de satisfacción. En términos generales, mercadotecnia es un proceso social y administrativo mediante el cual individuos y grupos obtienen lo que necesitan y desean a través de la creación y el intercambio de productos y de valor con otros grupos e individuos. En un contexto de negocios más limitado, mercadotecnia implica el establecimiento de un intercambio redituable de relaciones de alto valor con los clientes. Por lo tanto, definimos mercadotecnia como un proceso mediante el cual las empresas crean valor para los clientes y establecen relaciones sólidas con ellos obteniendo a cambio el valor de los clientes (Kotler y Armstrong, 2008).

1.5.2 Definición de mercados y segmentación.

El mercado está integrado por consumidores. Estos tienen distintos deseos, poder de compra, localización geográfica, actitudes y prácticas de compra. Cualquiera de estas variables puede utilizarse para caracterizar un segmento de mercado, que se define como aquella parte del mercado que se compone de consumidores homogéneos, o sea que tienen perfiles similares (Dvoskin, 2004).

Para la determinación de mercados meta, el primer paso es la segmentación de mercado: dividir un mercado en grupos más pequeños de compradores con diferentes necesidades, características o comportamientos, los cuales podrían requerir productos o mezclas de marketing distintos. La empresa identifica las diferentes formas de segmentar el mercado y crea perfiles de los segmentos de mercado resultantes. El segundo paso es la determinación de mercados meta: evaluar qué tan atractivo es cada segmento de mercado y seleccionar uno o más segmentos en los que se ingresará. El tercer paso es el posicionamiento en el mercado: establecer el posicionamiento competitivo del producto y crear una mezcla de marketing detallada (Kotler y Armstrong, 2008).

1.5.3 Determinación de mercado meta (estudio de mercado).

La investigación de mercado es una técnica que permite recopilar datos, de cualquier aspecto que se desee conocer para, posteriormente, interpretarlos y hacer uso de ellos. Sirven al comerciante o empresario para realizar una adecuada toma de decisiones y para lograr la satisfacción de sus clientes.

Los objetivos de la investigación se pueden dividir en tres:

- **Objetivo social:** Satisfacer las necesidades del cliente, ya sea mediante un bien o servicio requerido, es decir, que el producto o servicio cumpla con los requerimientos y deseos exigidos cuando sea utilizado.
- **Objetivo económico:** Determinar el grado económico de éxito o fracaso que pueda tener una empresa al momento de entrar a un nuevo mercado o al introducir un nuevo producto o servicio y, así, saber con mayor certeza las acciones que se deben tomar.

- Objetivo administrativo: Ayudar al desarrollo de su negocio, mediante la adecuada planeación, organización, control de los recursos y áreas que lo conforman, para que cubra las necesidades del mercado, en el tiempo oportuno.

(SECOFI, 2000).

1.5.4 Atributos del producto y servicio

1.5.4.1 Marca

La marca es un elemento de suma importancia en la evaluación de un producto. La marca no es sólo un nombre que identifica al producto, sino que ella también aporta ciertas características y valores al producto.

Para el caso de muchos productos nuevos, así como para aquellos en que una empresa tiene un control demasiado grande, los consumidores tienden a llamar al producto genérico con el nombre de la marca más conocida. En otros casos, la razón central de la compra del producto es la marca, por el prestigio que ella aporta al consumidor. (Arellano, 2000)

1.5.4.2 Envase

El envase se refiere a los materiales utilizados para encerrar el producto mientras se encuentra en almacén o en tránsito. Puede optimizar la eficiencia y la efectividad de la logística mediante (1) reducir los requisitos de peso y espacio para el manejo y tránsito, (2) asegurar la calidad del producto en ruta y (3) vender el producto. En el mercadeo, el envase también tiene que ver con la promoción. De hecho, al envase se le ha llamado el vendedor silencioso. El envase influye en la percepción del producto por parte del consumidor, a través de la identificación de la marca, el color, la textura y otros signos materiales del producto. (Pelton *et al.*, 2005).

1.5.4.3 Etiqueta

Las etiquetas acompañan a los diferentes niveles de envase y embalaje que a su manera, protegen el producto dando instrucciones de mantenimiento, de transporte y de uso. La

etiqueta varia en su modelo según los objetivos que se persigan en el uso de la misma, pudiendo ser estos:

- Identificar el producto.
- Dar instrucciones sobre el uso del producto.
- Proporcionar el contenido o ingredientes del producto
- Informar el precio a que se debe comprar el producto, así mismo el número de registro ante las autoridades correspondientes y el número de patente.
- Cuando el artículo o producto pueda perder poder de satisfacción dar la fecha de caducidad.
- Favorecer la venta del producto.

(Mercado, 1998)

1.5.4.4 Precio.

En el sentido más estricto, el precio es la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio. En términos más amplios, un precio es la suma de los valores que los clientes dan a cambio de los beneficios de tener o usar el producto o servicio.

A lo largo de la historia, el precio ha sido el principal factor que influye en la decisión de los compradores. En décadas recientes, otros factores han ganado mayor importancia. Sin embargo, el precio sigue siendo uno de los elementos más importantes en la determinación de la participación de mercado y de la rentabilidad de una compañía.

El precio es el único elemento de la mezcla de marketing que produce ingresos; todos los demás elementos representan costos. El precio también es uno de los elementos más flexibles de la mezcla de marketing.

A diferencia de las características de los productos y de los compromisos del canal, el precio se puede modificar rápidamente. Al mismo tiempo, la fijación de precios y la competencia de precios son el problema número uno que muchos ejecutivos de marketing enfrentan, y muchas compañías no manejan bien la fijación de precios. Un problema frecuente es que las compañías reducen los precios muy rápidamente para obtener una venta en vez de convencer a los compradores de que su producto tiene mayor valor y que el precio más alto vale la pena. Otras equivocaciones comunes incluyen precios orientados

excesivamente hacia los costos en vez de hacia el valor para el cliente y precios que no toman en cuenta el resto de la mezcla de marketing (Kotler y Armstrong, 2008).

1.6 DESARROLLO DE PRODUCTOS

1.6.1 Proceso de desarrollo de nuevos productos

El producto (satisfactor) es cualquier bien o servicio elaborado por el trabajo humano y que se ofrece al mercado con el propósito de satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores o usuarios, generando mediante el intercambio de un ingreso económico a los oferentes con una probable ganancia.

El desarrollo de productos es una tarea que consiste en introducir o adicionar valor a los satisfactores, a fin de que cambien o incrementen sus características para cubrir o acrecentar el nivel de satisfacción de las necesidades y deseos de quienes lo consuman. También se puede decir que el desarrollo de nuevos productos es la tarea sistemática que tiene como propósito generar nuevos satisfactores, ya sea modificando algún producto existente o generando otros completamente nuevos y originales.

El desarrollo de nuevos productos es una tarea vital y estratégica para cualquier organización y parte del hecho de que todo producto tiene un ciclo de vida, si la empresa no reemplaza con nuevos productos a aquellos que llegan a su etapa de retiro, dejará de ser rentable y perderá su razón de ser (Lerma, 2010).

1.6.2 Etapas del desarrollo de nuevos productos.

Para generar un nuevo producto es necesario pasar por varias etapas antes de llegar a tomar una decisión sobre cuál es la mejor opción. Las etapas por las cuales se pasa para la creación del producto son: generación de ideas, depuración, concepto de desarrollo y prueba, estrategia de mercadotecnia, desarrollo del producto, prueba del mercado y comercialización (Casado y Sellers, 2006).

- Generación de ideas: Es la búsqueda sistemática de ideas para nuevos productos. Dicha búsqueda debe ser sistemática, pues de lo contrario, se podrían encontrar muchas ideas, pero no las adecuadas para el objetivo del proyecto.

Fuentes de nuevas ideas:

- Fuentes internas: Es decir, que las ideas provienen del interior de la compañía, que las encuentra mediante la investigación y el desarrollo.
 - Clientes: Las ideas para nuevos productos proviene de observar y escuchar al cliente. Las necesidades y deseos de los consumidores se detectan mediante encuestas.
 - Competencia: Las ideas provienen de analizar los artículos de la competencia.
 - Proveedores: Los revendedores están muy cerca del mercado y pueden proporcionar información sobre los problemas del consumidor y las posibilidades del nuevo producto.
 - Otras fuentes: Las publicaciones, exposiciones y seminarios comerciales, agencias de publicidad, etc. (Lerma, 2010)
- Depuración: la función primordial de la depuración es la de filtrar todas las ideas generadas en la etapa anterior, con respecto a una serie de criterios. (Rábade y Alfaro, 2008).
 - Concepto y desarrollo de prueba: La idea de un producto es un posible producto que la empresa podrá ofrecer en el mercado. El concepto de un producto es una versión elaborada de la idea expresada en términos comprensibles para el consumidor. La imagen de un producto es el cuadro específico del producto que se forma el consumidor, de un producto real potencial. La prueba del concepto demanda la prueba de éstos conceptos de competencia con un grupo adecuado de consumidores meta. Los conceptos pueden presentarse simbólica o básicamente. El concepto de desarrollo y metodología de prueba tiene aplicación para cualquier producto, servicio o idea.
 - Estrategia de mercadotecnia: El plan de la estrategia de mercadotecnia la integran tres partes. La primera describe el tamaño, la estructura y el comportamiento de mercado meta; el posicionamiento planeado para el producto y las ventas; la participación en el mercado y las utilidades meta que se pretenden en los primeros años. La segunda parte describe el precio que se planea para el producto, de estrategia de distribución y el presupuesto de mercadotecnia para el primer año. La tercera parte describe las ventas a largo plazo y las utilidades meta, así como la

estrategia de la mezcla de mercadotecnia en el transcurso del tiempo (Lerma, 2010).

- **Desarrollo del producto:** En muchas ocasiones, el desarrollo de un nuevo producto exige un proceso paralelo de innovación de los procesos productivos. En esta etapa, observamos una serie de fases, que partiendo de lo conceptual, se trasladaron a una serie de pruebas piloto para continuar con una fase preindustrial, culminando con el inicio de la fabricación (Rábade y Alfaro, 2008).
- **Pruebas de mercado:** Las pruebas de mercado pueden proporcionar información valiosa sobre compradores, distribuidores, eficacia de los programas de mercadotecnia, potencial de mercado y otros aspectos.
- **Comercialización:** En la comercialización de un nuevo producto, la programación de la entrada en el mercado puede ser decisiva; la compañía tiene entonces tres alternativas. primera entrada, entrada paralela y entrada tardía. La compañía debe decidir si lanzará el producto en una sola localidad, en una región, varias regiones, en el mercado nacional o en el mercado internacional. Los principales criterios de evaluación son: potencial del mercado, prestigio local de la compañía, coste de cobertura de la red, calidad de la información en el área, influencia del área en otras áreas y penetración competitiva. En esta forma la compañía clasifica los mejores mercados y desarrolla un plan de extensión geográfica.

En la extensión de mercados la compañía debe dirigir su distribución y su promoción a los mejores grupos prospecto. Además se debe desarrollar un plan de acción para introducir el nuevo producto en los mercados de extensión (Lerma, 2010).

1.6.3 Ciclo de vida de un producto.

Todos los productos tienen un ciclo de vida: aparecen en el mercado, se desarrollan de diversas formas, y terminan desapareciendo en el momento en el que aparece uno nuevo que satisfaga mejor las necesidades del consumidor, o simplemente porque los consumidores cambian de gusto o de necesidades (Figura 4).

El ciclo de vida del producto pasa por las siguientes etapas:

1. **Introducción:** Periodo de lanzamiento del producto. Es una etapa difícil, de crecimiento lento de las ventas y requiere un gran esfuerzo comercial.
2. **Crecimiento:** En esta etapa, las ventas comienzan a elevarse de forma considerable. Lo conocen cada vez más consumidores y ya no requiere tanto esfuerzo de promoción y publicidad.
3. **Madurez:** Las ventas son altas, sin variaciones en el volumen. En esta etapa se encuentran la mayoría de los productos que se ofertan en el mercado, estableciéndose una gran competencia entre las empresas.
4. **Decadencia:** Es la última etapa del producto, acabará cuando el producto deje de venderse por completo y se caracteriza por una disminución de las ventas, que puede ser lenta o muy rápida (Kotler y Armstrong, 2008).

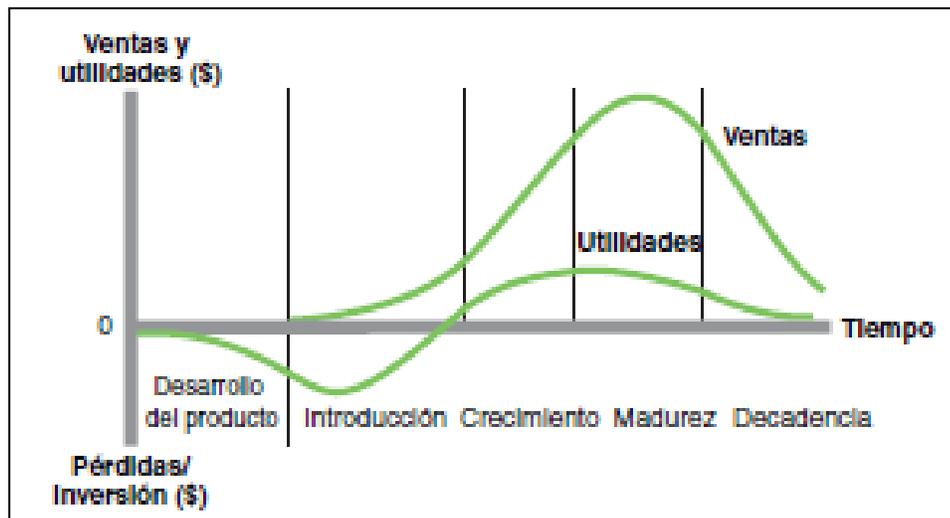


Figura 4. Ventas y utilidades a lo largo de la vida del producto, desde su concepción hasta su desaparición (Kotler y Armstrong, 2008).

1.7 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL

1.7.1 Definición

La vida útil o vida de almacén de un alimento se define como el tiempo que transcurre hasta que el producto se convierte en inaceptable. En muchos casos la vida útil es el periodo de tiempo durante el cual el producto permanece en buenas condiciones de venta. Es un juicio que debe llevar a cabo el fabricante o el vendedor del producto. El fabricante

debe definir la calidad mínima aceptable del producto, la cual dependerá del grado de degradación que el fabricante permita en el producto antes de que decida no venderlo (Potter y Hotchkiss., 1995).

Así pues para cada alimento particular hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantienen el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación.

1.7.2 Factores que afectan la calidad y vida útil

Las causas de deterioro de los alimentos, se encuentran influenciadas por una serie de factores ambientales como lo son la temperatura, la humedad, las reacciones con el oxígeno, la luz y el tiempo; este último influencia la magnitud de degradación del producto pues una vez sobrepasado el periodo transitorio en el cual la calidad del alimento está al máximo, a mayor tiempo transcurrido mayores serán las influencias destructoras (Casp y Abril, 1999).

Existe una gran cantidad de reacciones que se pueden dar debido a estos factores, pero la mayoría pueden clasificarse dentro de las siguientes áreas:

- Oscurecimiento no enzimático. Una serie de reacciones complejas que inician con compuestos reductores y grupos amino que producen sabores amargos, pigmentos oscuros, pérdida de solubilidad de las proteínas y pérdida de características de sabor.
- Pérdida de vitaminas. Esto conlleva a la pérdida del valor nutricional del alimento. La destrucción de las vitaminas puede ocurrir a través de varios mecanismos como es la hidrólisis debido a la luz, calor o ácidos, a la oxidación directa en presencia de oxígeno y la participación de éstas en reacciones redox.
- Cambio de color. El color natural de los alimentos se pierde como consecuencia de varios tipos de reacciones como la oxidación directa de pigmentos o co-oxidación de lípidos.
- Actividad enzimática. Si los alimentos no se someten a tratamientos térmicos para inactivar las enzimas, éstas pueden catalizar ciertas reacciones que producen sabores, colores o texturas indeseadas (Labuza, 1984).

1.7.3 Métodos para determinar la vida útil.

Para determinar la vida útil de un alimento o producto, primero deben identificarse las reacciones químicas o biológicas que influyen en la calidad y seguridad del mismo, considerando la composición del alimento y el proceso a que es sometido y se procede a establecer las reacciones más críticas en la calidad (Casp y Abril, 1999; Rondon *et al.*, 2004).

El tiempo de vida útil se puede estimar mediante varios métodos: pueden tomarse valores reportados en la literatura especializada de alimentos similares y bajo condiciones similares al producto de nuestro interés; se pueden monitorear las quejas de los consumidores para orientar los posibles valores de vida útil; se pueden evaluar atributos de calidad del alimento que varían durante la vida útil en anaquel o mediante pruebas aceleradas (CITA, 2005).

- Ensayos en anaquel. Estos ofrecen excelentes datos, pero presentan, en algunos casos, el inconveniente del tiempo prolongado para su adquisición. Entre las consecuencias están que el dato obtenido es puntual y se obtiene en un lapso que puede no ser práctico para la empresa, como en el caso del lanzamiento de nuevos productos.
- Pruebas de vida útil acelerada. Durante estas se deben tomar en cuenta no solamente la selección de las temperaturas para realizar las pruebas, sino que debe establecerse el diseño estadístico experimental, realizar las respectivas mediciones por duplicado o triplicado para evaluar las desviaciones de las muestras, y así, evaluar de manera más apropiada la vida útil. Esto sin dejar de lado el hecho de que existe siempre un error asociado con la naturaleza del sistema biológico que generalmente es complejo.

Para los estudios acelerados se debe planear cuidadosamente el diseño experimental que contemple las variables por evaluar y controlar las variables que no se desean evaluar para evitar que interfieran en las mediciones, y por ende, en los resultados. Es esencial establecer aquellas variables críticas y disponer de métodos de cuantificación de repuesta rápida, pero confiable. Estas variables deben ser mayores a las de almacenamiento y las de comercialización para permitir que las reacciones

de deterioro se aceleren y se obtengan valores en períodos más cortos (Labuza y Schmidt, 1985).

Las pruebas de laboratorio simulan las condiciones reales, pero existen variables como las condiciones de transporte, cambios de presión, fluctuaciones de temperatura, entre otras, que son difíciles de duplicar. Por lo tanto, los resultados obtenidos son estimaciones de la vida útil del alimento. Cuando se utiliza un panel de expertos, es importante disponer de una muestra control o patrón del producto que se mantiene a temperaturas menores que las de almacenamiento y las de comercialización, para retardar las reacciones de deterioro (Rodríguez, 2004).

1.7.4 Diseño de estudio de vida útil

El primer paso en la creación de un estudio de vida útil es seleccionar una de las reacciones de degradación que se espera que ocurran en el producto a temperaturas típicas de almacenamiento, que se pueda medir y se pueda utilizar como índice de pérdida de calidad. Posteriormente, se debe seleccionar el empaque con el que se protegerá el producto en los canales de distribución. Lo que permitirá generar datos más cercanos con la vida útil actual del producto. A continuación se debe escoger la temperatura de almacenamiento que de resultados fiables en una cantidad razonable de tiempo.

Para la realización de los estudios de vida útil, se debe seguir una frecuencia de muestreo y análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos, que permitan identificar a lo largo de la observación, en qué momento se presenta un deterioro significativo y se convierte en inseguro o inaceptable para los consumidores (Fennema, 2000).

1.7.5 Aplicación de la cinética a la predicción de la vida útil

Función de calidad del alimento- orden de reacción

La reducción de la calidad puede representarse por una pérdida cuantificable de un atributo de calidad deseable A (por ej., un nutriente o el aroma característico) o por la formación de un atributo indeseable B (por ej., pérdida de aroma o de coloración). Las velocidades de la pérdida de A o la formación de B se expresan con las ecuaciones 1 y 2:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k[A]^n \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\frac{-d[B]}{dt} = K'[A]^{n'} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde k y k' son las constantes de velocidad de reacción y n y n' son los órdenes de reacción aparente.

La mayoría de los datos de vida útil para un cambio de un atributo de calidad, si se basan en una reacción química característica o crecimiento microbiano, siguen una cinética de orden cero (por ej., calidad global de los alimentos congelados, pardeamiento de Maillard) o una cinética de primer orden (por ej., pérdida vitamínica, pérdida oxidativa de color, crecimiento microbiano e inactivación). Para datos de orden cero, se obtiene la representación gráfica de una línea recta usando coordenadas lineales (Figura 5), mientras que para datos de primer orden, se necesita una ordenada logarítmica para obtener una representación lineal como se muestra en la Figura 6 (Fennema, 2000).

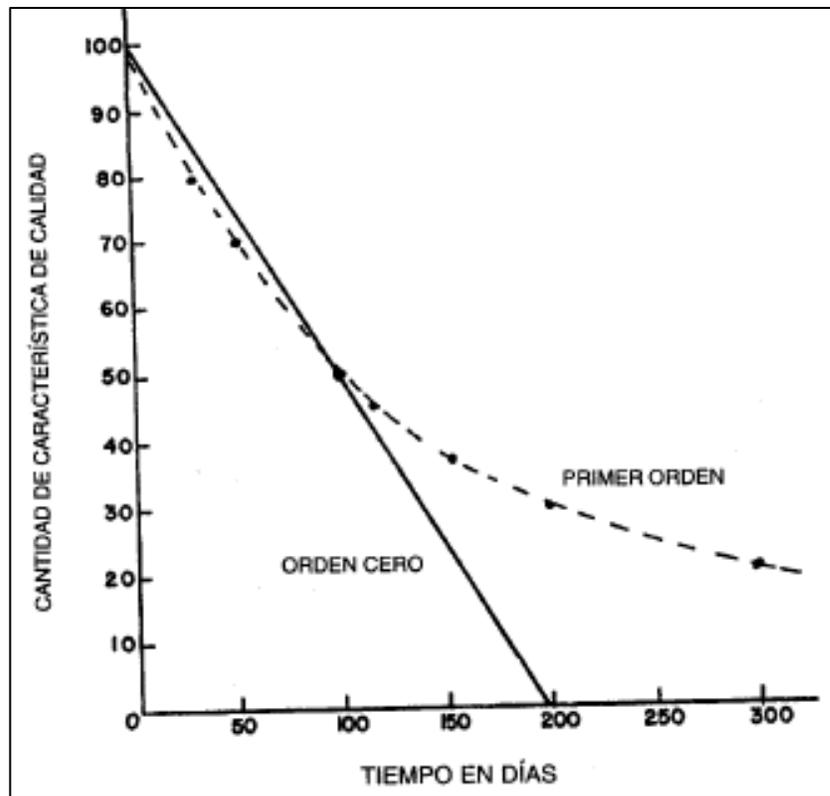


Figura 5. Cambio de la calidad frente al tiempo mostrando el efecto del orden de reacción sobre la velocidad de cambio (Fennema, 2000).

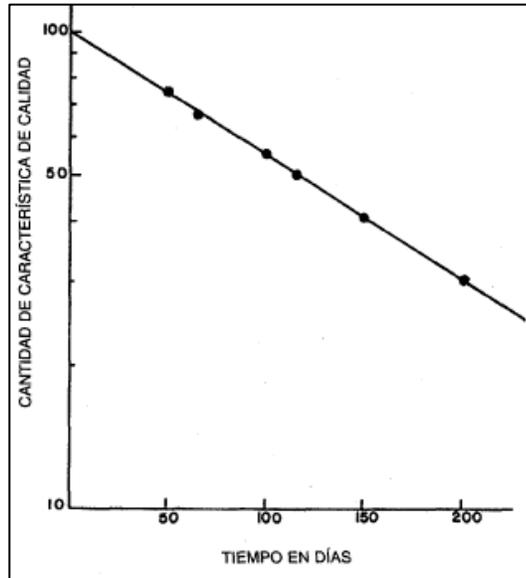


Figura 6. Representación semilogarítmica para una reacción de primer orden de pérdida de calidad frente al tiempo (Fennema, 2000).

Procedimiento gráfico simple de vida útil

Si solo se considera un rango de temperatura, entonces se encuentra que los datos para la mayoría de los alimentos dan una representación lineal cuando log de la vida útil (log t_s) se representa contra la temperatura (Figura 7). La ecuación de representación de vida útil es:

$$t_s = t_{s0} e^{-bT} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

t_s vida útil a temperatura absoluta T .

t_{s0} vida útil en la intersección.

b pendiente de la representación de vida útil. (Fennema, 2000)

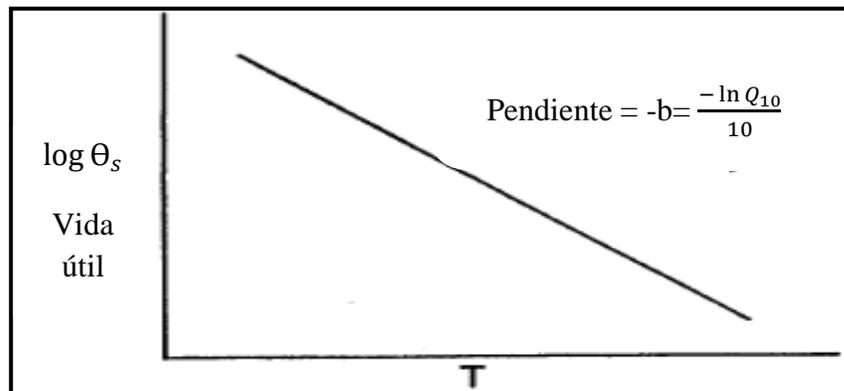


Figura 7. Representación gráfica del logaritmo de vida útil frente a la temperatura (absoluta o en °C) (Fennema, 2000).

1.7.6 Envase

De acuerdo a la NOM-120-SSA1-1994 envase se define como todo recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto con el mismo, conservando su integridad física, química y sanitaria.

El uso de envases y empaques apropiados es una medida que puede tener efectos realmente importantes, pues reduce las pérdidas y asegura que los productos lleguen a los consumidores en las mejores condiciones posibles. En lo esencial el envase:

- Apunta a proteger el producto ante todo tipo de efectos externos nocivos.
- Es una parte integral de la cadena de procesamiento de alimentos y ayuda a productores y consumidores en el transporte, almacenado, comercialización y uso eficiente de los alimentos.
- Es una manera de asegurar que la producción llegue al usuario en las cantidades adecuadas y en las condiciones necesarias para un plazo de vida específico.
- Es una forma de hacer los alimentos más atractivos con el fin de promover su uso e incrementar las ventas.
- Proporciona información a los consumidores acerca del tipo de alimento que están comprando, la forma de prepararlo, su tiempo de vida y otros requisitos acordes con la legislación alimentaria

La elección de un envase apropiado depende de varios principios básicos. Para escoger la alternativa más apropiada en cada caso particular, es necesario tomar en cuenta el tipo de producto, el uso para el cual se requiere el envase (a granel, al por menor, etc.), la duración de almacenado y distribución, las condiciones climáticas y la disponibilidad local de materiales.

Los alimentos envasados y empacados pueden sufrir distintas formas de daño físico: vibración, goteo, estrujamiento, aplastamiento y en algunos casos adulteración. Los alimentos envasados al por menor en bolsas de plástico y botellas deben empacarse en recipientes externos, habitualmente cajas de cartón, para protegerlos de aplastamientos y ruptura. Tanto el recipiente individual como el recipiente externo deben elegirse con cuidado, asegurándose de que resulten fáciles de apilar y que protejan de modo adecuado el producto durante el transporte.

Probablemente los efectos dañinos de la humedad son el factor más importante y uno de los principales aspectos que deben tomarse en cuenta cuando se eligen materiales adecuados de envasado para productos secos o de confitería. Muchos alimentos secos tienden a absorber humedad en una proporción que depende de la humedad ambiental. Las altas temperaturas también influyen en el deterioro de los productos. El efecto del aire o más precisamente del oxígeno, puede ser nocivo en productos con altos contenidos de aceites o grasas. La luz también puede causar pérdidas en la calidad, pues destiñe los colores y como el oxígeno, está relacionada con el desarrollo de la rancidez. Es necesario hacer un balance entre la necesidad de proteger el producto y las exigencias de la comercialización.

Cualquier forma de envoltura disminuye la contaminación pero, obviamente, los recipientes totalmente sellados son la mejor alternativa (ITDG, 1998).

1.7.7 Envases plásticos

El fenomenal crecimiento en la variedad y aplicación de diferentes tipos de materiales de plástico han aumentado la variedad de envases disponibles para almacenar productos alimentarios.

Grandes compañías químicas se encargan de producir y convertir el polímero básico usado para elaborar plástico, en hoja, películas y recipientes que permiten su transporte y distribución a pequeña escala. Los plásticos tienen ciertas ventajas sobre otros materiales:

- Pueden ser rígidos o flexibles
- Se encuentran disponibles en distintos espesores
- Ofrecen buena protección contra el agua y la sequedad y en comparación con otros materiales son químicamente inertes
- Forman una buena barrera contra la humedad y el aire
- Se pueden cerrar al calor y proporcionan un sellado hermético
- Los más flexibles pueden adaptarse a la forma del alimento, y pueden ser películas plásticas sencillas, películas plásticas coextruidas, laminaciones, recubrimientos y metalizados, estos últimos son películas plásticas con un recubrimiento de aluminio colocado por sublimación y que brinda una barrera a gases y apariencia metálica.
- Tienen poco peso, lo que facilita su uso

- Generalmente son más baratos que alternativas como el metal o el vidrio
- Tienen buena apariencia para la venta

Puede encontrarse una gran diversidad de materiales de plástico, con diferentes propiedades de resistencia a shocks físicos, luz, calor, humedad y aire. Esas diferencias se deben principalmente a dos factores: su espesor, que puede ser muy variado, o las combinaciones de diferentes clases de plástico en capas. Este último tipo de materiales se conoce como copolímeros y laminados. Sin embargo, los plásticos tienen una gran desventaja ambiental, pues en la mayoría de los casos no son biodegradables (ITDG, 1998).

Por sus características los plásticos pueden clasificarse en:

- Plásticos estructurales. Donde su mayor participación consiste en brindar cuerpo y resistencia al recipiente final. En esta clasificación se encuentran:
 - Policarbonato (PC).
 - Polietileno (PE).
 - Polipropileno (PP).
 - Cloruro de Polivinilo (PVC).
- Plásticos de barrera. Estos polímeros son utilizados para brindar una barrera a gases o humedad, y en varias ocasiones no se presentan solos en un envase, sino que presentan con otros plásticos en estructuras coextruidas dentro de esta clasificación se encuentran:
 - Cloruro de Polivinilideno (PVDC).
 - Etil Viril Alcohol (EVOH).
 - Polietileno Tereftalato (PET).
- Plásticos para sello. Polímeros utilizados para lograr sellos adecuados en estructuras flexibles incluso en presencia de contaminaciones de producto tan complicadas como productos con gran contenido de grasas.
 - Polietileno de baja densidad (LDPE).
 - Polietileno Lineal (LLDPE).
 - Etil Vinil Acetato(EVA).

(Rodríguez, 2007)

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS

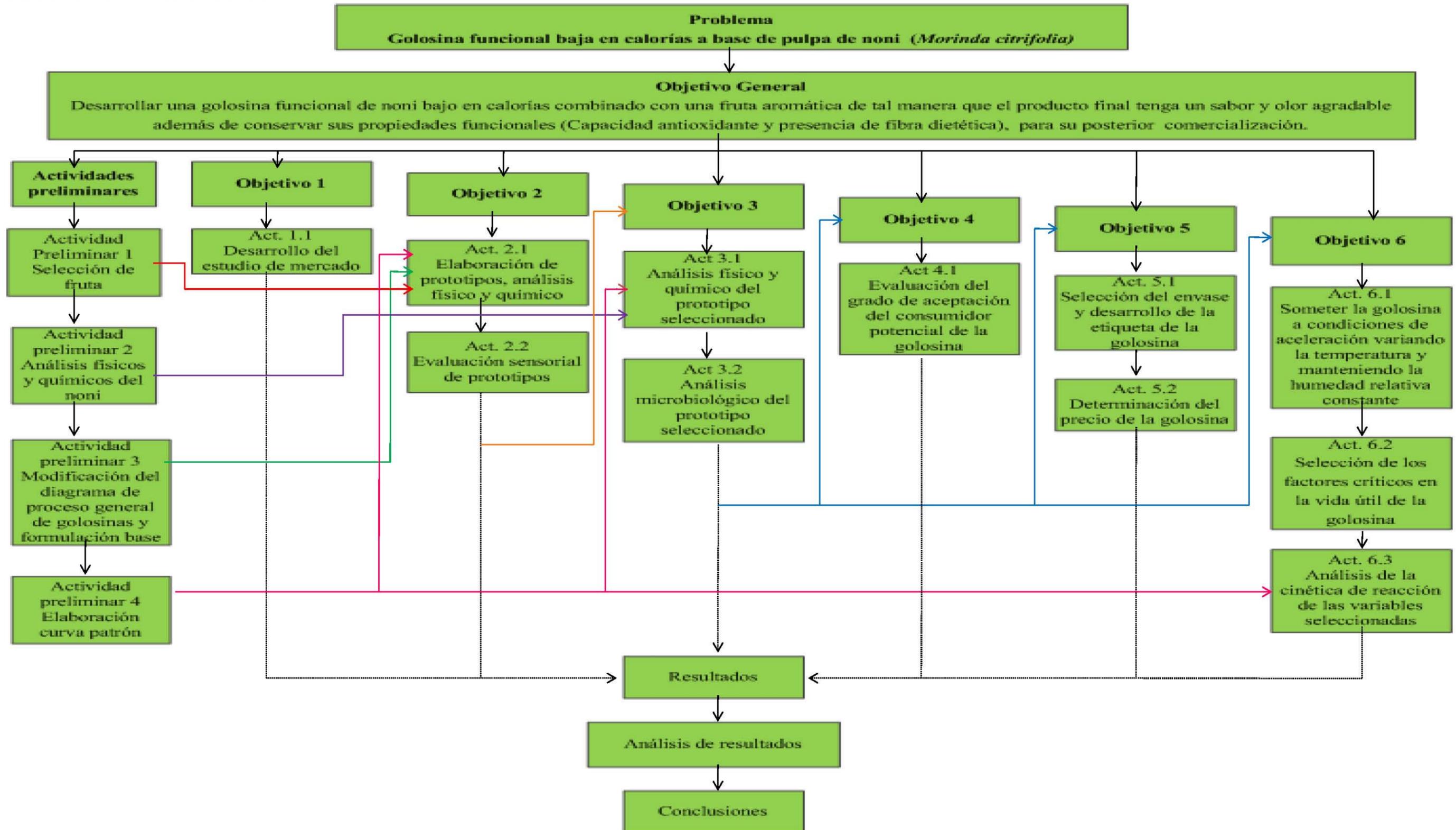
Objetivo general

Desarrollar una golosina funcional de noni baja en calorías combinada con una fruta aromática de tal manera que el producto final tenga un sabor y olor agradable además de conservar sus propiedades funcionales (capacidad antioxidante y presencia de fibra dietética), para su posterior comercialización.

Objetivos particulares

- 1.** Determinar la factibilidad de elaborar una golosina de noni mediante un estudio de mercado para establecer el mercado meta del producto.
- 2.** Elaborar diferentes formulaciones de golosina de noni variando la concentración del edulcorante isomaltitol (60,50 y 25%) con respecto al azúcar (75.50 y 40%); así como de la de fruta aromática (80, 50 y 20%) y mediante pruebas afectivas determinar el prototipo de mayor preferencia.
- 3.** Analizar las propiedades químicas en el prototipo seleccionado (carbohidratos, fibra dietética, humedad, cenizas y contenido de fenoles totales), propiedades físicas (°Brix), fisicoquímicas (pH y acidez) así como la presencia de microorganismos para asegurar las propiedades funcionales y la calidad sanitaria de la golosina de noni.
- 4.** Evaluar el grado de aceptación del consumidor potencial de la nueva formulación de golosina de noni a través de evaluación sensorial con pruebas de preferencia pareada para asegurar el éxito del producto en el mercado.
- 5.** Establecer el material y diseño del envase así como la marca y el precio de la golosina de noni mediante el uso de la mercadotecnia para la correcta introducción del producto en el mercado.
- 6.** Estimar la vida útil de una golosina de noni mediante pruebas aceleradas variando la temperatura de almacenamiento (10, 15 y 20°C) para delimitar el tiempo máximo de consumo de la golosina.

2.2 CUADRO METODOLÓGICO



2.3 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLÓGICO

ACTIVIDADES PRELIMINARES

Actividad preliminar 1. Selección de fruta aromática

El objetivo de esta actividad fue la selección de la fruta aromática que en combinación con el noni proporcionará un mejor sabor a la golosina. Las frutas empleadas fueron: limón, piña y naranja; dichas frutas se obtuvieron en la central de abastos del D.F. de noni se compraron 5Kg y de las demás frutas se compraron 500g, todas en un estado de madurez comercial.

En dicha actividad se obtuvieron las pulpas de las frutas de manera mecánica y se combinaron (noni-limón, noni-piña, noni-naranja) para posteriormente realizar pruebas de preferencia por ordenación mediante la encuesta presentada en la Figura 8:

EDAD:_____	SEXO_____	FECHA_____
Frente a usted hay 3 muestras de pulpa de frutas, ordene de forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a característica de sabor y olor.		
Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.		
PREFERENCIA SABOR		PREFERENCIA OLOR
1.		1.
2.		2.
3.		3.
COMENTARIOS: _____		

¡MUCHAS GRACIAS!		

Figura 8. Encuesta para selección de fruta aromática.

Actividad preliminar 2. Análisis físicos y químicos del noni.

Se realizó un análisis químico proximal al noni y también se evaluaron sus propiedades físicas en base a las normas establecidas para determinar si la materia prima cumplía con las especificaciones bibliográficas y si era factible trabajar con ella en la fabricación de la golosina. Cada análisis fue realizado por triplicado, y a los resultados se les calculó el promedio y la desviación estándar (S.D.).

Humedad por estufa de aire (NMX-F-083-1986)

Fundamento: Se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua.

Aparatos y equipo:

- Balanza con sensibilidad de 0.1 mg marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1-Ebingen.
- Horno o estufa eléctrica con control de temperatura marca MAPSA, modelo HDP-334

Cálculos:

$$\%Humedad = \frac{P-P_1}{P_2} * 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

P = Peso del recipiente con la muestra húmeda (g).

P₁ = Peso del recipiente con la muestra seca (g).

P₂ = Peso de la muestra (g).

Humedad por termobalanza (NMX-F-428-1982)

Fundamento: La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pasar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

Aparatos y equipo:

- Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja de 250 W (Ohaus Mb25).

Cenizas por método de Klemm (NMX-F-066-S-1978)

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

Aparatos y equipo:

- Mufla marca Blue M modelo M25A-2A.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1- Ebingen.

Cálculos:

$$\%Cenizas = \frac{P-P_1}{P_2} * 100 \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

P = Peso del crisol con las cenizas (g).

P₁ = Peso del crisol vacío (g).

P₂ = Peso de la muestra (g).

Fibra dietética por método de Kennedy (Lees, 1982)

Fundamento: Su determinación se basa en la simulación de la digestión en el organismo por tratamientos ácidos y alcalinos, separando los constituyentes solubles de los insolubles.

Equipo y material:

- Mufla marca Blue M modelo M25A-2A.
- Horno o estufa eléctrica con control de temperatura marca MAPSA, modelo HDP-334

Cálculos:

$$\%Fibra = \frac{(P-P_1)-p}{P_2} * 100 \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

P = Peso del crisol antes de incinerarse (g).

P₁ = Peso del crisol con cenizas (g).

p = Peso del papel filtro (g).

P₂ = Peso de la muestra (g).

Azúcares reductores por método Lane-Eynon (NMX-F-312-1978)

Fundamento: Se basa en la determinación del volumen de una disolución de la muestra, que se requiere para reducir completamente un volumen conocido del reactivo alcalino de cobre. El punto final se determina por el uso de un indicador interno, azul de metileno, el cual es reducido a blanco de metileno por un exceso de azúcar reductor.

Cálculos:

$$\%ARD = \frac{F*D}{G*P} * 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

$$\%ART = \frac{F*D}{G*P*A} * 100 \quad (\text{Ec. 8})$$

$$\%Sacarosa = (\%ART - \%ARD) * 0.96 \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

F= factor mg de azúcar invertido correspondientes a 10ml de solución Fehling

D= dilución (ml)

G= Gasto de la muestra (ml)

P= peso de la muestra (g)

A= alícuota (ml)

Acidez por titulación ácido-base (NMX-F-102-S-1978)

Fundamento: Su determinación se basa en una reacción de valoración mediante la cual se determina la cantidad de analito presente en una muestra problema por la adición de un volumen conocido de otra sustancia de concentración conocida (valorante), que es necesario para reaccionar completamente con dicho analito.

Cálculos:

$$\%Acidez = \frac{G*N*F}{P} * 100 \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

G = Gasto de NaOH (ml)

N = Normalidad del NaOH

F = Miliequivalentes del ácido en términos del cual se expresa la acidez sabiendo que 1 ml de la solución 0.1N de hidróxido de sodio equivale a 0.064g de ácido cítrico.

P = peso de la muestra (g)

pH por Potenciómetro (NMX-F-317-S-1978)

Fundamento: está basado en la medición de la fuerza electromotriz (fem) de una celda galvánica utilizando un par de electrodos. Uno de los electrodos es de referencia ya que mantiene un potencial constante, mientras que el otro es de medida o indicador, debido a que su potencial depende de la composición de la solución electrolítica.

Materiales y equipo:

- Potenciómetro Conductronic pH 120

Grados Brix por Refractómetro (NMX-F-103-1982)

Fundamento: Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

Materiales y equipo:

- Refractómetro Abbé

Fenoles totales por Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999).

Fundamento: Este método determina la capacidad que tienen los fenoles para reducir el Mo (IV) a Mo (V), como resultado de tal reacción, el reactivo de color amarillo adquiere un color azul que se mide con el espectrofotómetro.

Materiales y equipos:

-Espectrofotómetro Thermo Genesys 10uv

Reactivos: Los reactivos empleados en esta prueba, deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa. Cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada.

-Solución de Na_2CO_3 al 7 %

-Reactivo Folin- Ciocalteu

-Agua

-Metanol 80%

Cálculos:

La absorbancia obtenida de la muestra problema, se sustituyó en la ecuación de la curva patrón ($y=ax+b$ donde y es la absorbancia y x es la concentración de ácido gálico) elaborada en la Actividad preliminar 4. Los resultados fueron expresados en miligramos de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100g de puré de noni en base seca.

Actividad preliminar 3. Modificación del diagrama de proceso general de elaboración de golosinas y formulación base.

Esta actividad se realizó con la intención de establecer las condiciones específicas para la obtención del producto en estudio, para esto se modificó el diagrama de procesos general de elaboración de una golosina que se muestra en la Figura 2. Tales modificaciones fueron en cuando al orden de adición, temperaturas y proporción de ingredientes, en las Tablas 6 a la 9 se presentan algunas de las formulaciones propuestas que se llevaron a cabo en esta actividad mientras que en la Figuras 9 a 12 se muestran los respectivos diagramas de proceso.

Tabla 6. Formulación base para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.

Ingrediente	Cantidad
Isomaltitol	60%
Agua	8.9%
Noni	15%
Fruta aromática	15%
Ácido cítrico	1%
Benzoato de sodio	0.1%

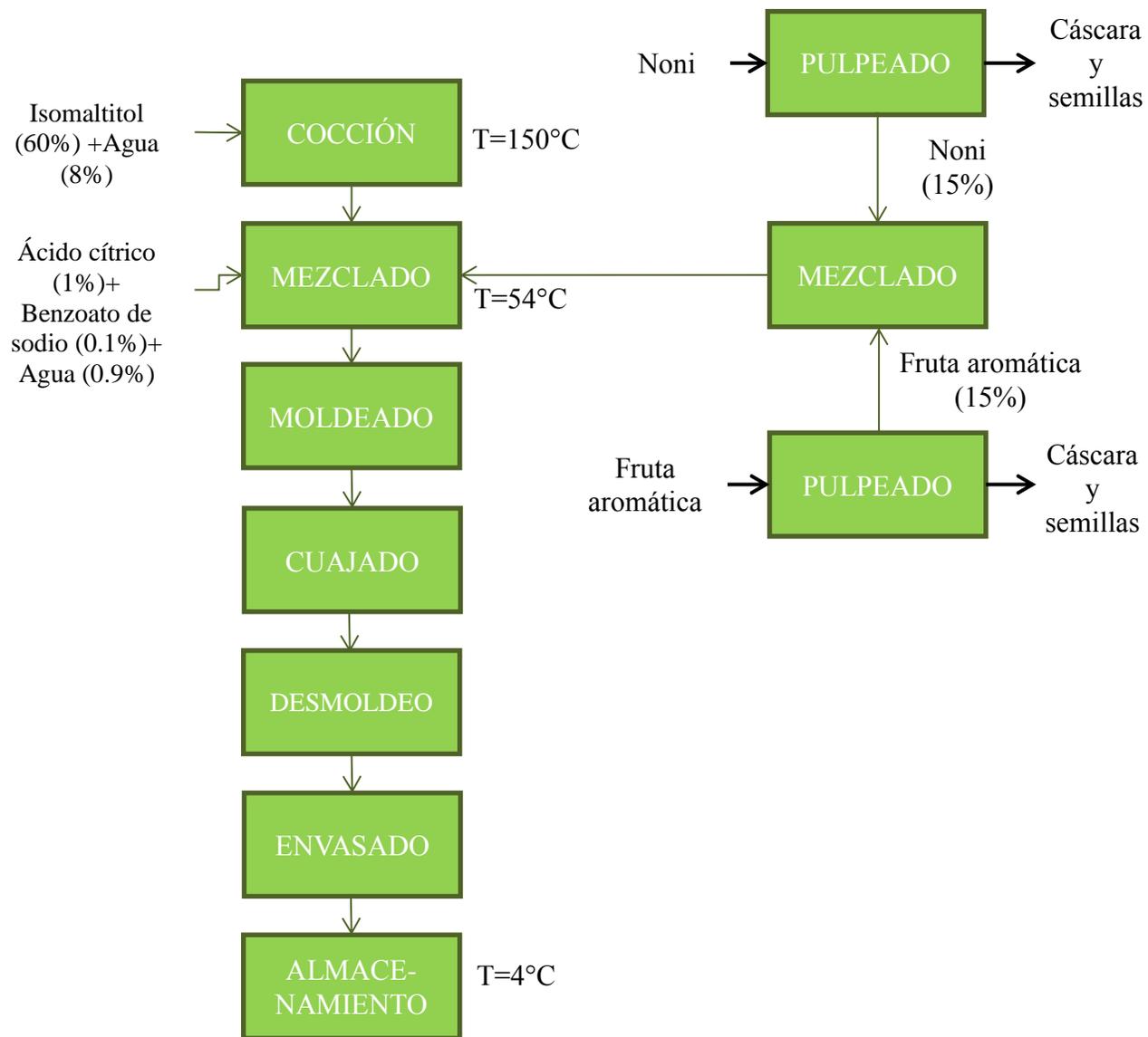


Figura 9. Diagrama de proceso preliminar 1 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 6.

Tabla 7. Formulación preliminar 1 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.

Ingrediente	Cantidad
Isomaltitol	60%
Agua	8.1%
Pectina	0.8%
Noni	15%
Fruta aromática	15%
Ácido cítrico	1%
Benzoato de sodio	0.1%

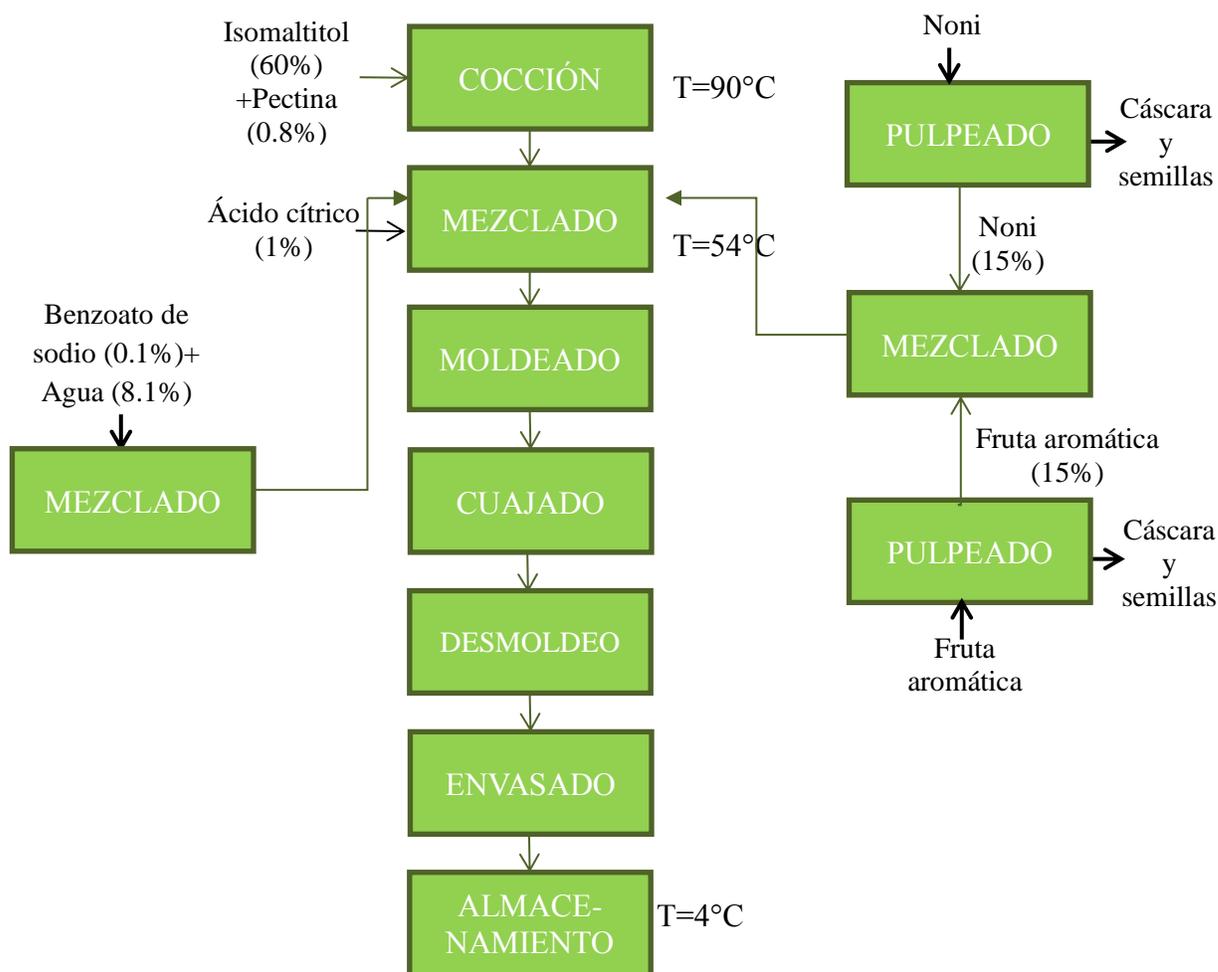


Figura 10. Diagrama de proceso preliminar 2 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 7.

Tabla 8. Formulación preliminar 2 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.

Ingrediente	Cantidad
Isomaltitol	40%
Agua	21.6%
Pectina	0.6%
Grenetina	7.4%
Noni	15%
Fruta aromática	15%
Ácido cítrico	0.3%
Benzoato de sodio	0.1%

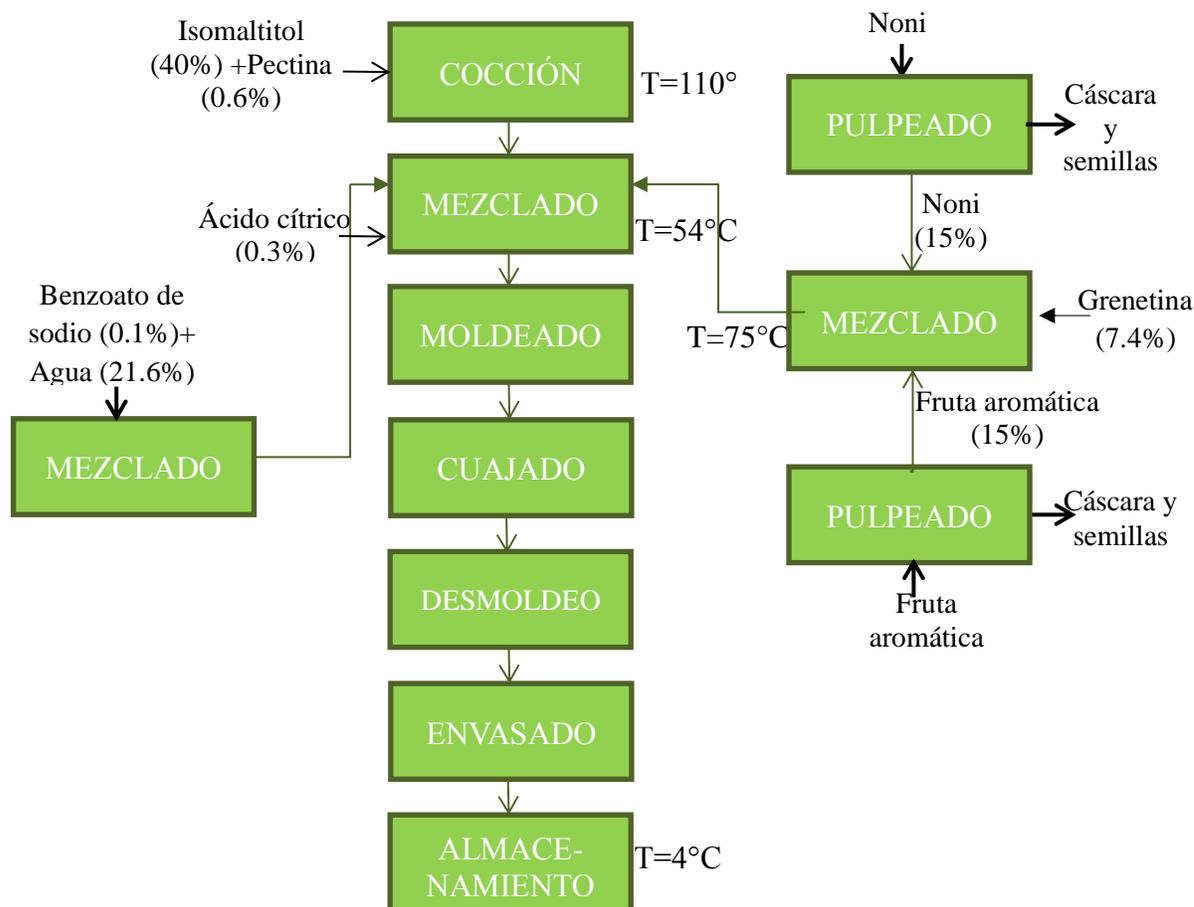


Figura 11. Diagrama de proceso preliminar 3 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 8.

Tabla 9. Formulación preliminar 3 para la preparación de la golosina de noni baja en calorías.

Ingrediente	Cantidad
Isomaltitol	20%
Azúcar	20%
Agua	19.5%
Grenetina	10%
Noni	15%
Fruta aromática	15%
Saborizante	0.2%
Ácido cítrico	0.2%
Benzoato de sodio	0.1%

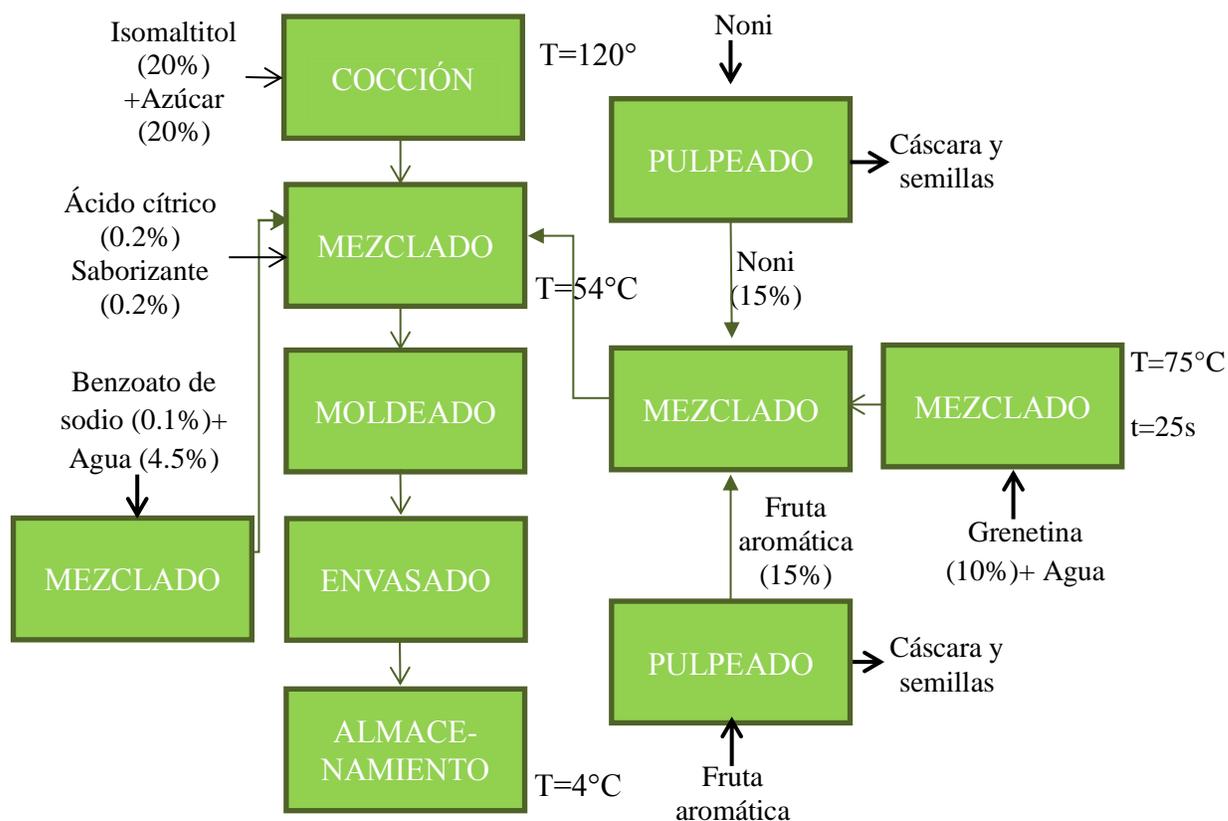


Figura 12. Diagrama de proceso preliminar 4 para la elaboración de la golosina de noni en base a la formulación de la Tabla 9.

Actividad preliminar 4. Elaboración de curva patrón por método espectrofotométrico

Fundamento: La base del funcionamiento de un espectrofotómetro consiste en emitir un haz de luz monocromática, a una longitud de onda determinada. En estas condiciones el haz atraviesa el líquido a analizar y se mide la cantidad de luz que ha logrado pasar. De acuerdo con la ley de Lambert- Beer, la absorción (A) es proporcional a la concentración (c) del material absorbente y al espesor de la solución (d). El coeficiente de absorción ϵ depende del tipo de sustancia y de la longitud de onda. Se dice que una sustancia cumple la ley de Lambert- Beer cuando presenta una linealidad fotométrica. Es decir, que al realizar un gráfico de su absorbancia a distintas concentraciones, se obtiene una recta (una función lineal de tipo: $y=ax+b$, donde y es la absorbancia y x es la concentración). Esto nos permite realizar una recta patrón, y al obtener la absorbancia de una muestra problema el resultado lo plasmamos sobre la gráfica para así tener la concentración de la sustancia buscada, en este caso miligramos de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100g de muestra.

Con el fin de obtener el contenido total de fenoles del noni así como de la golosina fue elaborada una curva patrón con ácido gálico en un rango de concentraciones de 0 a 100 mg/L. La curva patrón se elaboró a partir de una solución estándar de ácido gálico (0.1 mg/mL) de la cual se tomaron volúmenes de 0 μ L a 80 μ L en intervalos de 8 μ L y se completó el volumen de cada uno a 80 μ L con agua destilada, se le agregaron 1200 μ L de NaCO_3 al 7% y 400 μ L del reactivo de Folin al 10% (Tabla 10); para calibrar el aparato a cero se corrió un blanco, el cual contiene todos los reactivos (agua, NaCO_3 al 7% y reactivo de Folin al 10%), pero nada de ácido gálico, por lo que la concentración de la muestra en blanco será cero. Las soluciones fueron medidas en el espectrofotómetro marca Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10 uv. a 765 nm.

Tabla 10. Diluciones para elaborar curva patrón de ácido gálico

Ácido gálico [mg/L]	Ácido gálico Vol. (μL)	Agua Vol. (μL)	NaCO ₃ (μL)	R. Folin (μL)
0	0	80		
10	8	72		
20	16	64		
30	24	56		
40	32	48		
50	40	40	1200	400
60	48	32		
70	56	24		
80	64	16		
90	72	8		
100	80	0		

Con los resultados se elaboró la curva patrón, de la cual se obtuvo la ecuación y la regresión lineal, se hicieron dos repeticiones y se ocupó la curva con regresión lineal más cercana a 1.

Objetivo particular 1

Actividad 1.1 Desarrollo del estudio de mercado.

Para determinar la factibilidad de la elaboración de la golosina de noni y definir su mercado meta, se realizó una encuesta de 10 preguntas a 20 personas de ambos sexos ya que de acuerdo con Lemeshow *et al.*,1990, es la cantidad de personas adecuada para tener un 90% de confianza en los resultados.

Debido a las propiedades curativas que presenta el noni se asumió que la golosina sería fácilmente consumida por personas que sufren enfermedades como la diabetes, cáncer o familiares de estos, así que la encuesta se aplicó aleatoriamente a personas entre los 20 y 50 años que se encontraban en el Centro Médico La Raza. La encuesta realizada se muestra en las Figuras 13a y 13b.

Para visualizar la proporción de cada respuesta se elaboraron gráficas circulares para cada una de las 10 preguntas.

Sexo _____	Edad: _____
1. ¿Conoces el noni?	
a) Sí b) No	
2. ¿Sabías que el noni por su cantidad de antioxidantes ayuda a mejorar la condición de los enfermos de artritis, diabetes y cáncer?	
a) Sí b) No	
3. Consumes algún tipo de dulce	
a) Si b) No	
4. Qué tipo de dulces consumes	
a) Caramelo macizo	
b) Caramelo suave	
c) Pulpas de fruta	
d) Otro: _____	
5. ¿Comprarías un dulce a base de noni?	
a) Sí b) No	
6. Con que fruta mezclaría el noni para brindarle un mejor sabor al dulce:	
a) Limón b) naranja c) piña d) maracuyá	

Figura 13a. Encuesta para estudio de mercado.

7. Los dulces que consumes son:
- a) Ligeramente ácidos
 - b) Muy ácidos
 - c) Ligeramente dulces
 - d) Muy dulces
8. ¿Con qué frecuencia consumiría este dulce?
- a) Una vez a la semana
 - b) Dos o tres veces a la semana
 - c) Diario
 - d) Otra: _____
9. ¿En dónde sueles consumir productos naturales para la salud?
- a) Tiendas de hospitales
 - b) Tiendas naturistas
 - c) Farmacias
 - d) Tiendas departamentales
10. ¿cuánto estas dispuesto a pagar por un paquete de 25 dulcea de noni?
- a) \$30
 - b) \$40
 - c) \$50

Figura 13b. Encuesta para estudio de mercado (continuación).

Objetivo particular 2

Actividad 2.1 Elaboración de prototipos y diseño factorial

Una vez establecida la formulación final y condiciones de proceso en la actividad preliminar 3, se plantearon los diferentes prototipos de acuerdo al diseño factorial de la Tabla 11, en donde los factores de variación fueron la concentración del noni con respecto a la fruta aromática, así como la variación del azúcar con respecto al edulcorante isomaltitol, teniendo con esto un total de 9 prototipos. Se realizaron 3 replicas de cada una de las golosinas y se les midió pH, grados Brix y contenido total de fenoles, de acuerdo a la metodología de la actividad preliminar 3; dichos resultados servirán para analizar el efecto de las variables en las golosinas y en los resultados de evaluación sensorial, además se realizó un análisis de varianza a los resultados mediante una prueba de Tukey, por medio del programa estadístico R versión 2.15.2. (R Core Team, 2012) para determinar si hay diferencias significativas entre los resultados de cada prueba dónde:

H0: No hay diferencia significativa entre las observaciones

H1: Si hay diferencia significativa entre las observaciones

Tabla 11. Diseño factorial para la elaboración de prototipos.

Factores de variación	Niveles de variación	Réplicas	Factores dependientes	Factor de respuesta	Técnica o instrumento
Relación noni - fruta aromática	20-80, 50-50 y 80-20%	3	Acidez, pH, absorbancia	Aceptación: sabor y olor y capacidad antioxidante.	Titulación ácido-base, Potenciómetro, Evaluación sensorial ^a Folin-Ciocalteu
Relación isomaltitol-azúcar	40-60, 50-50 y 75-25%	3	°Brix	Aceptación: sabor, dureza y masticabilidad.	Refractómetro Evaluación sensorial

Actividad 2.2 Evaluación sensorial de prototipos

Se realizó una prueba afectiva con 29 jueces semi-entrenados en la cual cada juez debía ordenar de acuerdo a su preferencia en sabor y olor las 9 golosinas con el fin de seleccionar la golosina que sea de mayor preferencia por parte de los encuestados. Los jueces empleados fueron alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la FES Cuautitlán con conocimientos previos de evaluación sensorial. El formato de dicha encuesta se muestra en las Figuras 14a y 14b mientras que en la Tabla 12 se presenta la escala utilizada donde se propusieron calificaciones de 9 (me gusta muchísimo) hasta 1 (me disgusta muchísimo).

A los resultados obtenidos durante la evaluación sensorial se les realizó un análisis estadístico mediante el programa R versión 2.15.2. (R Core Team, 2012), aplicando la prueba de Friedman para verificar la existencia de una diferencia significativa entre las formulaciones.

Así mismo se realizó el Test Wilcoxon para muestras pareadas, que es la técnica no paramétrica paralela al de la t de Student para muestras apareadas. Es utilizada para hacer pruebas de hipótesis acerca de la mediana. Dónde:

H0: No hay diferencia entre las observaciones apareadas

H1: Si la hay

Tabla 12. Escala utilizada durante la encuesta de selección de prototipos.

ME GUSTA MUCHISIMO	9	ME DISGUSTA UN POCO	4
ME GUSTA MUCHO	8	ME DISGUSTA MODERADAMENTE	3
ME GUSTA MODERADAMENTE	7	ME DISGUSTA MUCHO	2
ME GUSTA POCO	6	ME DISGUSTA MUCHISIMO	1
ME ES INDIFERENTE	5		

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

Frente a usted hay 9 muestras de dulce de noni, ordene de acuerdo a su preferencia en cuanto a características de sabor y olor. Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

PREFERENCIA SABOR

ESCALA	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
ME GUSTA MUCHISIMO									
ME GUSTA MUCHO									
ME GUSTA MODERADAMENTE									
ME GUSTA POCO									
ME ES INDIFERENTE									
ME DISGUSTA UN POCO									
ME DISGUSTA MODERADAMENTE									
ME DISGUSTA MUCHO									
ME DISGUSTA MUCHISIMO									

Figura 14a. Encuesta para selección de prototipo.

PREFERENCIA OLOR									
ESCALA	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
ME GUSTA MUCHISIMO									
ME GUSTA MUCHO									
ME GUSTA MODERADAMENTE									
ME GUSTA POCO									
ME ES INDIFERENTE									
ME DISGUSTA UN POCO									
ME DISGUSTA MODERADAMENTE									
ME DISGUSTA MUCHO									
ME DISGUSTA MUCHISIMO									
COMENTARIOS _____									

¡MUCHAS GRACIAS!									

Figura 14b. Encuesta para selección de prototipo (continuación).

Objetivo particular 3

Se llevó a cabo un análisis físico y químico del prototipo elegido para así determinar el contenido nutrimental de la golosina y un análisis microbiológico para asegurar la calidad sanitaria de la misma. Todos los análisis están basados tanto en normas oficiales como en normas mexicanas y los experimentos se realizaron por triplicado.

Actividad 3.1 Análisis químico de prototipo seleccionado

Para las técnicas humedad por termobalanza, cenizas por método de Klemm, fibra dietética por método de Kennedy, acidez por titulación ácido-base, pH por potenciómetro y grados Brix por refractómetro, ver actividad preliminar 2.

Proteína por método de MicroKjeldahl (AOAC 960.52)

Fundamento: Se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico. El hidrógeno y el carbón de la materia orgánica se oxidan

para formar agua y bióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en SO_2 , el cual reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio. El amoniaco se libera después de la adición de hidróxido de sodio y se destila recibiendo en una solución saturada de ácido bórico. Se titula el nitrógeno amoniacal con una disolución valorada de ácido, cuya normalidad depende de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra.

Materiales y equipo:

- Digestor y destilador MicroKjeldahl

Cálculos:

$$\%Nitrógeno = \frac{(V-V_b) * N * 0.014}{P} * 100 \quad (\text{Ec. 11})$$

donde:

V = Volumen de HCl empleado en la titulación de la muestra (ml)

V_b = Volumen de HCl empleado en la titulación del blanco (ml)

N = Normalidad del HCl

0.014 = miliequivalente de nitrógeno

P = peso de la muestra (g)

Actividad 3.2 Análisis microbiológico de prototipo seleccionado

Bacterias mesófilas aerobias conteo en placa (NOM-092-SSA1-1994)

Fundamento: El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

Materiales y equipo:

·Incubadora con termostato que pueda ser mantenido a $25 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ provista con termómetro calibrado. Mca Prolab RX

·Autoclave que alcance una temperatura mínima de $121 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. All American 25X

·Baño de agua con control de temperatura y circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de $0,1^{\circ}\text{C}$ y que mantenga la temperatura a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. IKA hb10

·Contador de colonias de campo oscuro, con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador. Luzersen J-3

·Microscopio óptico. Olympus LX-500

·Potenciómetro con una escala mínima de 0,1 unidades de pH a 25°C . Conductronic pH 120

Todo el material e instrumentos que tengan contacto con las muestras bajo estudio, deben esterilizarse mediante: Horno, durante 2 h de 170 a 175°C o por 1h a 180°C o autoclave, durante 15 minutos como mínimo a $121 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

Reactivos:

Los reactivos empleados en esta prueba, deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa. Cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada.

· Agar Triptona-Extracto de Levadura (agar para cuenta estándar).

Cálculo:

Después de la incubación, contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando el contador de colonias y el registrador. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Calcular la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar.

Cuando dos diluciones están en el intervalo apropiado, determinar la cuenta promedio dada por cada dilución antes de promediar la cuenta de las dos diluciones para obtener la cuenta en placa por gramo o mililitro.

Con el fin de uniformar los criterios para el reporte de las cuentas en ensayos donde las placas presenten situaciones no contempladas en los ejemplos anteriores, se presentan las siguientes guías:

Placas con menos de 25 colonias.- Cuando las placas corridas para la menor dilución muestran cuentas de menos de 25 colonias, contar el número de colonias presentes en dicha dilución, promediar el número de colonias y multiplicar por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa. Aclarar en el informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado".

Placas con más de 250 colonias.- Cuando el número de colonias por placa exceda de 250, contar las colonias en aquellas porciones de la placa que sean representativas de la distribución de colonias. Contar por ejemplo, una cuarta parte o una mitad del área de la caja y multiplicar el valor obtenido por 4 ó 2, respectivamente. Si solamente pueden contarse algunos cuadros, considerar que el fondo de una caja Petri de 100 mm de diámetro contiene 65 cuadros de la cuadrícula del contador. Aclarar en el informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado".

Colonias extendidas.- Las colonias extendidas pueden presentarse en las siguientes formas:

- a) Cadenas de colonias no separadas claramente entre sí, que parecen ser causadas por la desintegración de un cúmulo de bacterias.
- b) Colonias que se desarrollan en película entre el agar y el fondo de la caja.
- c) Colonias que se desarrollan en película en la orilla de la caja sobre la superficie del agar.
- d) Colonias de crecimiento extendido y en algunas ocasiones acompañadas de inhibición del crecimiento, que en conjunto exceden el 50% de la caja o represión del crecimiento que por sí mismo excede el 25% de la superficie de la caja.

Cuando es necesario contar en cajas que contienen colonias extendidas que no están incluidas en la guía de colonias extendidas contar cualquiera de los tipos a), b) ó c), como provenientes de una sola fuente. En el caso de las colonias del tipo a), si la caja contiene una sola cadena, contar como una sola colonia, si la caja contiene varias cadenas que parecen originarse de fuentes separadas, contar cada cadena como colonia individual. No contar cada colonia de la cadena individualmente. Las colonias del tipo b) y c) generalmente se observan como crecimiento diferenciable de otras colonias y se cuentan como tales. Los crecimientos tipo d), reportarlos como crecimiento extendido. En caso de que una dilución se encuentre dentro del rango y otra dilución presente colonias de crecimiento extendido, reportar la dilución en la que se pueden contar las colonias.

Placas sin colonias.- Cuando las placas de todas las diluciones no muestran colonias, reportar la cuenta en placa como menor que una vez el valor de la dilución más baja usada.

Placas corridas por duplicado, una con crecimiento dentro del intervalo adecuado y otra con más de 250 colonias.- Cuando una placa tiene entre 25 y 250 colonias y su duplicado más de 250 colonias, contar ambas placas incluyendo la que está fuera del intervalo para determinar la cuenta en placa.

Placas corridas por duplicado, una placa de cada dilución dentro del intervalo de 25 a 250 colonias.- Cuando una placa dentro de diferentes diluciones contiene el número de colonias especificadas en el intervalo, contar el número de colonias de las cuatro placas para calcular la cuenta en placa.

Placas corridas por duplicado, ambas placas de una dilución dentro del intervalo de 25 a 250 y sólo una de la otra dilución dentro del mismo. Contar las cuatro cajas incluyendo aquélla con menos de 25 o más de 250 colonias, para calcular la cuenta en placa.

Después de contabilizar las colonias en las placas seleccionadas, multiplicar por la inversa de la dilución para obtener el número de UFC por mililitro o gramo de la muestra. Redondear la cifra obtenida en la cuenta de manera que sólo aparezcan dos dígitos significativos al inicio de esta cifra. Para redondear, elevar el segundo dígito al número inmediato superior cuando el tercer dígito de la derecha sea cinco o mayor (por ejemplo:

128 redondear a 130). Si el tercer dígito es cuatro o menos, reemplazar el tercer dígito con cero y el segundo dígito mantenerlo igual (Por ejemplo: 2417 a 2400).

Informe de la prueba:

Reportar como: Unidades formadoras de colonias, ___ UFC/g o ml, de bacterias aerobias en placa en agar triptona extracto de levadura o agar para cuenta estándar, incubadas _____ horas a _____ °C.

Mohos y levaduras conteo en placa (NOM-111-SSA1-1994)

Fundamento: El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Materiales y equipo:

Ver actividad anterior

Reactivos:

Los reactivos empleados en esta prueba, deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa. Cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada.

· Agar papa - dextrosa, comercialmente disponible en forma deshidratada.

· Ácido tartárico estéril al 10% (aproximadamente 1,4 ml de ácido tartárico por 100 ml de medio).

Cálculo:

Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Multiplicar por el inverso de la dilución, tomando en consideración los criterios de la

NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa, para la expresión de resultados.

Informe de la prueba:

Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de mohos en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días.

Objetivo particular 4

Actividad 4.1 Evaluación del grado de aceptación del consumidor potencial de la golosina.

La aceptación intrínseca de un producto alimenticio es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas, reológicas y de estructura del mismo. Si esa aceptación interviene en el primer impulso de compra, condiciona indiscutiblemente la compra del producto (Nicod, 2000) por lo que es necesario evaluar el grado de aceptación o rechazo.

En caso de ser necesario cambiar algún elemento del proceso de fabricación, es preciso comprobar el impacto sobre la calidad del producto por parte del consumidor antes de sacarlo al mercado, ya sea comparándolo con uno del mercado (competencia), con un producto nuevo con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo, por lo que en esta actividad se realizó una prueba de preferencia pareada, en la cual se comparó el prototipo elegido inicialmente (ver Actividad 2.2) contra un prototipo reformulado el cual se obtuvo mediante la utilización de un saborizante de maracuyá esto con el fin de asegurar el éxito del producto en el mercado. El cuestionario utilizado se muestra en la Figura 15 y fue aplicado a 30 jueces consumidores.

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

Frente a usted hay dos muestras de golosina de noni, usted debe probar primero la muestra 223 y luego la muestra 677

¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una X la muestra elegida

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
223	677

¿Por qué la eligió?

COMENTARIOS:

Figura 15. Encuesta para prueba de preferencia pareada.

Objetivo particular 5

Actividad 5.1 Selección del envase y desarrollo de la etiqueta de la golosina.

Para la selección del envase se tomaron en cuenta las características físico-químicas de la golosina que se quieren conservar tales como la humedad y el contenido de fenoles, así mismo se consideró la disponibilidad del envase y su precio.

Para el desarrollo de la etiqueta se siguieron los puntos establecidos en las normas oficiales mexicanas: NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados, y la NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. “Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición.

Especificaciones nutrimentales”. En esta etiqueta se incluirá la marca que representará al producto tomando en cuenta que debía ser distintiva, corta, fácil de reconocer y recordar.

Actividad 5.2 Determinación del precio del producto.

El precio del producto se estableció en base al costo del producto considerando: costos de materia prima y envase, esto debido a que no se tiene una producción estimada por lo tanto no es posible estimar el costo de los servicios y la mano de obra, además de que no se contó con los instrumentos necesarios para medir el gasto de insumos como luz y gas.

Objetivo particular 6

Actividad 6.1 Someter la golosina a condiciones de aceleración (variando la temperatura y manteniendo la humedad relativa constante).

La vida útil de un producto depende de factores ambientales, de la humedad, de la temperatura de exposición, del proceso térmico al que se somete y de la calidad de las materias primas, entre otros (Potter, 1978). Debido a que la temperatura de almacenamiento ideal de la golosina es de 4°C, se almacenaron las golosinas a temperatura de 13°C en un refrigerador marca HERFRIMEX. S. A. modelo vr2L2 y a 23°C en una incubadora marca Precision Scientific modelo 4 durante un mes, esto con el fin de acelerar las reacciones de deterioro y obtener un valor de vida útil en un periodo corto. En este tiempo se monitoreó diariamente la temperatura para mantenerla en $13\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, así mismo se midió diario la humedad relativa con un higrómetro marca Mervec para mantenerla fija al $70\pm 3\%$.

Actividad 6.2 Selección de los factores críticos en la vida útil de la golosina de noni.

Se seleccionó la humedad, variación de pH y acidez como variables de respuesta del estudio de vida útil. Estas fueron elegidas ya que se consideran los atributos que pueden llegar a sufrir un mayor cambio en la golosina debido a los ingredientes que ésta contiene. Las mediciones se realizaron a las golosinas almacenadas cada tercer día durante un mes.

Se determinó la humedad por termobalanza, el pH por medio de un potenciómetro y la acidez con titulación ácido-base, estas técnicas se encuentran descritas ampliamente en la Actividad preliminar 2.

Actividad 6.3 Análisis de la cinética de reacción de las variables seleccionadas

De todas las variables medidas durante el estudio de vida útil, se eligieron aquellas que representan un cambio notorio en la calidad de la golosina de noni. Y con los resultados de cada una de estas variables se construyeron gráficos para cada una de las temperaturas (13 y 23) °C, como el de la Figura 5, donde la pendiente de la recta representa la constante de reacción o deterioro de las variables.

Además para cada variable se determinó un valor límite en el cuál el producto ya no reunía las cualidades necesarias para el consumidor. Con estos valores se estimaron los valores puntuales de vida útil de la golosina de noni, para las temperaturas de almacenamiento de (13 y 23) °C.

Por último se graficó el logaritmo de la vida útil contra la temperatura (Figura 7), se obtuvo la regresión lineal de la recta y con la ecuación obtenida se estimó la vida útil de la golosina de noni para diferentes temperaturas de almacenamiento.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Actividad preliminar 1. Selección de fruta aromática.

La evaluación sensorial para la selección de la fruta aromática que combinada con el noni proporcionará un mejor sabor y olor a la golosina, se realizó a seis estudiantes de ambos sexos de la carrera de Ingeniería en Alimentos en la FES Cuautitlán. Los resultados de preferencia en sabor y olor se presentan en las Tablas 13 y 14 respectivamente.

Tabla 13. Preferencia en cuanto a sabor.

Jueces	Piña (351)	Limón (260)	Naranja(720)
1	2	1	3
2	2	1	3
3	2	1	3
4	3	1	2
5	2	1	3
6	2	1	3
\bar{x}	2.17	1	2.83

Tabla 14. Preferencia en cuanto a olor.

Jueces	Piña (351)	Limón (260)	Naranja(720)
1	3	1	2
2	1	2	3
3	3	1	2
4	3	1	2
5	2	1	3
6	1	2	3
\bar{x}	2.17	1.33	2.5

En las Tablas 13 y 14 podemos observar que el limón fue la fruta con mayor aceptación por parte de los jueces encuestados de acuerdo con la escala utilizada, en donde se considera 1 como la calificación más alta.

Cada individuo percibe los Aromas de forma diferente, lo que no significa que sea mejor o peor, sino distinto. Sin embargo estadísticamente, existe un grupo de la población que es capaz de detectar características sensoriales comunes en los alimentos, que presentan atributos ya sea deseables o indeseables (Auvray y Spence, 2008). Por este motivo a los resultados anteriores se les realizó un análisis estadístico mediante el programa R del 2012, aplicando la prueba de Friedman y la prueba de Wilcoxon para muestras apareadas. En cuanto a sabor se encontró que los jueces si detectan una diferencia significativa entre las 3 frutas ($P=0.005704$), sin embargo no detectan una diferencia significativa en el olor de las 3 diferentes muestras ($P=0.1146$).

Al hacer una comparación entre la combinación noni-limón y noni naranja se concluye que hay evidencia estadística de que la mezcla con limón proporciona un mejor sabor que la combinación con naranja y que cada fruta aporta un sabor totalmente diferentes ($P=0.02627$). Lo mismo ocurrió al comparar la combinación noni-limón y noni- piña ($P=0.02627$). Sin embargo se encontró que en cuanto a sabor no existe diferencia significativa entre las combinaciones noni-piña y noni-naranja ($P=0.1294$).

Para los jueces el sabor del noni si fue mejorado al mezclarlo con limón pero no se encontró diferencia significativa en cuanto al olor. La mejora de estas propiedades se debió a los compuestos químicos que contiene el limón tales como el ácido cítrico que proporciona notas ácidas así como a los aceites esenciales que aunque se encuentran en mayor proporción en la corteza también se encuentran en el albedo o mesocarpio (parte blanca bajo la cáscara) y en el zumo. Sin embargo la mayor contribución al aroma de limón se debe a constituyentes minoritarios como aldehídos, esteroides y alcoholes, siendo los isómeros a y b del citral los más significativos (Stantley, 1958; Laencina, 1970; Di Giacomo y Mincione, 1994).

Como se mencionó antes, los jueces no notaron diferencia en el olor de las tres combinaciones esto se debe al penetrante olor del noni que diversos autores han atribuido a los ácidos grasos de cadena corta (C_6 a C_{10}) que contiene éste, los cuales son liberados por hidrólisis y convertidos en volátiles durante la maduración del noni, provocando olores y sabores desagradables (Chunhieng *et al.*, 2005).

Actividad preliminar 2. Análisis químico del noni

Tabla 15. Composición nutrimental del noni (*Morinda citrifolia*) experimental y teórica.

Determinación	Técnica	\bar{x}	SD	C.V	Referencia bibliográfica (WEST <i>et al.</i> , 2010)
HUMEDAD (g/100g)	Estufa de aire (NMX-F-083-1986)	93.5927	0.2608	0.2787	91.63
HUMEDAD (g/100g)	Termobalanza (NMX-F-428-1982)	88.78	0.52	0.59	91.63
AZÚCARES REDUCTORES TOTALES (g/100g)	Lane- Eynon (NMX-F-312-1978)	6.01	0.04	0.66	7.21
FIBRA DIETÉTICA (g/100g)	Método de Kennedy (Less, 1982)	1.98	0.05	2.50	2.01
CENIZAS (g/100g)	Método de Klemm (NMX-F-066-S-1978)	0.9	0.04	4.66	0.54
CONTENIDO TOTAL DE FENOLES (mg EAG/100g)	Folin-Ciocalteu (Singleton, et al., 1999)	71.648	1.979	2.762	47.6 ^a (Dussosoy <i>et al.</i> , 2011) 210 (Yang <i>et al.</i> , 2007) 1500 ^a (Yang <i>et al.</i> , 2010)

^aBase seca.

El noni no contiene una cantidad significativa de proteínas o grasas por lo cual no se le determinaron tales propiedades. Sin embargo, se han detectado en el puré de noni aminoácidos siendo el ácido aspártico el más predominante (West *et al.*, 2010). El resto de la composición nutricional del puré de noni se presenta en la Tabla 15 donde podemos observar que el contenido de fibra también es bajo (1.98%), lo que coincide con la referencia.

Además de los valores reportados por West *et al.* (2010), otros investigadores han concordado que la fruta contiene aproximadamente 90% de agua (Chunhieng *et al.*, 2005) siendo este valor cercano al obtenido durante la experimentación tanto por el método de estufa como al usar la termobalanza digital (Ohaus Mb25). Así mismo se han reportado diferentes valores de carbohidratos encontrando que dependiendo del origen de la fruta es la cantidad de estos (Chunhieng *et al.*, 2005). En el estudio hecho por West *et al.* (2010), el noni se cosechó en la Polinesia Francesa y se dejó madurar totalmente, obteniendo 7.21 % de carbohidratos totales. Este valor es el más cercano al nuestro (6.01%) y representa una cantidad significativa de azúcares simples (glucosa, fructosa y trazas de sacarosa), lo cual hace que esta fruta sea un buen generador de energía para el cuerpo humano (Fennema, 2000).

En el caso del contenido mineral se atribuye la diferencia de valores principalmente a la etapa de madurez en la cosecha, el clima, el suelo, las condiciones de éste y la variabilidad genética (Cunningham *et al.*, 2001; Razafimandimbison *et al.*, 2010). Sucede algo similar con el contenido total de fenoles (71.648 mg EAG/100 g en peso seco), este valor es diferente a las referencias por diversas causas, entre estas podemos mencionar el tratamiento previo que se le dió a la pulpa; el valor reportado por Dussossoy *et al.*, (2011) es de un jugo de noni, que fue filtrado y clarificado, mientras que los valores reportados por Yang *et al.*, (2007 y 2010) son de una pulpa de noni deshidratada a 50°C por 24 horas con la diferencia que en un estudio fueron sometidas a iluminación las muestras durante su almacenamiento. Además del tratamiento previo de la muestra el contenido total de fenoles depende y pudo haber variado con respecto a la referencia entre otras cosas por la temperatura a la que fue sometido el fruto durante su almacenamiento o procesamiento, la forma de extracción de la muestra, la madurez de fruta, y el tiempo que se expone la muestra al ambiente ya que también influye la respiración del fruto. Toda esta información contribuye a establecer las propiedades atribuidas a los productos del noni.

Análisis de propiedades físicas y fisicoquímicas del noni

Se determinó los °Brix, la acidez y el pH del puré de noni (Tabla 16), estos datos pueden variar ligeramente con la referencia de acuerdo al origen del noni, en el caso de los °Brix Chunhieng *et al.*, (2005) encontró que el noni de Tahití sólo tenía 4,8 °Brix; a la vez este

resultado varia con respecto a los azúcares reductores totales debido a que además de los componentes de bajo peso molecular, el noni también contiene polisacáridos (Hirazumi y Furusawa, 1999).

Los ácidos orgánicos son los compuestos responsables de la acidez en los frutos en el caso del noni el ácido ascórbico principalmente (Dussossoy y col., 2011). Durante la maduración del fruto dichos ácidos disminuyen al ser ocupados como sustratos respiratorios transformándose, en parte, en azúcares simples por lo que se puede decir que durante la maduración del noni hay una disminución en la acidez y un aumento en los grados Brix.

Tabla 16. Características físicas y fisicoquímicos del noni (*Morinda citrifolia*) experimental y teórica.

Determinación	Técnica	\bar{x}	SD	C.V	Referencia bibliográfica
Acidez (g/100g) ^a	Titulación ácido-base (NMX-F-102-S-1978)	1.6	0.0	0.0	1.76±0.01 (Dussossoy <i>et al.</i> , 2011)
pH	Potenciómetro (NMX-F-317-S-1978)	3.7	0.1	2.7	3.72 (Chunhieng <i>et al.</i> , 2005)
°Brix	Refractómetro (NMX-F-103-1982)	8.4	0.1	1.7	8.0 (Chunhieng <i>et al.</i> , 2005)

^aBase seca.

Actividad preliminar 3. Modificación del diagrama de proceso general de elaboración de golosinas y formulación base.

Para establecer el diagrama de proceso y la formulación final de la golosina se elaboraron golosinas de acuerdo a las condiciones establecidas en las Figuras 9 a la 12 y sus respectivas formulaciones (Tablas 6 a 9) del capítulo 2, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Durante el proceso preliminar 1, se pretendía obtener un caramelo macizo, pero en dicho proceso fue imposible incorporar la mezcla de frutas y conservador, debido a que una vez formado el caramelo con el isomaltitol se endurecía y no permitía una segunda mezcla, a menos que ésta se sometiera a un calentamiento junto con el caramelo, pero sería un proceso inadecuado debido a la presencia de la reacción de Maillard y se perderían los fenoles en el noni.

En los procesos preliminares 2 y 3 la textura final de la golosina no fue la esperada al haber usado pectina y grenetina como gelificantes, la golosina tenía un aspecto de mermelada – puré que no correspondía a una textura firme de un gel dulce.

En cuanto a sabor, las golosinas obtenidas de los procesos preliminares 1 y 2 resultaron muy ácidas debido al exceso de ácido cítrico presente en dichas formulaciones por lo que se tuvo que reducir la cantidad adicionada en los siguientes 2 procesos.

Por último la formulación de la Tabla 9 resultó en un gel dulce con textura firme parecido al de las gomitas, por su parte el proceso preliminar 4 resultó ser un proceso más fácil para la obtención de la golosina, no se requirió un calentamiento de la mezcla de pulpas por lo que no se perderían los fenoles del noni, la mezcla de pulpas es fácil de integrar a la grenetina hidratada y dicha mezcla a su vez se incorpora al caramelo antes de solidificarse. Es por esto que el proceso establecido en la Figura 12 y la formulación de la Tabla 9 fueron los seleccionados.

Actividad preliminar 4. Elaboración de curva patrón

Con la finalidad de obtener el contenido total de fenoles del noni así como de la golosina se elaboraron dos curvas patrón en base a la absorbancia producida por la combinación de ácido gálico, agua, NaCO_3 al 7% y reactivo de Folin al 10%, dichas soluciones fueron medidas en el espectrofotómetro marca Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10UV a 765 nm (ver metodología completa en el capítulo 2). Los resultados de las curvas se muestran en la Figura 16.

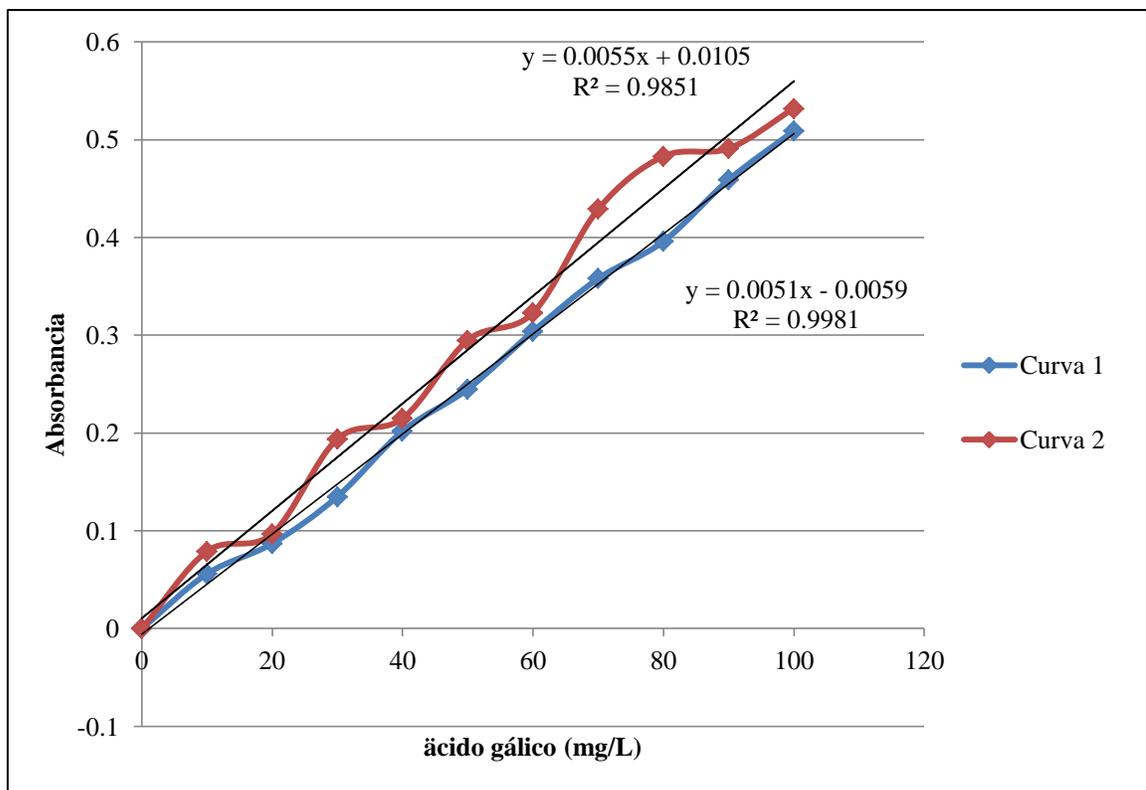


Figura 16. Curvas patrón.

Una vez graficada la curva se realizó una regresión lineal para obtener el dato de correlación (R^2) que determina la proporción de variación entre los datos (Baena, 2009) y se utilizó para la cuantificación de fenoles en el noni y las golosinas; de acuerdo al dato R^2 de cada una de las curvas, (Figura 16) la curva 1 presentó una mayor correlación ($R^2=0.9981$) y por lo tanto menor variación en los resultados así que esta curva se ocupó en el cálculo de fenoles totales. Para hacer el cálculo, la absorbancia obtenida de la muestra problema se sustituyó en la ecuación de la curva patrón ($y=0.0051x- 0.0059$, donde y es la absorbancia y x es la concentración de ácido gálico). Los resultados fueron expresados en miligramos de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100g de puré de noni en base seca.

Objetivo particular 1.

Actividad 1.1 Desarrollo del estudio de mercado.

Los resultados obtenidos del estudio de mercado demostraron que a pesar de que la mayoría de la población de estudio no tenía conocimiento del noni, ni de sus propiedades fisicoquímicas (Figuras 17 y 18), una vez que se les explicó, dijeron estar dispuestos a consumir una golosina a base de noni (Figura 21) ya que todos ellos consumen algún tipo de dulce (Figuras 19 y 20).

Una vez que se aclaró que el noni no tiene un sabor tan agradable como el de otras frutas, se le pidió a los encuestados seleccionar una fruta con la cual brindar un sabor agradable a la golosina, los encuestados prefirieron la naranja (Figura 22) pero cabe señalar que este no fue el único resultado en el que se basó el proyecto para la selección de la fruta (véase actividad preliminar 1).

Debido a que la golosina por sus propiedades va dirigida a un grupo de consumidores que presenten enfermedades como cáncer, artritis o diabetes se les preguntó a los encuestados con qué frecuencia consumirían el dulce, a lo cual los encuestados respondieron en un 45% que diariamente, mientras que un 35% respondió que entre dos y tres veces por semana (Figura 23).

Para saber cuál será el punto de venta de la golosina de noni se les preguntó a los encuestados en qué lugar acostumbran consumir productos benéficos para la salud y el 70% coincidió que en tiendas naturistas (Figura 24) y que además si se asegura que el dulce contará con las mismas propiedades que el noni por sí solo, no sólo es recomendable el consumo para personas enfermas sino para toda la población en general (Figura 26).

Se les preguntó a los encuestados cuánto dinero estarían dispuestos a pagar por la golosina de noni y el 85% acordó que de acuerdo a la economía actual del país sólo están dispuestos a pagar \$30 pesos por un paquete que contenga 25 dulces de 2g (\$1.2c/dulce) (Figura 25).

De acuerdo a la encuesta realizada podemos asegurar que la golosina tendrá aceptación en el mercado no solo por el hecho de ser una golosina si no por el hecho de aportar tantos

beneficios a la salud y que nuestro mercado meta es toda la población y no sólo un grupo determinado.

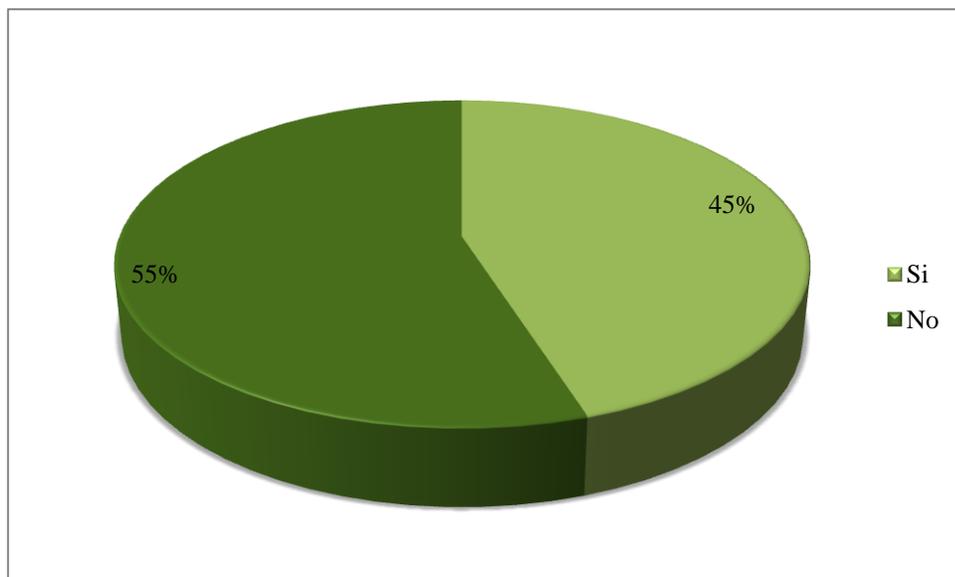


Figura 17. ¿Conoce el noni?

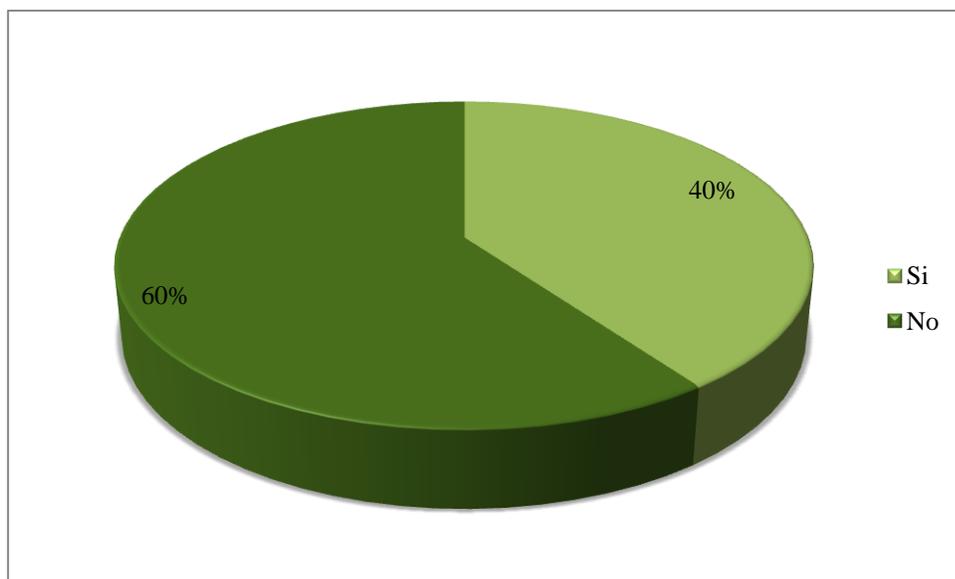


Figura 18. ¿Sabía que por su cantidad de antioxidantes ayuda a mejorar la condición de enfermos de artritis, diabetes y cáncer?

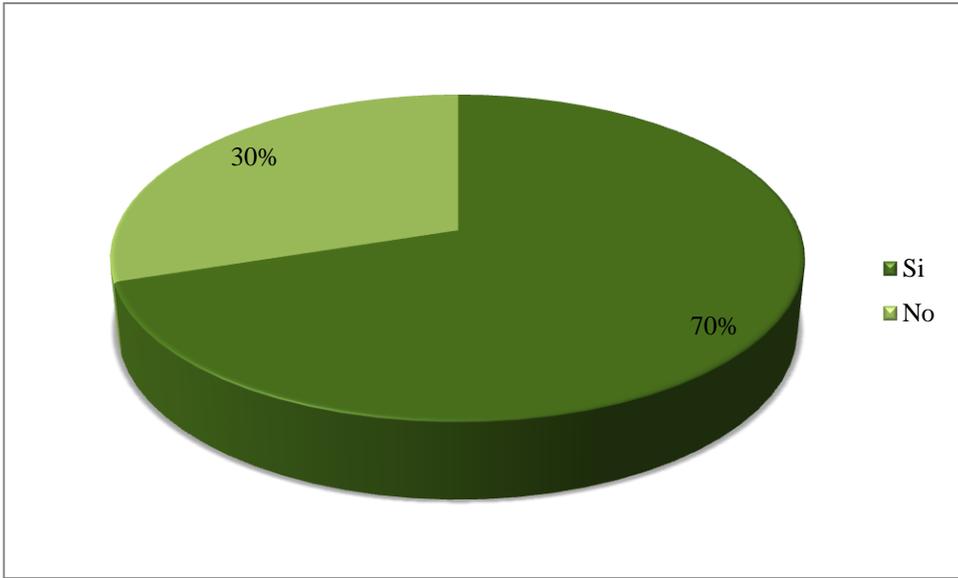


Figura 19. ¿Consume algún tipo de dulce?.

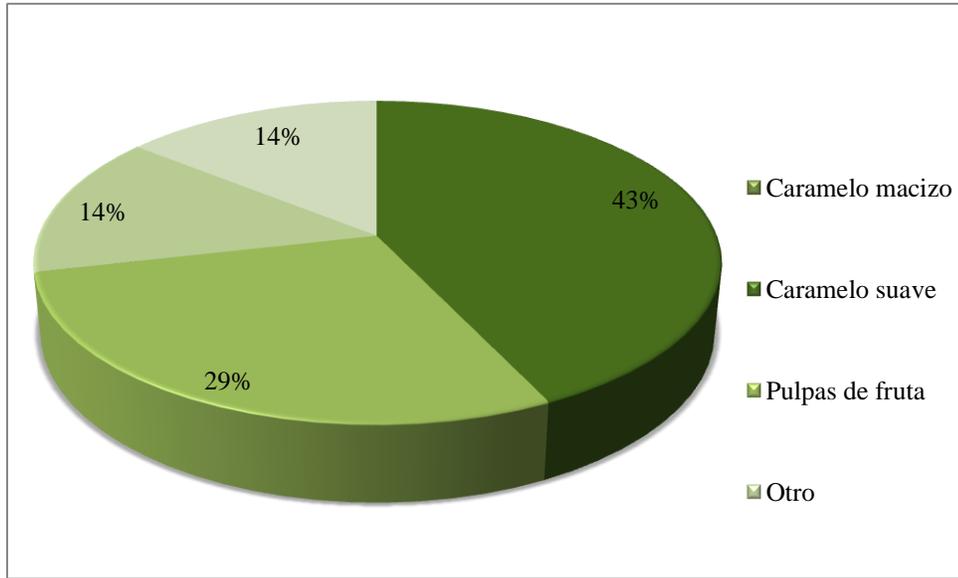


Figura 20. ¿Qué tipo de dulce consume?

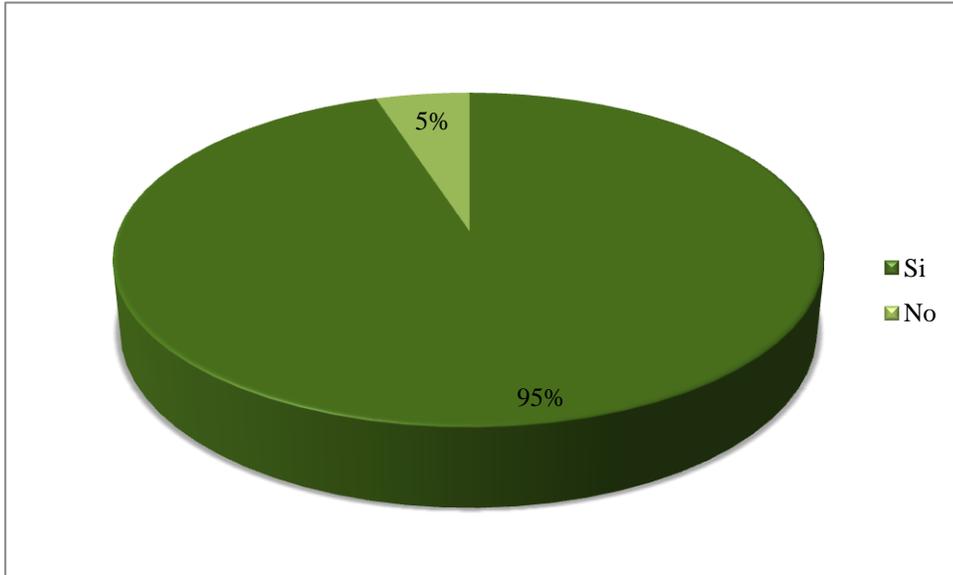


Figura 21. ¿Compraría un dulce a base de noni?

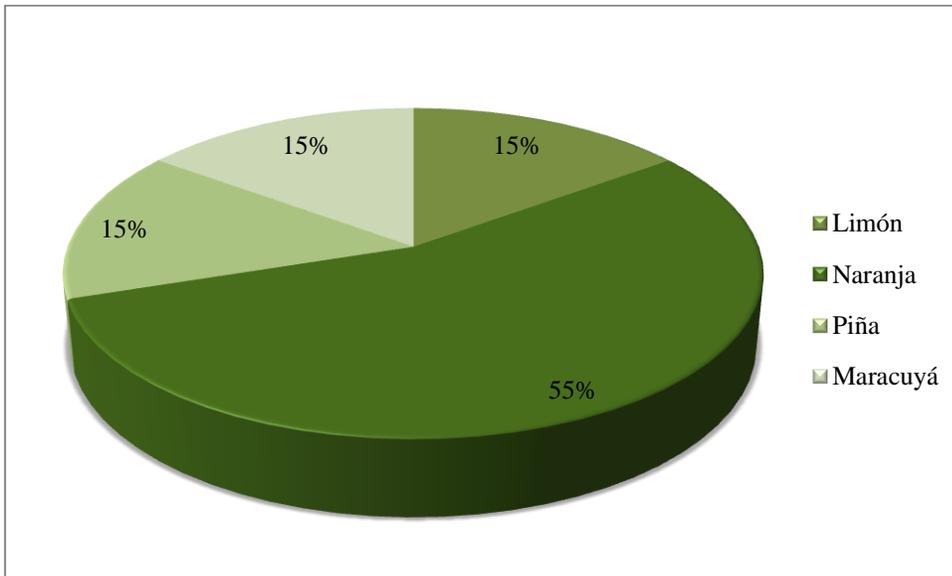


Figura 22. ¿Con qué fruta mezclaría el noni para brindarle un mejor sabor al dulce?

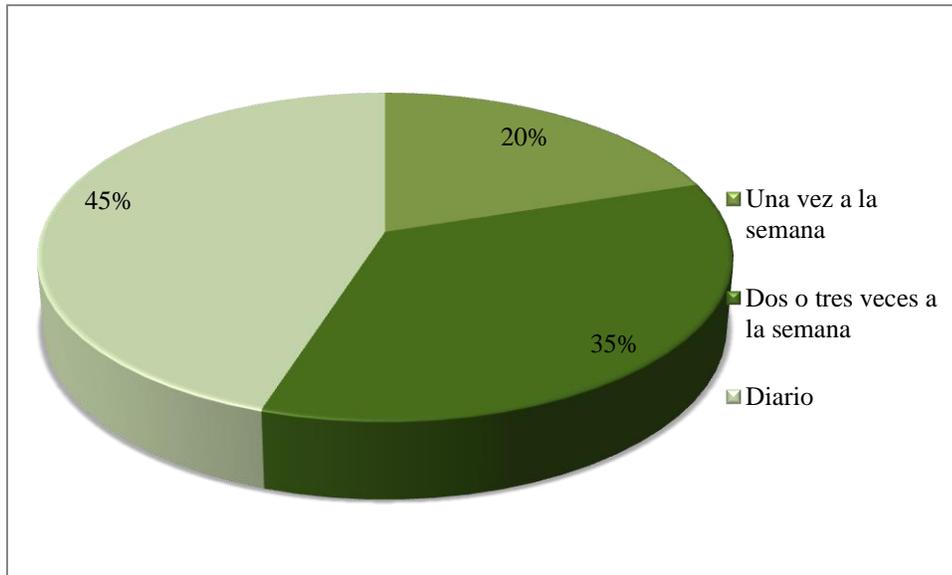


Figura 23. ¿Con qué frecuencia consumiría este dulce?

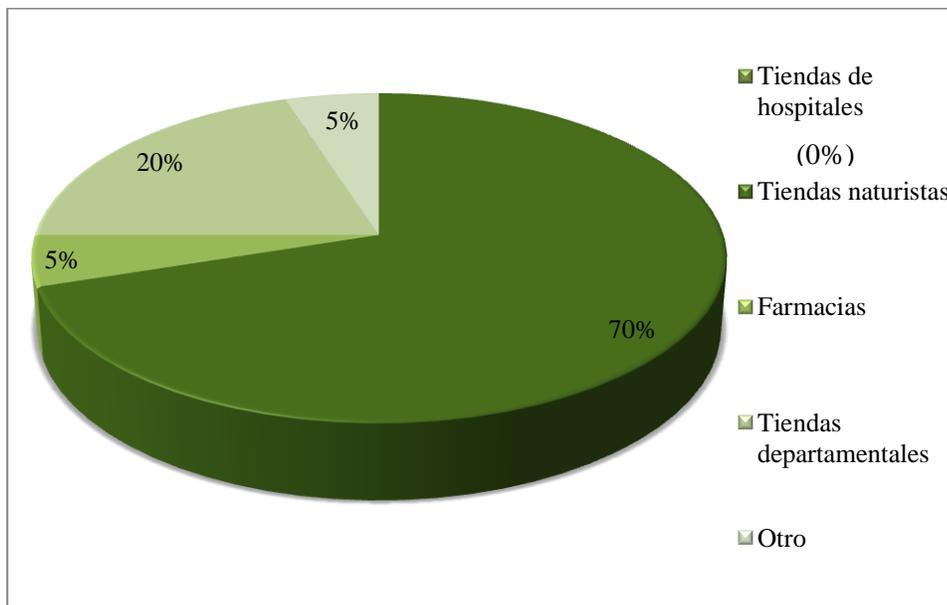


Figura 24. ¿En dónde suele consumir productos naturales para la salud?

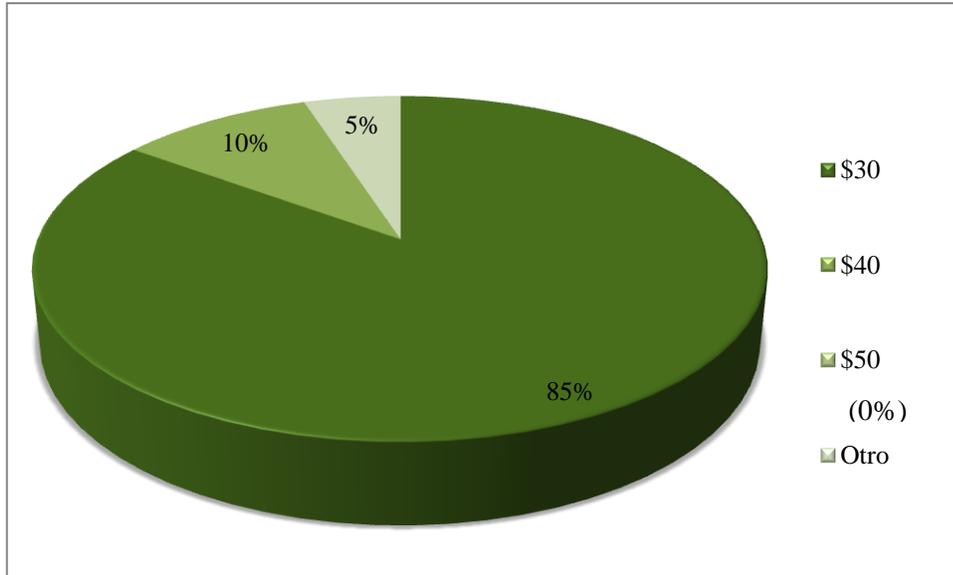


Figura 25. ¿Cuánto estaría dispuesto a gastar por un paquete de 25 dulces de noni?

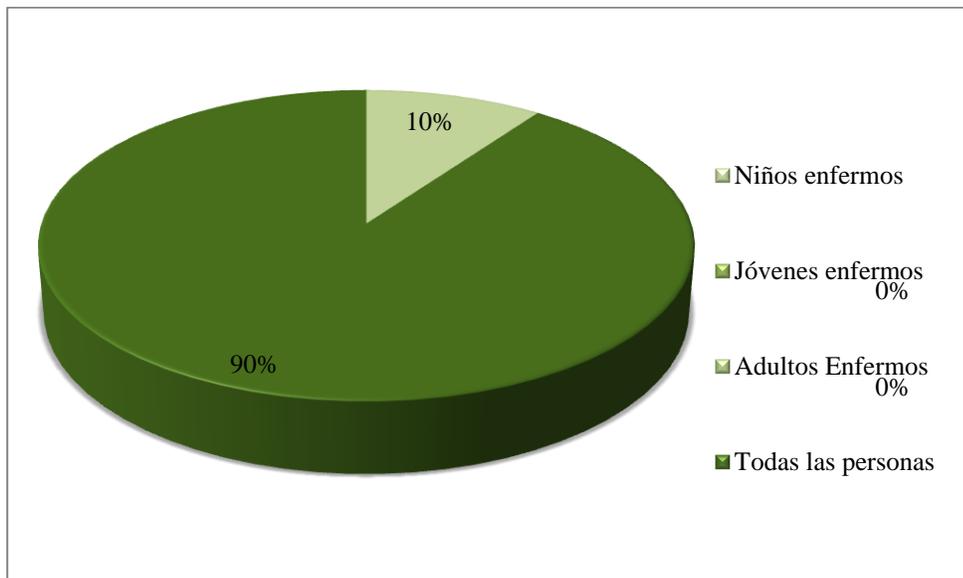


Figura 26. ¿A qué tipo de persona le recomendaría este dulce?

Objetivo particular 2

Actividad 2.1 Elaboración de prototipos y diseño factorial

Una vez que se obtuvo el diagrama de proceso y la formulación base de la golosina (Actividad preliminar 3), se realizaron los prototipos por triplicado de acuerdo al diseño factorial señalado en la Tabla 11 del capítulo 2; a cada golosina elaborada se le midió pH, °Brix, acidez y contenido total de fenoles.

Se realizó el análisis de varianza para el diseño factorial utilizado, mediante el programa estadístico R y así evaluar los efectos de las variables (cantidad de fruta: noni y limón; cantidad de azúcar e isomaltitol) en las variables de respuesta: pH, acidez y °Brix.

pH

Tabla 17. Resultados de pH prototipos.

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
	2.69	2.59	2.92	3.16	2.95	2.78	3.29	3.16	3.45
	2.62	2.73	2.65	2.79	2.85	2.69	3.32	3.45	3.25
	2.56	2.72	2.48	2.86	2.76	3	3.51	3.52	3.46
\bar{x}	2.62	2.68	2.68	2.94	2.85	2.82	3.37	3.38	3.39
SD	0.05	0.06	0.18	0.16	0.08	0.13	0.10	0.16	0.10

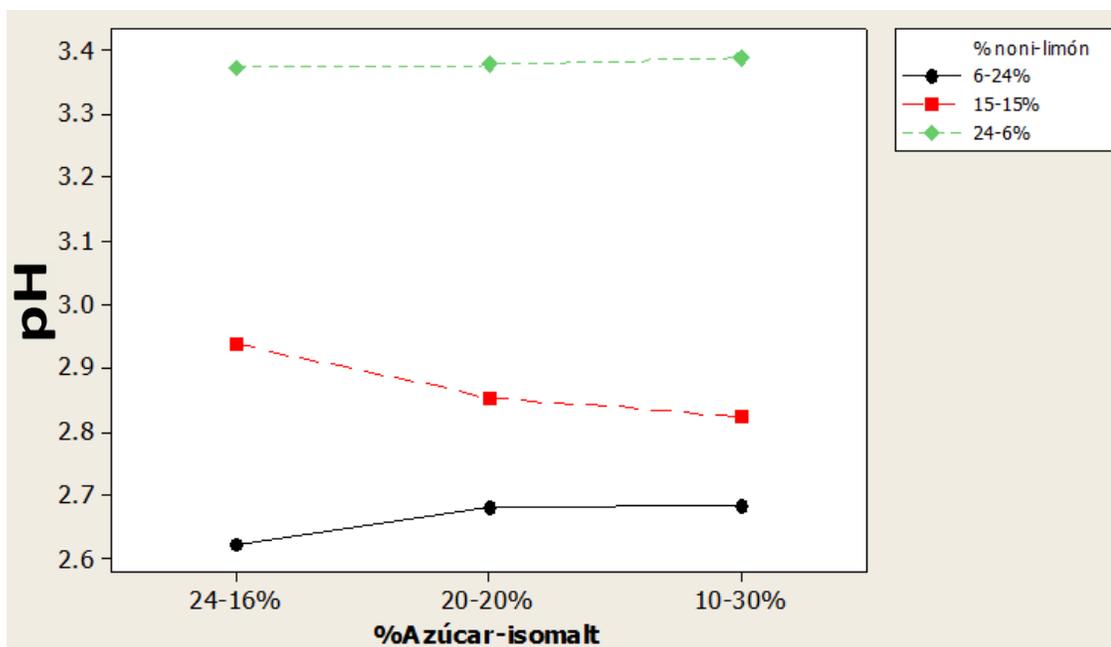


Figura 27. Gráfica de medias de resultados de pH

Como se observa en la Tabla 17 y en la Figura 27 los resultados de pH de las golosinas aumentan debido a la disminución de la concentración de limón, mientras en los prototipos A83, B96 y C64 hay 24% de limón, en los prototipos D31, E23 y F52 hay 15% y en los prototipos G75, H30 e I49 hay solamente 6% de limón el cual tiene pH de 2 (Harris, 2007), que es 54% menor que el del noni ya que este tiene un pH de 3.72 (Chunhieng *et al.*, 2005).

Tabla 18. Análisis de varianza entre prototipos pH.

Factores	P-value
%Noni-limón	0.036
%Azúcar-isomaltitol	0.982
Interacción	0.869

Tabla 19. Prueba de Tukey para resultados de pH.

Comparaciones	P-value
α - β	0.007
α - σ	0.001
β - σ	0.001

De acuerdo al análisis estadístico (Tabla 18) el pH sólo depende del factor % noni-limón ya que los demás factores tienen un valor de P-value mayor a 0.05 lo que indica que no hay un efecto significativo de la proporción de azúcar sobre el pH.

Para analizar el efecto significativo de la fruta en el pH se realizó una prueba de Tukey donde se compararon los prototipos con diferente concentración de fruta (donde α contiene a los prototipos con 6% de noni y 24% de limón; β a los prototipos con 15% de noni y 15% de limón y σ a los prototipos con 24% de noni y 6% de limón). En la Tabla 19 se puede observar que en cada comparación hay diferencias significativas entre las proporciones de noni-limón, a medida que disminuye la proporción de limón aumenta el pH (valores de P-value menores a 0.05), dicho efecto se debe a que el azúcar e isomaltitol no afectan el pH de los prototipos posiblemente porque no hay degradación del isomaltitol debido a los enlaces 1-6 entre el manitol y sorbitol (O' Brien-Naborsy Gelardi, 1991) y los enlaces 1-6 entre el glucopiranosil y el fructopiranosil en el azúcar los cuales son muy estables, el único proceso que ocurre con estos ingredientes es una dilución y si hubiera degradación, en todos los prototipos habría cambios significativos de pH.

Acidez (g/100g)

Tabla 20. Resultados de acidez prototipos

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
	0.3392	0.3456	0.448	0.3328	0.256	0.2688	0.16	0.1984	0.1344
	0.3328	0.3776	0.4416	0.2752	0.2624	0.2752	0.1664	0.1856	0.1536
	0.3648	0.384	0.4544	0.288	0.2048	0.288	0.1344	0.16	0.128
\bar{x}	0.346	0.369	0.448	0.299	0.241	0.277	0.154	0.181	0.139
SD	0.017	0.021	0.006	0.030	0.032	0.010	0.017	0.020	0.013

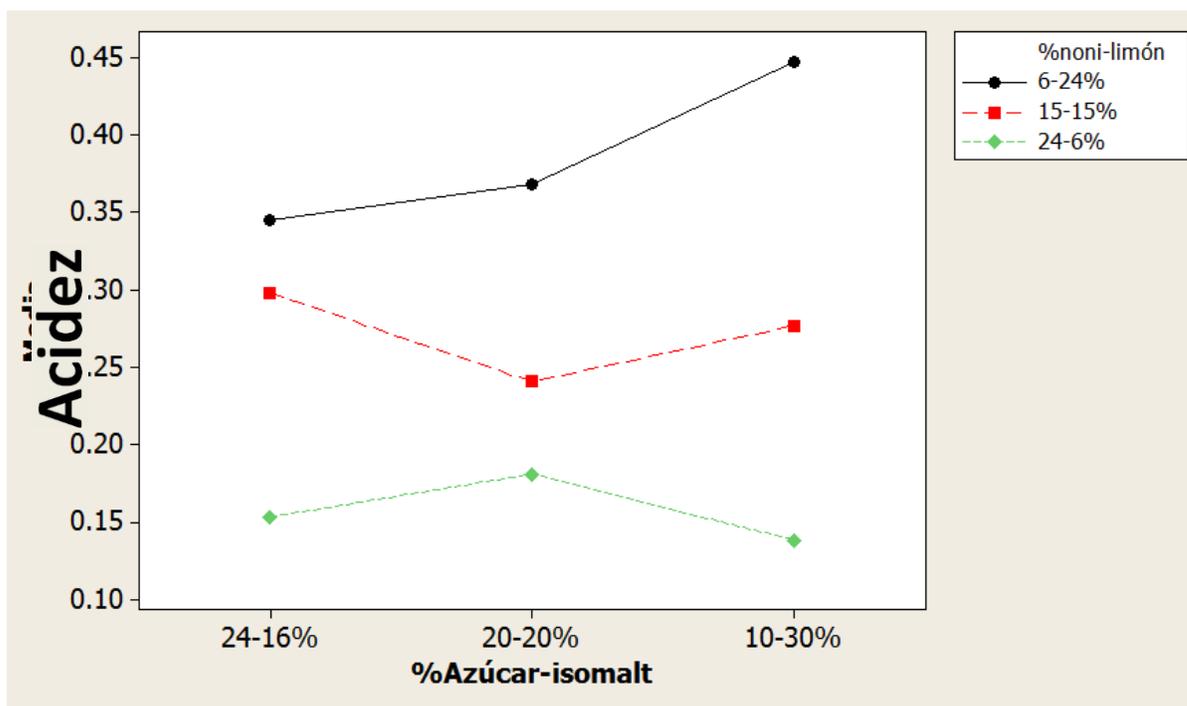


Figura 28. Gráfica de medias de resultados de Acidez.

Al contrario de los resultados de pH, la acidez disminuyó conforme disminuye la cantidad de limón presente en la golosina, tal como se muestra en la Tabla 20 y en la Figura 28. De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 21) la acidez se ve afectada por la concentración de fruta, endulzantes y por la interacción de dichas variables, por lo que se procedió a calcular la diferencia de medias entre prototipos con la misma cantidad de endulzante o con la

misma cantidad de fruta y así determinar qué condiciones afectan los resultados de la acidez.

Tabla 21. Análisis de varianza de los resultados de acidez

Factores	P-value
%Noni-limón	0.03587
%Azúcar-isomaltitol	1.677e-14
Interacción	2.689e-05

Tabla 22. Diferencias de medias para resultados de acidez.

Comparación de prototipos con misma cantidad de endulzante	Diferencia de medias	P-value	Comparación de prototipos con misma cantidad de fruta		
			Diferencia de medias	P-value	
A83-D31	0.0234	0.039	A83-B96	0.047	0.016
A83-G75	0.1024	0.01	A83-C64	0.192	0.001
D31-G75	0.079	0.01	B96-C64	0.145	0.001
B96-E23	0.0576	0.048	D31-E23	0.128	0.001
B96- H30	0.0253	0.017	D31-F52	0.1877	0.001
E23-H30	0.0323	0.043	E23-F52	0.0597	0.037
C64-F52	0.0277	0.041	G75-H30	0.1747	0.001
C64-I49	0.015	0.039	G75-I49	0.3094	0.001
F52-I49	0.0427	0.048	H30-I49	0.1347	0.001

A pesar de que tanto la fruta como el endulzante tienen efecto en la acidez, se observa en la Tabla 22 que la fruta es la variable con mayor efecto en las golosinas debido a que las diferencias de medias son mayores que aquellas en las que el contenido de azúcar-isomaltitol es igual.

La acidez fue un factor determinante en la selección del prototipo ya que los jueces calificaron como “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” aquellos prototipos con mayor cantidad de limón (más ácidos).

El pH y la acidez si bien son conceptos estrechamente relacionados son diferentes, mientras el pH mide la cantidad de protones libres (H^+), la acidez mide tanto los protones libres como los grupos carboxílicos (Barreiro, 2006). Es por esto que se observan diferentes efectos de las variables en los resultados de pH y acidez de las golosinas.

Determinación de °Brix

Tabla 23. Resultados de °Brix de los prototipos.

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
56	55.65	57.8	52	54.9	55.4	55.2	55.6	59.8	
54	54.7	54.6	52.4	55.4	57.8	55.8	56.2	56.4	
52	54.8	56	53	56.6	54.2	54.7	55.7	57.5	
\bar{x}	54.00	55.05	56.13	52.47	55.63	55.80	55.23	55.83	57.90
SD	1.63	0.43	1.31	0.41	0.71	1.50	0.45	0.26	1.42

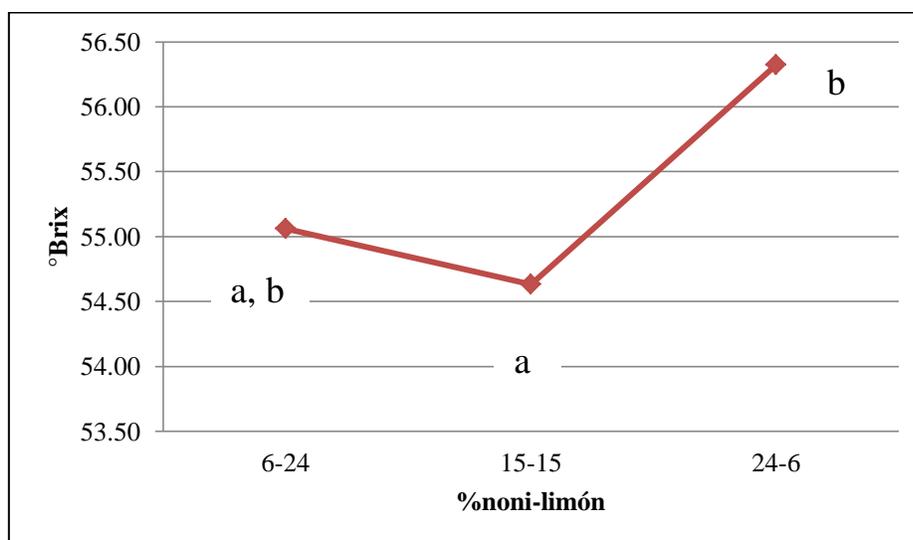


Figura 29. Gráfica de medias para el efecto de la fruta en °Brix. Letras diferentes representan una diferencia significativa y letras iguales no hay diferencia.

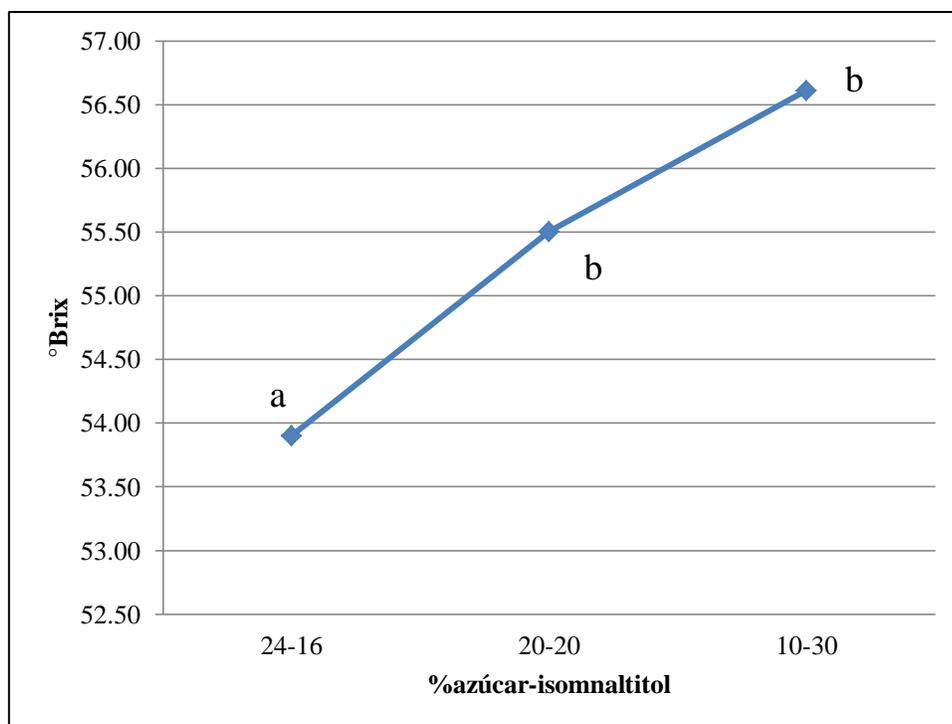


Figura 30. Gráfica de medias para el efecto del endulzante en °Brix. Letras diferentes representan una diferencia significativa y letras iguales no hay diferencia.

A pesar de las variaciones de azúcar e isomaltitol en las golosinas, se puede observar que la mayoría de los prototipos están en el rango de los $55 \pm 2 \text{g}/100\text{g}$ de sólidos solubles (Tabla 23, Figuras 29 y 30), esto se debe a que la concentración de endulzantes se mantuvo constante al 40% (cantidad de endulzante planteado en la formulación base) y las ligeras variaciones se deben a la presencia de azúcares en la pulpa de noni (Chunhieng *et al.*, 2005).

Tabla 24. Análisis de varianza entre prototipos °Brix

Factores	P-value
%Noni-limón	0.001
%Azúcar-isomaltitol	0.030
Interacción	0.450

El análisis de varianza (Tabla 24) muestra que tanto la fruta como los endulzantes afectan la cantidad de °Brix pero no la interacción de las variables por lo que se hizo una prueba de

Tukey pero esta vez analizando el efecto de cada variable por separado (donde α tiene a los prototipos A83, B96 y C64 (6% noni 24% limón); β a los prototipos D31, E23 y F52(15% noni 15% limón); σ a los prototipos G75, H30 e I49(24% noni 6% limón); λ a los prototipos A83, D31 y G75 (24% azúcar 16% isomaltitol); μ a los prototipos B96, E23 y H30 (20% azúcar 20% isomaltitol); δ a los prototipos C64, F52 e I49 (10% azúcar 30% isomaltitol)).

Tabla 25. Prueba de Tukey para resultados de °Brix tomando en cuenta sólo la cantidad de fruta.

Comparaciones	P-value
α - β	0.759
α - σ	0.118
β - σ	0.029

Tabla 26. Prueba de Tukey para resultados de °Brix tomando en cuenta sólo la cantidad de endulzantes.

Comparaciones	P-value
λ - δ	0.039
λ - μ	0.0007
δ - μ	0.185

Como lo muestra la Tabla 25 y la Figura 29 los °Brix obtenidos con 24-6% de noni-limón son significativamente mayores que los obtenidos en las otras dos condiciones; por su parte los °Brix con mayor nivel de significancia son los obtenidos con 24-16% y 20-20% de azúcar-isomaltitol como se observa en la Tabla 26 y Figura 30.

Como se mencionó anteriormente los jueces seleccionaron aquellas golosinas con mayor acidez ya que el sabor del noni fue enmascarado por el sabor ácido del limón, así mismo consideraron que no se percibió la diferencia en el sabor de los prototipos al variar la concentración de azúcar-isomaltitol.

Contenido total de fenoles (mg/100g)

Tabla 27. Resultados de fenoles totales prototipos

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
Absorbancias	0.14	0.133	0.136	0.196	0.143	0.18	0.215	0.203	0.204
	0.168	0.15	0.138	0.199	0.206	0.173	0.186	0.227	0.195
	0.165	0.195	0.142	0.167	0.16	0.194	0.238	0.2	0.235
Fenoles totales mg/100g^a	62.508	59.509	60.795	86.501	63.794	79.646	94.641	89.500	89.928
	74.504	66.793	61.651	87.786	90.785	76.647	82.216	99.782	86.072
	73.219	86.072	63.365	74.076	71.077	85.644	104.50	88.214	103.209
\bar{x}	70.077	70.791	61.937	82.788	75.219	80.645	93.784	92.499	93.070
SD	6.59	13.73	1.31	7.57	13.96	4.58	11.16	6.34	8.99

^aBase seca

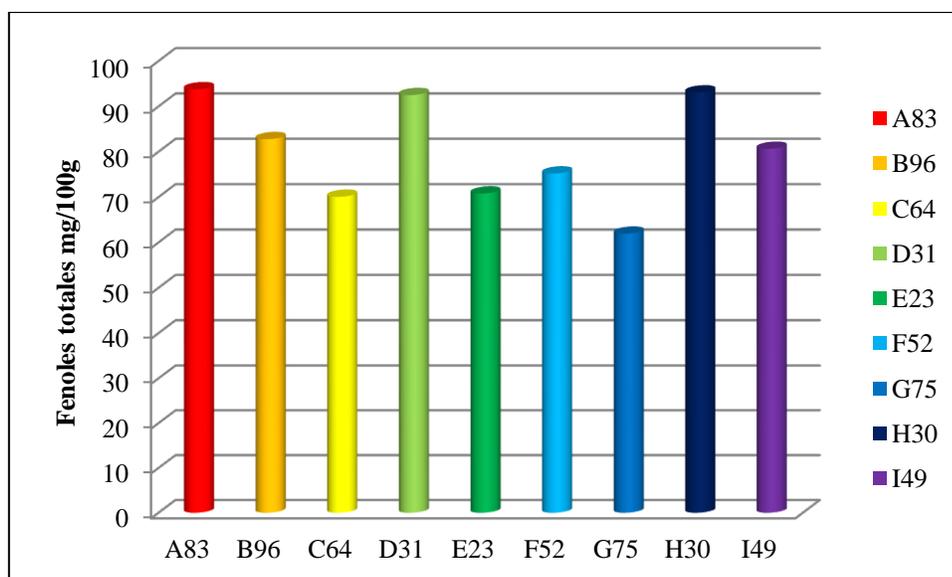


Figura 31. Resultados de fenoles totales prototipos

Como lo muestran la Tabla 27 y la Figura 31 la cantidad total de fenoles coincide con el aumento de la cantidad de noni en las formulaciones, mientras en el tratamiento 1 los prototipos sólo tienen 6% de noni, en el tratamiento 2 los prototipos tienen 15% de noni y finalmente los últimos tres prototipos tienen 24% de noni. La pulpa de noni sola tiene 47.6mg/100g de fenoles y en los prototipos se obtuvieron resultados por arriba de los 60mg/100g esto se atribuye a la presencia de ácido ascórbico proveniente del limón, lo cual hace que aumente el contenido total de fenoles ya que el ácido ascórbico y otros ácidos orgánicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu en el ensayo de fenol.

Para esta prueba no se puede llevar a cabo un análisis estadístico ya que no hubo repeticiones, la determinación se hizo sobre el extracto de una sola golosina y se midió su absorbancia por triplicado en el espectro lo cual se considera como réplica y por lo tanto no se pueden observar adecuadamente las diferencias entre el contenido de fenoles de cada prototipo.

Actividad 2.2 Evaluación sensorial de prototipos

La evaluación sensorial de los prototipos se realizó a 29 estudiantes de ambos sexos, de la carrera Ingeniería en Alimentos de la FES Cuautitlán de acuerdo a Anzáldua (2005). Los resultados del análisis sensorial se muestran en la Figura 32 donde podemos observar que, respecto a las medianas y de acuerdo a la escala utilizada (ver Tabla 12, Capítulo 2), la propuesta que más gustó fue la B96 seguida de la C64 y la A83 las cuales corresponden a las formulaciones de 6% noni y 24 % de limón, siendo la concentración del azúcar con respecto al edulcorante (isomaltitol) la diferencia entre estas, por lo tanto el prototipo B96 tiene 50% de azúcar y 50% de isomaltitol. A la vez se puede apreciar en la Figura 32 que la calificación más alta que dieron los jueces a las golosinas en sabor fue de “me gusta mucho” sin embargo el olor de la golosina no tuvo muy buenos resultados ya que la calificación más alta fue de “me gusta moderadamente”, para resolver esto en la Actividad 4.1 se explican algunas mejoras que se le hicieron al producto.

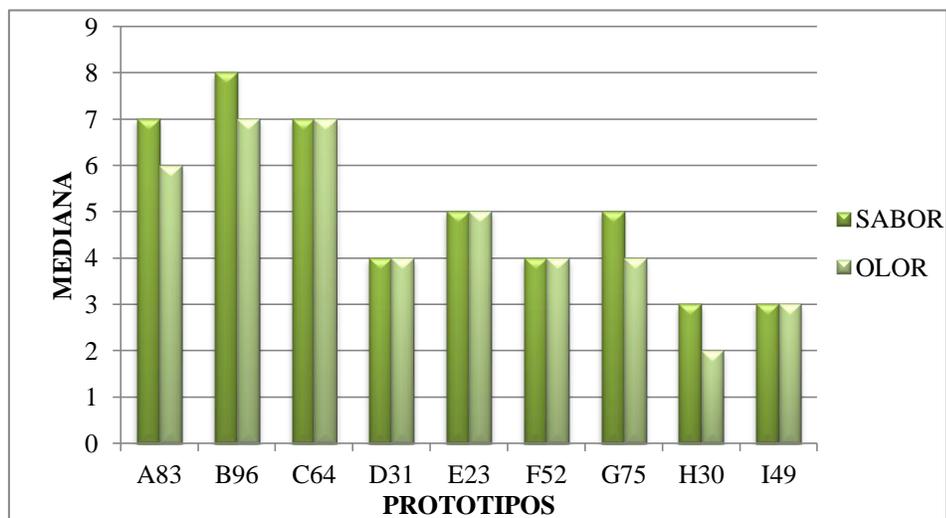


Figura 32. Comparación de las medianas para los atributos sensoriales.

Para saber si existían diferencias significativas entre los prototipos se realizó un análisis estadístico mediante el programa R del 2012, aplicando la prueba de Friedman, con lo que

se encontró que si existe diferencia significativa entre los prototipos tanto para la variable de sabor ($P= 8.824e-05$), como para la variable de olor ($P= 2.923e-05$).

Por otro lado se elaboró la prueba de Wilcoxon para comparar la mediana de cada prototipo contra todas las demás, obteniendo diferentes valores de probabilidad los cuales se presentan en los Tablas 28 y 29 para sabor y olor respectivamente. Con ayuda de estos se formaron dos grupos de prototipos: los que agradaron a los jueces y los que les disgustaron, Figuras 33 y 34. Entre los prototipos de cada grupo no existió diferencia significativa lo que indicó que los jueces no percibieron una diferencia entre el sabor de las golosinas B96, A83, C64 y G75 (Figura 33) ni tampoco percibieron diferencia en el olor de los prototipos C64, B96, A83, E23 Y F52 (Figura 34) por lo tanto se podía seleccionar cualquiera de estos como prototipo final siendo su calificación desde “me gusta mucho” hasta “me es indiferente”.

Tabla 28. Valores de probabilidad obtenidos de la prueba de Wilcoxon de sabor para comparar las medianas de los diferentes prototipos. (Valores de probabilidad <0.05 se consideren estadísticamente significativos).

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
A83		0.3871	0.8441	0.0057	0.0365	0.0118	0.1970	0.0483	0.0143
B96	0.3871		0.2849	0.0030	0.0151	0.0140	0.1896	0.0180	0.0051
C64	0.8441	0.2849		0.0027	0.0084	0.0047	0.0884	0.0431	0.0026
D31	0.0057	0.0030	0.0027		0.5702	0.5555	0.2428	0.7778	0.3970
E23	0.0365	0.0151	0.0084	0.5702		0.7427	0.4365	0.7107	0.0875
F52	0.0118	0.0140	0.0047	0.5555	0.7427		0.4522	0.6793	0.1986
G75	0.1970	0.1896	0.0884	0.2428	0.4365	0.4522		0.2945	0.0199
H30	0.0483	0.0180	0.0431	0.7778	0.7107	0.6793	0.2945		0.1737
I49	0.0143	0.0051	0.0026	0.3970	0.0875	0.1986	0.0199	0.1737	

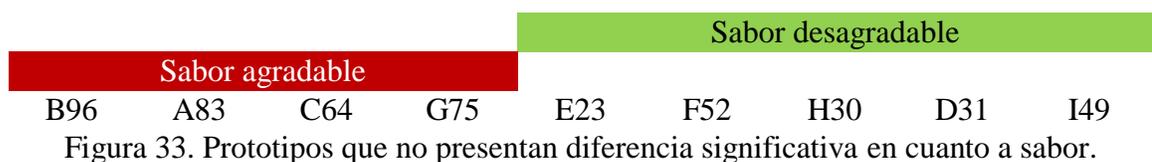


Figura 33. Prototipos que no presentan diferencia significativa en cuanto a sabor.

Tabla 29. Valores de probabilidad obtenidos de la prueba de Wilcoxon de olor para comparar las medianas de los diferentes prototipos. (Valores de probabilidad <0.05 se consideren estadísticamente significativos).

	A83	B96	C64	D31	E23	F52	G75	H30	I49
A83		0.3901	0.6613	0.0077	0.3385	0.2160	0.1208	0.0198	0.0053
B96	0.3901		0.7568	0.0051	0.1818	0.1015	0.0234	0.0160	0.0028
C64	0.6613	0.7568		0.0002	0.1534	0.0731	0.0222	0.0188	0.0032
D31	0.0077	0.0051	0.0002		0.0368	0.6021	0.9307	0.2685	0.2161
E23	0.3385	0.1818	0.1534	0.0368		0.4262	0.1338	0.0209	0.0092
F52	0.2160	0.1015	0.0731	0.6021	0.4262		0.4067	0.1072	0.0753
G75	0.1208	0.0234	0.0222	0.9307	0.1338	0.4067		0.3646	0.2227
H30	0.0198	0.0160	0.0188	0.2685	0.0209	0.1072	0.3646		0.5080
I49	0.0053	0.0028	0.0032	0.2161	0.0092	0.0753	0.2227	0.5080	



Figura 34. Prototipos que no tienen diferencia significativa en cuanto a olor.

Descartando los prototipos que de acuerdo a sus medianas los jueces consideran “indiferentes”, se redujo la selección a los prototipos B96, A83 y C64 donde se eligió el primero (B96) debido a que a los jueces le dieron una calificación alta tanto en olor como en sabor. Este prototipo tal vez no sea el que tiene mayor contenido total de fenoles, pero lo satisfactorio de sus propiedades organolépticas fue el criterio más importante, ya que determinan la elección y más aún, la fidelidad de un consumidor hacia un producto o marca (Espino- Díaz *et al.*, 2009). Además de que este prototipo presenta una reducción en azúcar del 65%.

Objetivo particular 3

Actividad 3.1 Análisis químico del prototipo seleccionado

Conforme a los resultados de la Actividad 2.2 el prototipo seleccionado se sometió a diferentes pruebas para conocer su composición nutricional y poder plasmar dichos datos en la etiqueta del empaque de la golosina en base a la NOM-051-SCFI-1994. En la Tabla 30 se muestra la técnica con la que se realizó cada análisis y el resultado obtenido. También se analizaron propiedades físicas como los °Brix y propiedades fisicoquímicas como acidez y pH, valores que afectan en las propiedades organolépticas de la golosina, los resultados se muestran en la Tabla 31.

Cabe mencionar que la golosina de noni al ser un producto totalmente nuevo no se puede comparar más que con productos que tienen ingredientes similares en su composición, por lo que se eligió una golosina hecha con grenetina y de sabor limón. A la golosina comercial no se le hicieron pruebas para determinar sus componentes sólo se registraron los datos en base a su tabla de información nutrimental.

Tabla 30. Composición nutricional de la golosina de noni.

Determinación	Técnica	\bar{x}	SD	C.V	Referencia golosina comercial
HUMEDAD (g/100g)	Termobalanza (NMX-F-428-1982)	33.65	0.92	2.7	18.9
CARBOHIDRATOS (g/100g)	Lane- Eynon (NMX-F-312-1978)	25.91	1.31	5.07	75.8
FIBRA (g/100g)	Método de Kennedy (Less, 1982)	0.60	0.06	11.31	0.4
CENIZAS (g/100g)	Método de Klemm (NMX-F-066-S-1978)	0.07	0.008	11.09	0.01
PROTEÍNAS (g/100g)	MicroKjeldahl (NMX-F-068-S-1980)	12.68	0.993	1.3	4.8
CONTENIDO TOTAL DE FENOLES (mg/100g)^a	Folin-Ciocalteu (Singleton, et al., 1999)	138.48	0.90	1.04	-

^aBase seca.

Tabla 31. Propiedades físicas y fisicoquímicas de la golosina de noni

Determinación	Técnica	\bar{x}	SD	C.V
Acidez (g/100g) ^a	Titulación ácido-base (NMX-F-102-S-1978)	0.36	0.078	5.42
pH	Potenciómetro (NMX-F- 317-S-1978)	2.68	0.020	2.91
°Brix	Refractómetro (NMX- F- 103-1982)	55.05	0.522	0.948

Como se observa en la Tabla 30 la suma total de los componentes no resulta en 100g, esto debido a que la prueba para determinar carbohidratos por Lane-Eynon no detecta el isomaltitol, para verificarlo se hicieron pruebas con golosinas hechas con 40% azúcar y al hacer los cálculos se detectó el 40% de azúcar pero al hacer la golosina con 40% isomaltitol nunca se detectó la reducción del cobre (pasar de color azul a rojo), por lo tanto los 27.09g/100g restantes se deduce son de isomaltitol ya que la cantidad de carbohidratos detectada por la técnica de Lane-Eynon más lo que se deduce es isomaltitol da un total de 53 g/100g lo cuál coincide con la cantidad de °Brix.

Al comparar las propiedades de la golosina de noni con una golosina comercial se observa que la cantidad de agua es mayor, debido a que en la formulación se adicionó agua para la disolución del azúcar, isomaltitol y grenetina, así mismo las frutas (limón y noni) aportan una gran cantidad de dicho componente. En cuanto a los carbohidratos se observa que en la golosina de noni hubo una reducción de hasta un 65% en comparación a la golosina comercial, con lo cual aseguramos que es una golosina reducida en azúcar y por lo tanto en calorías tal y como lo marca la NOM-086-SSA1-1994.

En cuanto a fibra se observa que el aporte de la golosina de noni es mayor al de la comercial debido a que la golosina de noni está hecha a base de pulpa de fruta y no de saborizantes como las golosinas comerciales. Con respecto a las cenizas se observa que hay una diferencia del 86% esto debido a la presencia de los minerales en la pulpa del noni y limón (West *et al.*, 2010). En las proteínas se observa que hay una diferencia del 62% esto se debe a que en las primeras propuestas de golosinas no se lograba la consistencia adecuada por lo que tuvo que aumentarse la cantidad de grenetina para que la golosina conservara su consistencia firme por más tiempo. El contenido total de fenoles en la

golosina se conserva ya que el noni fue añadido al final del proceso con el fin de evitar pérdidas debido a las altas temperaturas. No hay comparación de cantidad de fenoles ya que estos sólo están presentes en el noni y además de que no hay golosinas comerciales que contengan dicha fruta, las golosinas se elaboraron comúnmente a partir de saborizante artificial y poco frecuente con pulpas naturales.

Por su parte las propiedades físicas y fisicoquímicas de la golosina (Tabla 31) no se compararon ni con una golosina comercial ni con los valores de alguna norma ya que no la hay, pero el análisis sensorial arrojó que las propiedades organolépticas de la golosina fueron agradables para el consumidor y como ya se mencionó anteriormente estas son influenciadas por las propiedades fisicoquímicas.

Actividad 3.2 Análisis microbiológicos al prototipo seleccionado

Habiendo transcurrido el tiempo de incubación y de acuerdo a la norma NOM-092-SSA1-1994 para bacterias mesófilas aerobias conteo en placa y la NOM-111-SSA1-1994 para mohos y levaduras conteo en placa se puede reportar que:

- Hay ausencia de Unidades formadoras de colonias de bacterias aerobias en agar para cuenta estándar, incubadas 24 horas a 37 °C. (Figura 35)
- Hay ausencia de Unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras en agar papa – dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días. (Figura 36)

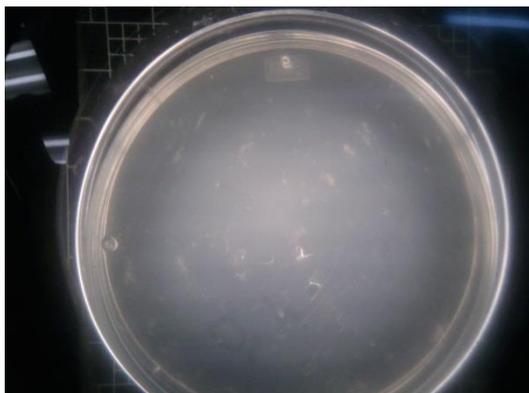


Figura 35. Agar para cuenta estándar de bacterias aerobias



Figura 36. Agar papa-dextrosa para mohos y levaduras

El resultado anterior nos indica que el manejo de la materia prima y el proceso de elaboración de la golosina fueron realizados adecuada e higiénicamente; con lo que podemos asegurar la calidad sanitaria de esta.

Objetivo particular 4

Actividad 4.1 Evaluación del grado de aceptación del consumidor potencial de la golosina

De acuerdo con los resultados de la Actividad 2.2 cuyo objetivo era que los jueces seleccionaran el prototipo de su preferencia, el prototipo B96 el cual contiene 6% de noni, 24% de limón, 20% azúcar y 20% de isomaltitol resultó el de mayor aceptación, aunque la mayoría de los jueces mencionó que el dulce no tenía un sabor y olor tan agradable por lo que en esta actividad se elaboraron 2 prototipos el B96 y uno nuevo con la misma cantidad de frutas y azúcar pero cambiando el sabor del saborizante mientras el B96 contiene un saborizante de miel el nuevo prototipo contiene un saborizante de maracuyá. Ambos prototipos se les ofreció a 30 jueces (Anzaldúa, 2005) para que seleccionaran el de su preferencia y los resultados se pueden observar en la Figura 37.

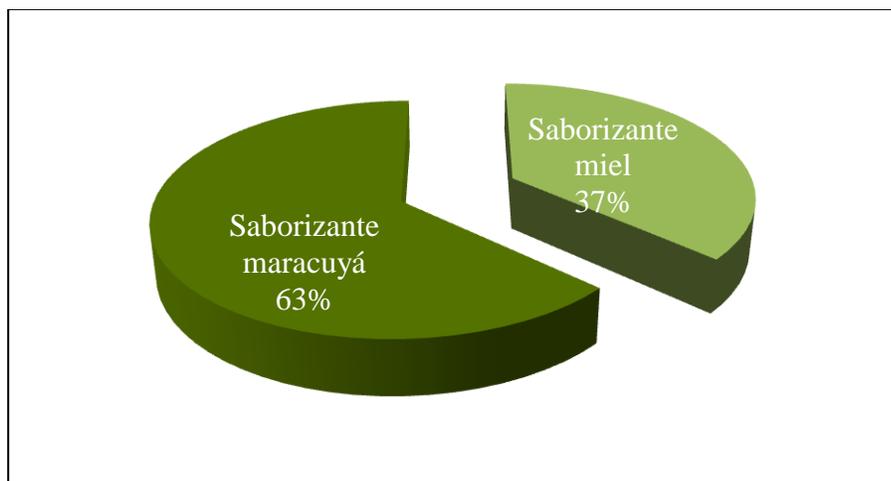


Figura 37. Resultados selección de prototipo saborizante de miel vs saborizante de maracuyá

Dichos resultados se analizaron con ayuda del programa R del 2012 para análisis de proporciones cuya prueba plantea que:

H_0 : Las proporciones son iguales a 0.05

H_1 : Las proporciones son diferentes de 0.05

De acuerdo con el dato p-value que es igual a 0.2012, no hay diferencia significativa entre las proporciones de preferencia, por lo tanto se podrían vender golosinas de noni con saborizante de miel o de maracuyá y el consumidor podría adquirir cualquiera de los dos sin distinción alguna. Sin embargo se seleccionó como prototipo final la golosina con saborizante de maracuyá debido a que tuvo el mayor número de votos como muestra la Figura 37.

Objetivo particular 5

Actividad 5.1 Selección del envase y desarrollo de la etiqueta de la golosina.

Con el fin de que no se alteren las características físicas, químicas y organolépticas de la golosina de noni y de acuerdo a las NOM-051-SCFI-1994 y la NOM-086-SSA1-1994, se seleccionó como envase interno o primario una bandeja termoformada de poliestireno, de 2 cavidades (Figura 38). Este material es muy atractivo visualmente debido a su alta transparencia lo cual le da presentación al producto además de que mantiene la forma de este. Algunas características del poliestireno se presentan en el Tabla 32.



Figura 38. Bandeja de poliestireno con dos cavidades (envase primario de la golosina)

Tabla 32. Características de bandeja de poliestireno de 2 cavidades (envase interno o primario).

Descripción	Unidad de medida	Valores típicos
Elongación	%	200 a 700
Absorción de agua 24 hrs	%	0.04 a 0.10
Penetrabilidad de gases (O_2)	$cm^3 - mil / 100in^2 / 24h.$ atm a 25°C	250 a 350
DIMENSIONES		
Ancho	mm	110
Largo	mm	150

(Rodríguez, 2007).

Se escogió además como envase secundario o externo una bolsa de polipropileno metalizado en la cual se rotulo la etiqueta del producto, colocando en la parte frontal el nombre del producto (Citronis) que hace referencia a la mezcla de noni con limón de la golosina, así mismo en esta parte de la bolsa se colocó la fecha de caducidad y el contenido neto (Figura 39 a). Mientras tanto en la parte posterior de la bolsa metalizada se situó la información nutrimental, los ingredientes de la golosina enumerados por orden cuantitativo decreciente, el lugar de elaboración, y las condiciones de almacenamiento de la golosina (Figura 39 b).



Figura 39,a). Diseño del empaque muestra, vista frontal

b)



Figura 39, b). Diseño del empaque muestra, vista posterior

Esta bolsa metalizada tiene como principal ventaja una baja penetración de luz lo cual evita la pérdida de características organolépticas, en nuestro caso disminuye la pérdida de los componentes fenólicos contenidos en la golosina. Así mismo el polipropileno es el polímero de mayor peso entre los comercialmente usados. Se fabrican con él sobres para envasar alimentos que requieren una barrera a grasas y gases como cacahuates, frituras, dulces, bebidas en polvo, té, café instantáneo, etc. (Lozada, 2010). Estas bolsas son cerradas por termosellado, son económicas y con propiedades de resistencia a la punción y al rasgado comparado con otras envolturas de golosinas como el celofán (Rodríguez, 2007). Otras características importantes de esta bolsa se presentan en el Tabla 33. Donde la penetrabilidad del O_2 en el polipropileno es baja comparada con otros materiales, a pesar de esto el contenido total de fenoles puede disminuir con el paso del tiempo debido a la filtración de oxígeno.

Tabla 33. Características de bolsa de polipropileno metalizado de 15 μ (envase externo o secundario).

Descripción	Unidad de medida	Valores típicos
Calibre	Micrón	15
Elongación	%	35 a 475
Absorción de agua 24 hrs	%	Menor a 0.005
Penetrabilidad de gases (O_2)	$cm^3 - mil / 100in^2 / 24h.$ atm a 25°C	160
DIMENSIONES		
Ancho	mm	110
Largo	mm	150

(Rodríguez, 2007).

Así mismo en la Figura 40 se puede observar la etiqueta de información nutrimental correspondiente a una porción de 20g de golosina noni. El producto cumple las especificaciones de la NOM-086-SSA1-1994 donde indica que se debe disminuir por lo menos en un 25% el contenido de azúcar si el producto indica que es reducido en ésta. La NOM-051-SCFI-1994 explica como calcular el contenido energético por porción como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Cálculo de energía en la golosina de noni.

Nutriente	Factor de conversión	Resultado en golosina
Carbohidratos	17 kJ o 4 kcal/g	88.06 KJ o 20.72 Kcal
Proteínas	17 kJ o 4 kcal/g	43.18KJ o 10.16 Kcal
Lípidos	38 kJ o 9 kcal/g	-
	TOTAL	131.24 KJ o 30.88 Kcal

Como se puede observar la golosina de noni tienen un contenido energético de 30.88 Kcal, lo cual es bajo comparado con una golosina comercial (66Kcal).

Información Nutricional	Cantidad por porción
Tamaño de porción: 1 pieza (20g)	Proteínas 2.54g
Porciones por envase: 2	Carbohidratos 5.18g
Contenido energético 131.24 KJ (30.88Kcal)	Fibra dietética 0.012g
	Cenizas 0.014g

Figura 40. Información nutricional de la golosina de noni.

Actividad 5.2 Determinación del costo y precio de la golosina

El costo del producto se determinó en base al precio de cada una de las materias primas y el del envase para el año 2013, se tomó en cuenta el precio por unidad y la cantidad empleada para la elaboración del producto estándar, el cual tiene un contenido neto de 40g.

Como se muestra en la Tabla 35, el precio propuesto de la golosina de noni es de \$7.17 MNX. Este precio resulta ser muy competitivo respecto a otros de productos similares existentes en el mercado e incluso bajo comparado con productos que ofrecen propiedades funcionales. Además en el estudio de mercado realizado en la Actividad 1.1, se concluyó que el consumidor estaría dispuesta a pagar \$30 por una bolsa de 25 dulces de noni de 2g, lo que hace a \$7.17 MNX un precio muy accesible.

Tabla 35. Determinación del precio de la golosina de noni.

Materia prima	Costo/Kg de materia prima	Cantidad utilizada (g)	Costo en el producto (\$)
Azúcar	8.46	20	0.17
Isomaltitol	208.16	20	4.16
Grenetina	180	8	1.44
Limón	10	24	0.24
Noni	20	6	0.12
Saborizante	40	0.2	0.01
Ácido cítrico	67.5	0.2	0.014
Benzoato de sodio	75	0.1	0.01
Agua embotellada (L)	0.57	21.5	0.01
COSTO TOTAL DE LA GOLOSINA (100g)			6.174
COSTO TOTAL DE LA GOLOSINA (40g)			2.47
ENVASE			
Bolsa de polipropileno metalizado	1	60/100 bolsas	0.6
Bandeja de poliestireno (2 cavidades)	1	41/100 bandejas	0.41
Etiqueta	1	1.3	1.3
COSTO TOTAL DEL ENVASE			2.31
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO			4.78
UTILIDAD (50%)			2.39
PRECIO DEL PRODUCTO			7.17

Objetivo particular 6

Actividad 6.1 Someter la golosina a condiciones de aceleración variando la temperatura y manteniendo la humedad relativa constante.

Las golosinas se almacenaron en un refrigerador marca HERFRIMEX. S. A. modelo vr2L2, a la temperatura de 13°C, midiendo los factores críticos durante 30 días mientras que para la temperatura de 23°C se almacenaron en una incubadora y se hicieron las mediciones de los factores por 21 días, esto debido a que tuvo un cambio en sus propiedades más rápidamente. .

La humedad relativa se mantuvo constante en $70\pm 3\%$, lo cual permitió acelerar más la medición de la vida útil.

Actividad 6.2 Selección de los factores críticos en la vida útil de la golosina de noni.

Como se mencionó anteriormente se midió la humedad, la acidez y el pH sin embargo, estos dos últimos no tuvieron un cambio notorio. El pH se mantuvo en un rango de 3.2 a 3.4, mientras que la acidez se mantuvo en un rango de 0.318 a 0.354. La estabilidad en estos parámetros se debió a que los principales reguladores de pH en alimentos son ácidos orgánicos (Cubero *et al.*, 2002) y en nuestro caso la formulación del producto incluía ácido cítrico.

Como se puede observar en la Figura 41, hubo un incremento en la humedad de las golosinas sometidas a las dos temperaturas, este aumento se debió a que el envase empleado (bolsa de polipropileno) debe ser cerrado por termosellado pero en el laboratorio no se cuenta con el equipo adecuado para dicho proceso, por lo cual se implementó un procedimiento similar del cual se desconocía la calidad de envasado, por lo tanto al ser sometido el producto a altas humedades relativas absorbió una gran cantidad de agua debido al envasado.

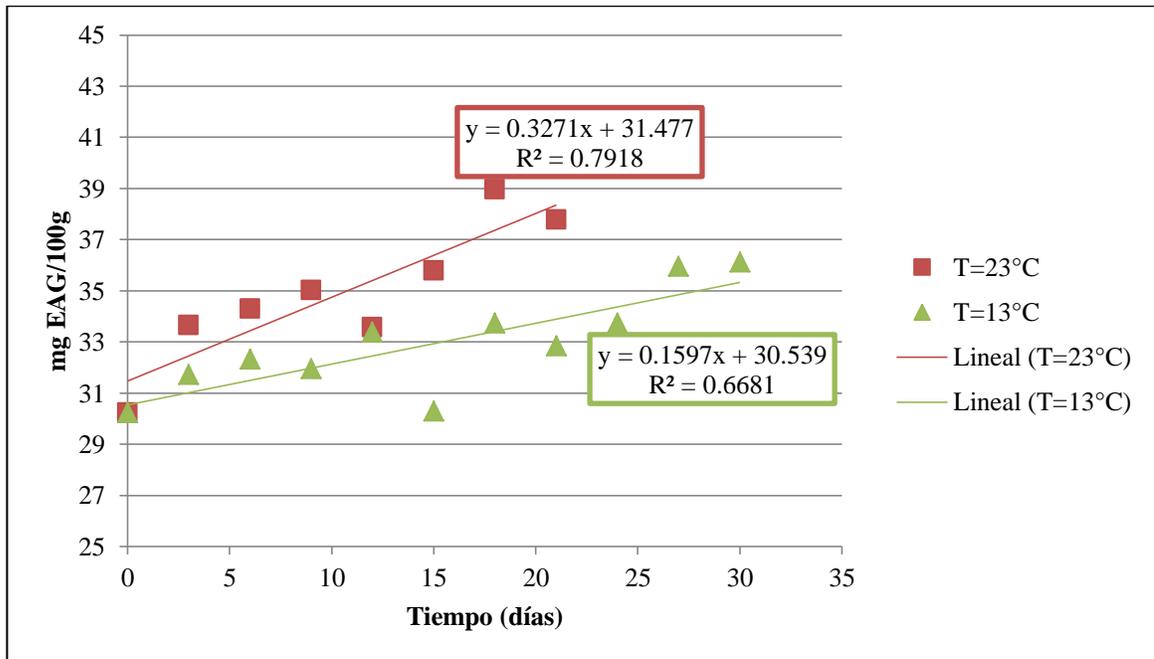


Figura 41. Humedad en función del tiempo a temperatura de 13 y 23°C

Con los datos obtenidos mediante el estudio de vida útil, se detectó la necesidad de un cambio en los factores de respuesta. Por lo tanto a la temperatura de 23°C además de la humedad se midió contenido total de fenoles (Figura 42).

A pesar de que el envase provee una barrera a la luz, el contenido total de fenoles fue disminuyendo con el paso de los días. Teniendo en el día cero 138.48 mg EAG/100g y al final de la experimentación 58.97mg EAG/100g.

Dado que el ácido ascórbico y otros ácidos orgánicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu en el ensayo de fenol, la disminución en el contenido fenólico puede estar relacionada con las pérdidas de ácido cítrico. El ácido ascórbico es la principal forma biológicamente activa de la vitamina C, y al contrario de otros ácidos orgánicos, la vitamina C es muy inestable (Robles-Sánchez *et al.*, 2009).

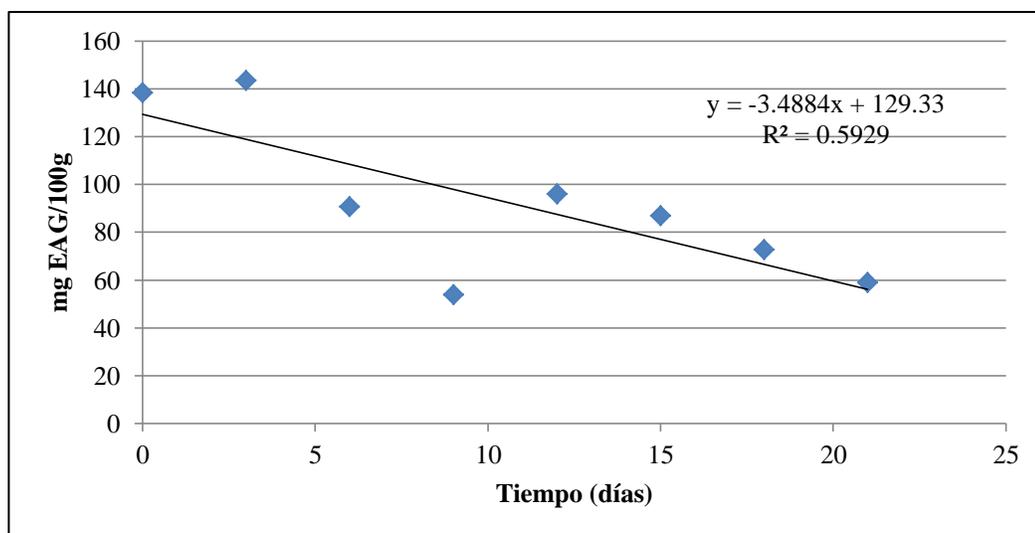


Figura 42. Variación del contenido total de fenoles con respecto al tiempo a T=23°C

Actividad 6.3 Análisis de la cinética de reacción de las variables seleccionadas.

La variable con la cual se realizó el análisis de la cinética de reacción fue la humedad, ya que de esta variable se contaban con datos para las dos temperaturas. Los resultados del cambio de humedad en función del tiempo para cada temperatura se muestran en la Figura 41. La pendiente en cada una de ellas representa la constante de reacción o aumento de la humedad.

Se puede observar además en la Figura 41 que la humedad en la golosina de noni aumenta respecto al tiempo y su comportamiento es lineal. Las regresiones lineales obtenidas de esta figura se presentan en las ecuaciones (12) y (13).

$$\text{Humedad} = 0.1597x + 30.539 \quad (12)$$

$$\text{Humedad} = 0.3271x + 31.477 \quad (13)$$

Cuando la humedad de la golosina de noni alcanzó el 38%, el aroma, sabor y consistencia de la golosina ya no eran las aptas para el consumo. Por lo tanto con este valor y las ecuaciones (12) y (13) se estimaron los valores puntuales de vida útil de la golosina de noni, para las temperaturas de almacenamiento de 13 y 23 °C respectivamente. De esta

manera se estima que la golosina de noni refrigerada a 13°C tiene una vida útil de 46 días mientras que la incubada a 23°C tiene una vida útil de 19 días.

Se graficó el logaritmo de la vida útil a las temperaturas del estudio. La pseudo transformación resultante, ya que los ámbitos de temperatura son estrechos, se puede observar en la Figura 43 (Labuza, 1984).

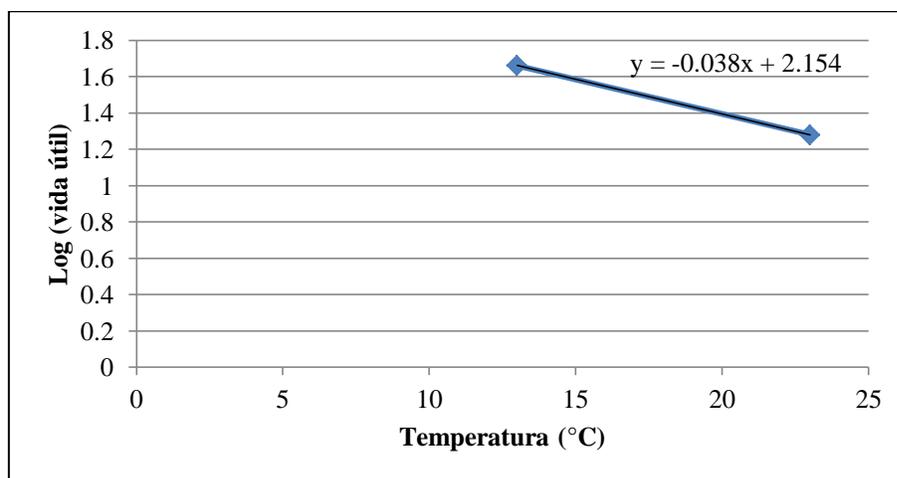


Figura 43. Gráfico de log de la vida útil frente a la temperatura.

Con la ecuación obtenida se puede estimar la vida útil de la golosina de noni para diferentes temperaturas de almacenamiento.

$$\text{Log Vida útil} = -0.038x + 2.154 \quad (14)$$

Y despejando la ecuación (14) se obtiene:

$$\text{Vida útil} = 10^{-0.038x + 2.154} \quad (15)$$

Donde T está en °C.

La temperatura ideal para el producto es de 4°C por lo tanto la golosina de noni tiene una vida útil de 100 días. Este resultado es muy aceptable ya que la golosina contiene pulpa de frutas, las cuales son susceptibles a cambios que no ocurren en golosinas con saborizante artificiales y además tiene benzoato de sodio como conservador.

CONCLUSIONES

El desarrollo de una golosina funcional a base de pulpa de noni es factible de acuerdo al estudio de mercado realizado, en el cual los encuestados dijeron estar dispuesto a consumir la golosina debido a los beneficios nutricionales que ésta aporta a la salud, así mismo el mercado establecido es personas de todas las edades y no sólo niños como se pensaba en un inicio.

Con base al estudio realizado se seleccionó de entre nueve golosinas la que los jueces consideraron que tenía mejor sabor y olor, desafortunadamente fue la golosina con menor cantidad de noni, dicha golosina tuvo una reducción del 65% de azúcar con lo que se considera una golosina baja en calorías, lo que la hace atractiva en el mercado de personas con diabetes.

La golosina desarrollada no fue del total agrado de los jueces, siendo la calificación más alta “Me gusta mucho”, para asegurar la compra del producto se hizo un ajuste en la formulación, cambiando el saborizante de miel por uno de maracuyá y se analizó el impacto de este cambio mediante pruebas sensoriales con jueces consumidores, debido a que no se detectó diferencia significativa entre las dos golosinas (las dos fueron de su agrado) se seleccionó la que tuvo mayor cantidad de votos (golosina con saborizante de maracuyá).

Con la caracterización de la golosina se puede concluir que el consumo de este producto resulta benéfico debido a que su aporte calórico es 47% menor al de una golosina comercial y su aporte nutrimental es mayor en cuanto a proteína, fibra y cenizas (minerales). Además cuenta con compuestos fenólicos los cuales están correlacionados con la capacidad antioxidante, por lo tanto la golosina de noni se puede comercializar como un producto funcional bajo en calorías.

Las pruebas microbiológicas comprobaron que el manejo de la materia prima y el proceso de elaboración de la golosina fueron realizados adecuada e higiénicamente; con lo que se asegura la calidad sanitaria de la golosina de noni.

Se seleccionaron dos envases para la golosina, uno que serviría como contenedor (bandeja termoformada de poliestireno) y una bolsa de polipropileno metalizado para proteger el producto de la luz, humedad y la temperatura del ambiente. Estos envases se utilizaron durante el estudio de vida útil.

El bajo costo de las materias primas y empaque empleados hacen que este producto sea rentable para su producción y de fácil adquisición para los consumidores, una vez considerada una ganancia del 50%, el precio del producto al mercado es de \$7.17 MNX por un paquete de dos golosinas de 20g cada una.

Conforme a las pruebas realizadas sobre la vida útil del producto se concluye que tiene un periodo de consumo de 100 días a temperatura de 4°C. Este resultado es muy aceptable ya que la golosina contiene pulpa de frutas lo cual produce cambios en la golosina que no son generados en golosinas con saborizantes artificiales y además tiene benzoato de sodio como conservador.

RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer un estudio en el cual se prueben diferentes saborizantes o algún otro aditivo que haga imperceptible el olor y sabor (desagradable) del noni para poder aumentar la concentración de éste en la golosina.

Así mismo es importante hacer un análisis químico y fisicoquímico de las golosinas comerciales para lograr una comparación más certera de la composición nutrimental de la golosina de noni.

Por último, para incrementar la vida útil del producto es necesario conseguir el equipo adecuado de termosellado de las bolsas de polipropileno para que tenga su correcto funcionamiento como una barrera a la humedad o en su defecto emplear un envase de fácil sellado y que asegure menor permeabilidad de los gases (O_2) para mantener la estabilidad de los compuestos fenólicos.

BIBLIOGRAFÍA

- *AOAC (2000). “*Official methods of analysis of the association of official analytical chemists AOAC, food composition, additives; natural contaminants*”, Volumen II, 17th Ed., publicado por association of official analytical chemist, Inc. Arlington, USA, pp. 1298.
- *Anzaldúa, A. (2005). “*La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*”. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- *Arellano, R. (2000). “*Marketing Enfoque América Latina*”. Mc Graw Hill. México.
- *Asahina AY, Ebesu JSM, Ichinotsubo D, Tongson J, Hokama Y. (1994). “*Effect of okadaic acid (OA) and noni fruit extraction in the synthesis of tumor necrosis factor- α (TNF- α) by peripheral blood mononuclear (PBN) cells in vitro. The Proceedings of the International Symposium of Ciguatera and Marine Natural Products*”; p 197-205.
- *Astiasarán, I. y Martínez, A. (1999). “*Alimentos, Composición y Propiedades*”. Mc.Graw-Hill. Interamericana España, 1^a edición.
- *Auvray M.I., Spence C. (2008). “*The multisensory perception of flavour. Consciousness and Cognition*”, 1016-1031.
- *Baena, G. (2009). Investigación estratégica, GABL Internacional Marketing. Colombia
- *Badui, S. (1990). “*Química de los Alimentos*”. Editorial Alhambra Mexicana. 2^o edición. México
- * Barreiro, J. (2006). “*Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*”. Equinoccio. Venezuela.
- *Casado, B. y Sellers, R. (2006) “*Dirección de Marketing*”, Editorial Club Universitario. España
- *Casp, A. Abril, J. (1999). “*Procesos de conservación de alimentos*”. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
- *Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). (2005). *Curso teórico práctico: Vida útil de alimentos aplicados a la industria*. San José Costa Rica.
- *Chan-Blanco Y., Vaillant F., Perez A., Reynes M., Brillouet J., Brat P., (2006). “*The noni fruit (Morinda citrifolia L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties*”. Journal of Food Composition and analysis, 19, 645-654.

- *Chunhieng, T., Hay, L., y Montet, D. (2005). “*Detailed study of the juice composition of noni (Morinda citrifolia) fruits from Cambodia*”. Technologic Institute of Cambodia, Cambodia.
- *Corral-Aguayo, R., Yahia, E., Carrillo-Lopez, A., Gonzalez-Aguilar, G. (2008). “*Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops*”. J. Agric. Food Chem. 56, 10498–10504.
- *Cubero, N., Montferrer, A., Y Villalta, J. (2002). “*Aditivos alimentarios*”. Editorial Mundi- Prensa Libros, S. A. Madrid
- *Cunningham, J. H., Milligan, G., y Trevisan, L. (2001). “*Minerals in Australian fruits and vegetables — a comparison of levels between the 1980s and 2000*”. Canberra: Food Standards Australia New Zealand.
- *Degener, O. (1929). “*Ferns and flowering plants of Hawaii National Park*”. Honolulu, Hawaii: Honolulu Star-Bulletin Ltd. (pp. 282–283).
- *Di Giacomo, A y Mincione, B. (1994). *Gli olii essenziali agrumari in Italia*. Laruffa Editore. Reggio Calabria .
- *Dixon, A. R., McMillen, H., y Etkin, N. L. (1999). “*Ferment this: The transformation of noni, a traditional Polynesian medicine (Morinda citrifolia, Rubiaceae)*”. Economic Botany, 53, 51–68.
- *Dvoskin, R. (2004). “*Fundamentos de marketing; teoría y experiencia*”. Granica. Buenos Aires, Argentina.
- *Dussosoy E., Brat P., Boudard F., Poucheret P., Mertz C., Giamis J., Michel A. (2011). “*Characterization, anti-oxidative and anti-inflammatory effects of Costa Rican noni juice (Morinda citrifolia L.)*”. Journal of Ethnopharmacology, 108-115.
- *Espino-Díaz M., Olivas-Orozco, G. I., González-Aguilar G.A., Gayosso. (2009). “*Recubrimientos comestibles utilizados para preservar la calidad sensorial y nutricional de vegetales frescos cortados*”. Aspectos Nutricionales y Sensoriales de Vegetales Frescos Cortados. Trillas. México, D.F.
- *Elkins, R., (1998). “*Hawaiian noni (Morinda citrifolia) Prize Herb of Hawaii and the South Pacific*”. Woodland Publishing, Utah.

- *Farine, J.P., Legal, L., Moreteau, B., Le Quere, J.L., (1996). “*Volatile components of ripe fruits of Morinda citrifolia and their effects on Drosophila*”. *Phytochemistry* 41, 433–438.
- *Fennema, O. R. (2000). “*Química de alimentos*”. Editorial Acribia 2da edicion. Zaragoza. España.
- *Fernández, E. E. (2000). “*Microbiología e inocuidad de los alimentos*”. Editorial UAQ Editions. Queretaro, México.
- *Fritzsching, B (1995). “*Isomalt in hard candy applications*”. Presena en la Sesión Técnica de la Asociación Americana de Tecnología de dulces.
- * Gómez, C., Royo, M., López, C. (2011). “*Nutrición, salud y alimentos funcionales*”. UNED, Madrid, España
- *Gostner, A., Schäffer, V., Theis, S., Menzel, T., Lührs, H., Melcher, R., Schuber, J., Kudlch, T., Dusel, G., Dorbath, D., Kozianowski, G., Scheppach, W. (2005). “*Effects of isomalt consumption on gastrointesitinal and metabolic parameters in healthy volunteers*”. Department of Medecin for the Werzburg University. Supplement ti gastroenterology. Germany. Volume 94. Number 4.
- *Grewal, H. y Kalra, K. (1995). “*Fungal production of citric acid*”. Deparment of Microbiology, Punjab Agricultural University. India.
- *Harris, D. (2007). “*Análisis químico cuantitativo*”. Reverté. 3º edición. España.
- *Hirazumi, A., Furusawa, E., Chou, S.C., Hokama, Y., (1994). “*Anti cáncer activity of Morinda citrifolia on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngenic mice*”. *Proceedings of the Western Pharmacological Society* 37, 145–146.
- *Hirazumi, A., Furusawa, E., (1999). “*An immunomodulatory polysaccharide- rich substance from the fruit juice of Morinda citrifolia (noni) with antitumour activity*”. *Phytother. Res.* 13, 380–387.
- *Intermediate Technology Development Group: ITDG, (1998), “*Técnicas de envasado y empaque. Libro de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario*”. United Nations Development Fund for Women, Lima, Perú.
- *Kamiya, K., Tanaka, Y., Endang, H., Umar, M., Satake, T., (2004). “*Chemical constituents of Morinda citrifolia fruits inhibit copperinduced Low-Density Lipoprotein oxidation*”. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 52, 5843–5848.

- *Kevers, C., Falkowski, M., Tabart, J., Defraigne, J.O., Dommès, J., Pincemail, J., (2007). “*Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables*”. *J. Agric. Food Chem.* 55, 8596–8603.
- *Kotler, P. y Armstrong, P. (2008).”*Fundamentos de marketing*”. Pearson Educación. México, 8ª edición.
- *Labuza, T.P. (1984). “*Application of chemical kinetics to deterioration of foods*”. *Journal of Chemical Education* 61(4): 348-358.
- *Labuza, T. y Schmidt, M. (1985). “*Accelerated shelf-life dating of foods*”. *Food Technology*, 39 (9), 57-134.
- * Laencina, J. (1970). *Estudio del aceite esencial de limón español*. Ed. Excma. Diputación Provincial. Murcia.
- *Lawless T.H., Heymann H. (2010). “*Sensory Evaluation of Food*”. 2nd ed. Springer USA.
- *Lees, R. (1982). “*Análisis de los alimentos, métodos analíticos y de control de calidad*”. 2º edición. Editorial Acribia. España.
- *Lemeshow S., Hosmer D., Klar J., Lwanga S. (1990). “*Adequacy o f sample size in healthy studies*”. Editorial John wiley & Sons. Gran Bretaña.
- *Lerma, A. (2010). “*Desarrollo de nuevos productos: una visión integral*”. (4ª ed.), México.
- *Liria, M. R.(2007). “*Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*”, Lima: Agrosalud.
- *Lozada, A. M. (2000). “*Envase y embalaje historia tecnología y ecología*”. Designio. México.
- *Maldonado, S. y Singh, J. (2008). “*Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón*”. Centro de Investigación en Tecnología Alimentaria, Facultad de ingeniería de Universidad Nacional de Jujuy. Argentina.
- * Mazza, G. (1998). “*Alimentos funcionales, aspectos bioquímicos y de procesado*”. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- *Mercado, S. (1998). “*Mercadotecnia programada: principios y aplicaciones para orientar la empresa hacia el mercado*”. Segunda edición. Limusa. México.
- *Neter, J. (1983). *Applied linear regression models*. Illonois: Richard D. Irwin, Inc.

- *Nicod, H. (2000). *“La evaluación sensorial. Objetivos y métodos del análisis sensorial”*. Asociación catalana de enólogos. España.
- *NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- *NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Foods. Determination of proteins. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- *NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. Foods. Moisture in food products Determination. Normas mexicanas. Dirección general de Normas.
- *NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma Mexicana. Dirección general de normas.
- *NMX-F-103-1982. Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados brix. Foods. Fruits and derivatives. Determination of degrees brix. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- *NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos. Method of test for total and direct reducing substances in food. Normas mexicanas. Dirección general de Normas.
- *NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- *NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza). Foods. Determination of moisture (thermobalance rapid method). Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- *NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
- *NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- *NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- *NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

- *NOM-120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- *O' Briend-Nabors, L.; Gelardi, R. C. (eds.) (1991). *“Alternative sweeteners”*. Segunda edición. USA: Marcel Dekker, Inc, 1991. pp. 1-9, 173-195, 259-278.
- *Pedrero, D; Pangborn, R., (1996). *“Evaluación sensorial de los alimentos”*. Métodos Analíticos”. Editorial Alhambra Mexicana. México.
- *Pelton, L., Strutton, D., Lumpkin, J. (2005). *“Canales de marketing y distribución comercial. Un enfoque de administración de relaciones”*. Segunda Edición. Mc Graw Hill. México.
- *Potter. N., Hotchkiss. J.(1995). *“Ciencia de los alimentos”*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- *Potter, N. (1978). *“La ciencia de los alimentos”*. Segunda edición. Editorial Edutex, S.A., México D. F.
- *Potterat O, Hamburger M (2007). *“Morinda citrifolia (noni) Fruit - Phytochemistry, Pharmacology, Safety”*. *Planta Med* 73: 191 - 199.
- *R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- *Rábade, L. y Alfaro J. (2008). *“Desarrollo de nuevos productos: caso Grupo Industrias Alimentarias de Navarra”*. Vol. 8. Nº 1, pp. 89-102. Navarra, España
- *Ramos, C. (2008). *“Identificación de factores críticos de éxito del Mercado para MyPE's del sector noni”*. Centro de Promoción Agropecuaria Campesina. Santa Cruz, Bolivia.
- *Razafimandimbison, S. G., McDowell, T. D., Halford, D. A., y Bremer, B. (2010). *“Origin of the pantropical and nutraceutical Morinda citrifolia L. (Rubiaceae): Comments on its distribution range and circumscription”*. *Journal of Biogeography*, 37, 520–529.
- *Reyo, A., Macías, A., Soto, Mariel, Ortíz-Palma. (2010). *“Desarrollo de formulaciones de productos de confitería de bajo aporte calórico utilizando alcoholes polihídricos como edulcorantes”*. México: Universidad de Guanajuato, pp. 701-720.
- * Robles-Sánchez, R.M., Islas-Osuna, M.A., Astiazaran-Garcia, H., Vazquez-Ortiz, F.A., Martin-Belloso, O., Gorinstein, S., González-Aguilar, G.A. (2009). *“Quality index consumer acceptability, bioactive compounds, and antioxidant activity of freshcut ataulfo*

mangoes (Mangifera indica L.) as affected by low-temperature storage". J. Food Sci. 74, S126–S134.

*Rodríguez T. J. A. (2007). *Manual de ingeniería y diseño de envase y embalaje*. (6° edición), Mexico, IMPEE.

*Rodríguez, V. (2004). *Estimación de la vida útil de la harina de pejibaye, obtenida por deshidratación*. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

* Rondon, E., Pacheco, E. y Ortega, F. (2004). *Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10*". Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, 4(21), 68-83.

*Sancho, J; Bota, E. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*". Ediciones Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

*Setchell, W. A. (1924). *American samoa: Part I*". Vegetation of Tutulia Island (Vol. 20). Washington: The Carnegie Institution of Washington (p. 45).

*Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2011). SAGARPA. México. Consultado 08-Mayo-2013. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351

*Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. (2000). Programa de capacitación y modernización del comercio detallista Investigación de mercados. SECOFI. México. Consultado 21-Marzo-2013. Disponible en <http://www.contactopyme.gob.mx/promode/invmdo.asp> 21/03/13

*Siddiq M., Harte J. B., Singh S. P., Khan A. A., Dolan K. D., Saha, K. (2011). *Effect of processing, packaging and vibration treatment on the sensory quality of fresh-cut apple slices*". Packaging Technology and Science.

*Singleton, V., Orthofer, R., y Lamuela-Raventos, R. M. (1999). *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent*". Methods in Enzymology, 299, 152–175.

*Sosa V, J. (2004). *Implementación de un sistema de buenas prácticas de manufactura en una fábrica de golosinas*". Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- *Stantley W.L. (1958). *Citrus flavors*. En *Flavors research and food acceptance*. A.D. Little, Inc. Ed. Reinhold Publishong Corporation. N.Y, USA.
- *The Calorie Control Council (2013). Consultado 28-Marzo-2013. Disponible en <http://www.caloriecontrol.org/sweeteners-and-lite/polyols/isomalt>
- *Torricella Morales, R.C., Zamora Utset, E., Pulido Álvarez, H. (2007). “*Evaluación Sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la Industria Alimentaria*”. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. 2nd ed. Universitaria, La Habana Cuba.
- *Umezawa K. (1992). “*Isolatioin of 1-methoxy-2-foremyl-3-hydroxy-anthraquinone from M. citrifolia and neoplasm inhibitors containing the same*”. Japan Kokai Tokyo.
- *Vicente, A. M. (1999). “*Confitería y pastelería: manual de formación*”. Mundi-Prensa Libros.
- *West B, Deng S, Jensen J. (2010). “*Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree*”. Research and development, Tahitian noni international. Utah, USA.
- *Yang J., Paulino R., Janke-Stedronsky S., Abawi F. (2007). “*Free-radical-scaveging activity and total phenols of noni (Morinda citrifolia L.) juice and powder in processing and storage*”. Food Chemistry, 302-308.
- *Yang J., Gadi R., Paulino R., Thomson T. (2010). “*Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (Morinda citrifolia L.) juice and powder as affected by illumination during storage,*”. Food Chemistry, 627-632.