



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**Desarrollo de botanas formuladas con mezcla de
cereales-leguminosas y la propuesta del diseño de la
planta procesadora.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

**GONZÁLEZ LÓPEZ NANCY MAYUMI
REZA RIVAS JESSICA**

**ASESOR: DR. MORENO MARTÍNEZ ERNESTO
CO ASESOR: DRA. MORENO RAMOS
CAROLINA**

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX. 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

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

Desarrollo de botanas formuladas con mezcla de cereales-leguminosas y la propuesta del diseño de la planta procesadora.

Que presenta la pasante: Nancy Mayumi González López
Con número de cuenta: 411093615 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería 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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Agosto de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Ernesto Moreno Martínez	
VOCAL	I.A. Laura Margarita Cortazar Figueroa	
SECRETARIO	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
1er. SUPLENTE	I.Q. María Elena Quiroz Macías	
2do. SUPLENTE	Dr. Enrique Fuentes Prado	

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



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
PROFESORES CUAUTITLÁN



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

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

Desarrollo de botanas formuladas con mezcla de cereales-leguminosas y la propuesta del diseño de la planta procesadora.

Que presenta la pasante: Jessica Reza Rivas
Con número de cuenta: 308142855 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería 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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Agosto de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Ernesto Moreno Martínez	
VOCAL	I.A. Laura Margarita Cortazar Figueroa	
SECRETARIO	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
1er. SUPLENTE	I.Q. María Elena Quiroz Macías	
2do. SUPLENTE	Dr. Enrique Fuentes Prado	

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

**La felicidad no consiste en todo tener
si no en saber sacar, lo bueno que te da.**

**Yo te mostraré
que todo en esta vida
lo puedes tener
si en ti logras creer.**

**Y te enseñaré a vencer a tu enemigo
que no son los demás
eres tú, ¡eres tú!!
hay que fracasar
y a veces fondo tocar
para ver la luz
y esta vida apreciar**

(El atrap sueños, Mago de Oz)

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México que nos ha permitido cumplir una metas más en la vida.

Un agradecimiento especial a la persona que creyó en la idea de unas estudiantes y alumnas, quien nos apoyó desde el primer momento y hasta la culminación de este proyecto, dándonos un apoyo incondicional con aprecio y cariño, muchísimas gracias Dra. Carolina Moreno Ramos, Co Asesora, maestra y amiga.

Al área de básica III donde nos facilitaron el uso de las instalaciones para la realización de las pruebas necesarias en el proceso de la tesis así como también agradecemos su apoyo y comprensión.

A la Dra. María Gabriela Vargas Martínez por compartir su conocimiento y al mismo tiempo enriquecer nuestra formación académica al acogernos en sus instalaciones y permitirnos realizar la prueba Absorción Atómica.

A la Dra. Sara Esther Valdés Martínez por facilitarnos el préstamo de instalaciones de laboratorio.

A Gustavo Hernández Luna quien nos apoyó durante todo el proceso de este trabajo sin esperar ningún reconocimiento, ocupando su tiempo y recursos.

A los todos los sinodales por sus valiosas aportaciones en la revisión de esta tesis.

A nuestra compañera y amiga María Concepción Dolores Becerra, por todo el apoyo dado a lo largo de nuestra trayectoria escolar tanto académicamente como emocional ya que fue y sigue siendo una inspiración por su inteligencia, fortaleza y amabilidad.

Finalmente, quisiéramos agradecer a todos aquellos profesores que nos formaron académicamente durante nuestra vida estudiantil, algunos ya no están presentes pero dejaron una huella importante en nuestro camino.

¡Mil Gracias!

DEDICATORIAS

Es momento de cerrar un ciclo en mi vida y abrir paso a nuevas experiencias y mayores retos. Dedico con mucho cariño esta tesis:

A mis padres, aunque el apoyo que recibí no fue incondicional fue de utilidad para llegar hasta este punto. Pues sin sus enseñanzas y valores no estaría donde estoy ni sería lo que soy. Gracias por el esfuerzo que suponía el tenerme bajo su protección.

A Yisus, por hacer un buen equipo y ayudarnos mutuamente en los momentos más críticos de nuestras carreras, impulsándome a seguir adelante y ser una mejor persona con tu generosidad, amabilidad, respeto, paciencia, comprensión y cariño. Gracias por cruzarte en mi camino.

A mi hermano, pues a pesar de todo lo que hemos pasado te has mantenido firme, quedándote a mi lado, justo como lo que eres “un hermano” y aunque no siempre nos veamos me haces llegar tu apoyo.

A mi Dolly, siempre estarás en mi corazón, pues siempre estabas cuando te necesitaba brindándome tu cariño y compañía.

Mayumi

Así como los castillos tienen pilares que lo ayudan a mantenerse en pie en mi vida también existen estos pilares los cuales son mi familia, aunque la independencia es parte de la vida aquellos que amamos siempre estarán con nosotros, espero un futuro lleno de aprendizaje donde logre aplicar mis conocimientos y donde pueda conocer el mundo para llenarme de sabiduría y experiencias.

Dedico este cierre de ciclo a mis padres que me han dado no solo su apoyo y amor incondicional sino una vida llena de alegrías, sin carencias a pesar de los problemas, este triunfo es en parte gracias a ellos y estoy agradecida de que mi madre y padre sean testigo del fruto que he logrado cosechar en estos años.

A mis hermanos por el cariño y alegría que le dan a mi vida, por las risas compartidas que hacían al estrés desaparecer, espero que este triunfo los anime y los motive para cumplir sus metas.

Jessica

**Cuando un sueño se te muera
o entre en coma una ilusión,
no lo entierres ni lo llores, resucítalo.**

**Y jamás des por perdida
la partida, cree en ti,
y aunque duelan, las heridas curarán.**

**Si las lágrimas te nublan
la vista y el corazón,
haz un trasvase de agua
al miedo, escúpelo.**

(Hoy te toca ser feliz, Mago de Oz)

ÍNDICE

Resumen.	1
Introducción.	2
1 Antecedentes	4
1.1 Snack o Botana	4
1.1.1 Tipos de botanas.	4
1.1.2 Envasado de botanas.	5
1.1.3 Etiquetado de botanas.	9
1.1.3.1 Distintivo Nutrimental Voluntario	12
1.1.4 Aporte nutricional de las botanas	16
1.2 Horneado	17
1.3 Maíz (<i>Zea mays</i>)	18
1.3.1 Origen, taxonomía y morfología del maíz	18
1.3.2 Composición Química y Propiedades nutricionales del maíz	19
1.3.3 Usos del maíz	20
1.3.4 Nixtamalización del maíz	20
1.3.5 Harina de maíz nixtamalizado.	21
1.4 Amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>).	23
1.4.1 Origen, taxonomía y morfología del amaranto.	23
1.4.2 Composición Química y Propiedades del Amaranto	25
1.4.3 Usos del amaranto.	27
1.5 Lenteja (<i>Lens culinaris</i>)	27
1.5.1 Origen, taxonomía y morfología de la lenteja.	28
1.5.2 Composición química de la lenteja.	29

1.5.3 Usos de la lenteja.	30
1.6 Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).	30
1.6.1 Origen, taxonomía y morfología del frijol.	30
1.6.2 Composición Química y Propiedades del frijol.	32
1.6.3 Factores antinutricionales del frijol.	33
1.6.4 Usos del frijol.	33
1.7 Linaza y Chía.	34
1.7.1 Origen, taxonomía y morfología de la Linaza y Chía.	34
1.7.2 Composición química y propiedades de la linaza y chía.	36
1.7.3 Usos de la linaza y chía.	37
1.8 Plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L., var. Macho (Bello, 2002)).	38
1.8.1 Origen, taxonomía y morfología del plátano.	38
1.8.2 Composición Química y Propiedades del plátano.	40
1.8.3 Usos del plátano.	41
1.9 Betabel (<i>Beta vulgaris</i>).	41
1.9.1 Origen, taxonomía y morfología del betabel.	41
1.9.2 Composición Química y Propiedades del betabel.	43
1.9.3 Usos del betabel.	44
1.10 Calabaza (<i>Curcubita pepo</i>).	44
1.10.1 Origen, taxonomía y morfología de la calabaza.	44
1.10.2 Composición Química y Propiedades de la calabaza.	45
1.10.3 Usos de la calabaza.	46
1.11 Diseño de plantas.	46
1.11 Tipos de instalaciones.	46
1.12 Distribución.	46
1.13 Ubicación de la planta.	48
1.14 Layout.	48
2. Problema objetivos e Hipótesis.	51
2.1 Problema.	51

2.2 Objetivo general.	51
2.3 Hipótesis.	51
2.4 Objetivos particulares.	51
3. Cuadro Metodológico.	52
3.1 Metodología.	53
3.1.1 Materiales utilizados para la elaboración de las botanas.	54
3.2 Elaboración del snack salado.	54
3.2.1 Diagrama de bloques de la botana salada.	54
3.2.2 Descripción de proceso para la elaboración de botana salada.	54
3.2.1 Diagrama de bloques de la botana salada.	56
3.3 Elaboración del snack dulce.	57
3.3.2 Descripción de proceso de elaboración de botana dulce.	57
3.3.1 Diagrama de bloques de la botana dulce	58
3.4 Parámetros Sensoriales.	59
3.4.1 Prueba de aceptabilidad hedónica.	59
3.5 Composición química.	60
3.5.1 Determinación de proteína (Método micro Kjeldahl).	60
3.5.2 Determinación de grasa (método Soxhlet).	62
3.5.3 Determinación de humedad (Método de estufa).	63
3.5.4 Determinación de cenizas (Método de Klemm).	64
3.5.5 Determinación de Fibra dietética (Método Enzimático).	65
3.5.6 Determinación Microbiológica.	68
3.5.7 Determinación del contenido de sodio (Espectrofotometría de absorción atómica).	70
4 Diseño de las etiquetas.	72
4.1.1 Etiqueta del snack salado.	72
4.1.2 Etiqueta del snack dulce.	73

5 Análisis estadístico.	73
6 Resultados y Discusión.	74
Determinación de Análisis Químico Proximal (AQP).	77
➤ Contenido de Humedad.	77
➤ Contenido de grasa.	78
➤ Contenido de Cenizas.	80
➤ Contenido de fibra.	81
➤ Contenido de proteínas.	83
➤ Contenido de carbohidratos.	84
➤ Contenido energético.	85
➤ Contenido de Microorganismos.	86
➤ Contenido de Sodio.	88
7 DISEÑO TEÓRICO DE LA PLANTA PROCESADORA.	91
7.1 Generalidades.	91
7.1.1 Nombre de la planta.	91
7.1.2 Función.	91
7.1.3 Tipo.	91
7.2 Factor de servicio.	91
7.3 Capacidad y Rendimiento.	91
7.3.1 Capacidad.	91
7.4 Especificaciones de materia prima.	92
7.4.1 Botana dulce	92
7.4.1.1 Amaranto	92
7.4.1.1 Lenteja	93
7.4.1.1 Harina de maíz	93
7.4.1.1 Linaza	94
7.4.1.1 Sal.	95
7.4.1.6 Goma carragenina.	95

7.4.1.7 Edulcorante.	97
7.4.1.8 Leche en polvo.	97
7.4.1.9 Betabel.	97
7.4.1.10 Plátano.	98
7.4.1.12 Saborizante a nuez.	100
7.4.1.13 Saborizante (Chocolate).	100
7.4.1.14 Ciruela pasa	102
7.4.2 Botana salada.	103
7.4.2.1 Harina de maíz.	103
7.4.2.3 Frijol pinto.	104
7.4.2.4 Calabaza.	105
7.4.2.5 Leche en polvo.	105
7.4.2.6 Edulcorante.	106
7.4.2.7 Chía.	106
7.6 Servicios auxiliares.	109
7.6.1 Electricidad.	109
7.6.2 Vapor.	110
7.6.3 Agua.	110
7.6.4 Aire.	110
7.6.5 Combustible.	110
7.6.6 Basura.	110
7.6.7 Tratamiento de agua residual.	110
7.7 Diagramas de bloques.	111
7.8 Descripción de cada parte del diagrama.	113
7.8.1 Descripción de proceso para la elaboración de botana salada.	113
7.8.2 Descripción de proceso para la elaboración de botana dulce.	114
7.9 Balance de materia-energía y diagrama de flujo para la botana salada.	116
7.10 Balance de materia-energía y diagrama de flujo para la botana dulce.	117
7.11 Diagrama de distribución de áreas (Lay-out DF-02).	118
7.12 Listado de áreas.	119

7.13 Justificado de áreas.	119
7.14 Diagrama de distribución de equipos (Plot-plant DF-03).	122
7.15 Listado de equipos.	123
7.16 Hoja de especificación de equipos.	123
7.17 Diagrama de distribución de tubería (DT-01).	129
7.18 Listado de tuberías.	130
7.19 Hoja de resultados de la selección del diámetro de tubería para cada línea	130
7.20 Diagrama eléctrico.	132
7.20.1 Diagrama unifilar.	132
7.21 Listado de motores.	133
7.22 Cálculo del transformador.	134
Conclusiones	135
Recomendaciones	136
Anexos	137
Bibliografía	155

I) Índice de figuras

Figura 01 Algunas botanas del mercado.	6
Figura 02. Bolsa de aluminio para alimentos.....	8
Figura 03. Ícono de menciones obligatorias.	10
Figura 04. Orden de nutrimentos en el etiquetado.	10
Figura 05. Porcentaje de aporte calórico unidades.	10
Figura 06. Contenido de sodio.	11
Figura 07. Contenido energético.	11
Figura 08. Porciones en el empaque.....	11
Figura 09 Representación de las porciones por envase.....	12
Figura 10. Logo distintivo nutrimental.....	13
Figura 11. Proporciones del logotipo y correcta construcción.....	14
Figura 12. Sello nutrimental.	14
Figura 13. Tamaño mínimo del logotipo.	15
Figura 14. Distintivo nutrimental fondo contraste.....	15
Figura 15 Morfología del maíz.....	19
Figura 16. <i>Amaranthus hypochondriacus</i>	23
Figura 17. “Semilla de amaranto y amaranto reventado”.....	24
Figura 18. Diagrama de sección transversal y longitudinal de la semilla de amaranto.....	25
Figura 19. Barra de alegría.	27
Figura 20. Semilla de lenteja.....	28
Figura 21. Cultivo de lenteja.....	28
Figura 22. Diversidad del frijol.....	31
Figura 23. Morfología de frijol común.	31
Figura 24. Cultivo de Chía.....	35
Figura 25. Cultivo de linaza en floración.....	35
Figura 26. Estructura del lino. (A) Cotiledón, (B) cubierta de la semilla, (C) mucílago.	36
Figura 27. <i>Musa paradisiaca</i>	38
Figura 28. Esquema de una platanera en fase de fluctuación.	39
Figura 29. Fotografía de betabel (<i>Beta Vulgaris</i>).....	42
Figura 30. Calabaza.....	44
Figura 31. Prueba de aceptabilidad hedónica.	59
Figura Ilustración 32. Digestión de las muestras.	60
Figura 33. Destilación.	61
Figura 34. Extracción.	62

Figura 35. Estufa.....	63
Figura 36. Filtración por medio de vacío.	66
Figura 37. Mufla.	67
Figura 38. Medios de cultivo preparados.....	68
Figura 39. Medios de cultivo sobre estufa.	68
Figura 40. Medios de cultivo en cajas Petri.	69
Figura 41. Medios de cultivo con muestra.	70
Figura 42. Soluciones para la curva patrón en matraces de 10 mL.	71
Figura 43. Espectrofotómetro.	71
Figura 44. Etiqueta de el snack salado por la parte frontal y trasera.	72
Figura 45. Etiqueta del snack dulce por la parte frontal y trasera.	73
Figura 46. Gráfica de resultados de la prueba sensorial hedónica para sabores salados.	74
Figura 47. Resultados de la prueba de Tukey para la botana salada.	75
Figura 48. Gráfica de resultados de la prueba sensorial hedónica para sabores dulces.	76
Figura 49. Resultados de la prueba de Tukey para la botana salada.	77
Figura 50. Temperatura de fundido y atemperado para cobertura negra.	101
Figura 51. Temperatura de fundido y atemperado para cobertura con leche.	101
Figura 52. Ubicación de la planta (mapa capturado a partir de Google Maps). ..	109

II) Índice de tablas

Tabla 01 Tipos de botanas según la generación.	5
Tabla 02 Composición química de maíz dentado.	19
Tabla 03 Especificaciones Físicas y Químicas de la harina de maíz nixtamalizado.	21
Tabla 04. Aminoácidos esenciales presentes en la harina de maíz (g de aa /100g ps).....	23
Tabla 05 Composición Química del Amaranto	25
Tabla 06. Contenido de aminoácidos de las proteínas del amaranto.	26
Tabla 07. Composición química de la Lenteja.	29
Tabla 8. Aminoácidos esenciales presentes en la lenteja (g de aa /100g ps).....	29
Tabla 09 “Composición química del frijol común”.	32
Tabla 10. Aminoácidos esenciales presentes en el frijol (g/100 g Proteína)	32
Tabla 11. Usos de las especies silvestres y cultivadas de <i>Phaseolus</i>	34
Tabla 12 “Composición Química de la Chía y Linaza”	36

Tabla 13. Aminoácidos esenciales presentes en la Chía y Linaza.	37
Tabla 14 Taxonomía de la <i>Musa paradisiaca</i>	39
Tabla 15 Composición Química del banano y plátano macho. (100g)	40
Tabla 16. Aminoácidos esenciales presentes en el Plátano (por ciento en base seca).	40
Tabla 17 Composición Química del betabel (100 g).	43
Tabla 18. Aminoácidos esenciales presentes en el Betabel en mg.	43
Tabla 19 Composición Química de la calabaza (100 g).	45
Tabla 20. Aminoácidos esenciales presentes en el calabacín (100g).	45
Tabla 21 Formulación de botana salada.	53
Tabla 22 Formulación de botana dulce.	54
Tabla 23 Resultado de humedad de ambas botanas.	78
Tabla 24 Resultados de grasa de ambas botanas.	79
Tabla 25 y Tabla 26 Comparación del contenido de grasa los productos dulce y salado con los comerciales.	79
Tabla 27 Resultados del contenido de cenizas de la botana dulce.	80
Tabla 28 Resultado del contenido de fibra de la botana dulce y salada.	82
Tabla 29 y Tabla 30 Comparación del contenido de fibra de los productos dulce y salado con los comerciales.	82
Tabla 31 Resultados del contenido de proteína ambas botanas.	83
Tabla 32 y Tabla 33 Comparación del contenido de proteína de los productos dulce y salado con los comerciales.	83
Tabla 34 Resultado del contenido de carbohidratos ambas botanas.	84
Tabla 35 y Tabla 36 Comparación del contenido de carbohidratos de los productos dulce y salado con los comerciales.	85
Tabla 37 Contenido energético de ambas botanas	85
Tabla 38 y Tabla 39 Contenido energético de los productos salado y dulce con los comerciales.	86
Tabla 40 UFC contabilizadas en la botana salada.	86
Tabla 41 UFC contabilizadas en la botana dulce.	87
Tabla 42. Límite máximo de materia extraña en botanas:	87
Tabla 43 Limite máximo de microorganismos en botanas.	87
Tabla 44 Resultado del contenido de sodio en ambas botanas.	88
Tabla 45 y Tabla 46 de Resultados y comparación con las botanas comerciales	89
Tabla 47. Producción diaria de cada botana	92
Tabla 48 Formulación de botana dulce.	92
Tabla 049 Especificaciones Físicas y Químicas de la harina de maíz nixtamalizado.	94
Tabla 50 “Composición Química de la Linaza”.	95

Tabla 51. Variedades de sal.....	95
Tabla 52 Propiedades fisico-quimicas de la goma carragenina.....	96
Tabla 53 Propiedades del saborizante vainilla.	99
Tabla 54. Composición química de saborizante de nuez.	100
Tabla 55. Composición % m/m en base seca	101
Tabla 56 Composición Química de la Ciruela pasa (100 g).....	102
Tabla 57“Composición Química de la Chía”	106
Tabla 58. Comparación de las propuestas de ubicaciones.	108
Tabla 59 Características del servicio de Electricidad.....	109
Tabla 60. Características del servicio de Vapor.	110
Tabla 61. Características de las tuberías.	130
Tabla 62 Listado y potencia de los motores que se encuentran en la planta.	133
Tabla 63 Lux y Watts mínimos necesarios para cada área de la planta.	133
Tabla 64 Dimensiones generales de los transformadores (mm).....	134
Tabla 65 Opciones de calderas marca ATTSU	151

Resumen.

El presente trabajo tiene como finalidad el desarrollo de dos nuevos productos así como la propuesta del diseño de la etiqueta y de la planta procesadora de estos alimentos. Se llevó a cabo el desarrollo de 8 formulaciones (seleccionando como los cereales el maíz y amaranto, y seleccionando como leguminosas a la lenteja y el frijol); 4 saladas (queso, adobo, sal limón y mochi) y 4 dulces (nuez, ciruela, canela y chocolate), para la obtención de dos productos, estos se eligieron a través de pruebas sensoriales, los datos obtenidos de la encuesta sensorial se sometieron a pruebas ANOVA y Tukey siendo el de chocolate y mochi los más aceptados. También se realizaron pruebas para determinar la composición química de los productos (Análisis Químico Proximal), la metodología de las técnicas para estas pruebas se encuentran en la AOAC, aplicándoles pruebas de tendencia central y de dispersión a través de las cual se obtuvieron los siguientes resultados; salada (Proteína 11.89%, Grasa 11.12%, Humedad 6.41%, Cenizas 4.68%, Fibra Dietética Total 18.61 %, Carbohidratos 16.53%); Dulce (Proteína 11.98, Grasa 9.19%, Humedad 7.87%, Cenizas 2.34%, Fibra Dietética Total 17.33%, Carbohidratos 18.95%).

Adicionalmente se realizaron pruebas microbiológicas para saber la calidad sanitaria del producto siendo los resultados en la botana salada: Mesófilos 1.5 UFC; Coliformes 8 UFC; levaduras y hongos ausentes, dulce: Mesófilos 1 UFC; Coliformes 7 UFC; levaduras y hongos ausentes, cumpliendo con las especificaciones de las normas NOM-247-SSA1-2008 y el PROY-NOM-216-SSA1-2002.

Se presenta la propuesta de la etiqueta para cada producto cumpliendo las normas NOM-051_SCFI y NOM-086-SSA1-1994. Para cumplir con las normas anteriores de etiquetado se realizó la prueba de espectrofotometría de absorción atómica para conocer el contenido de sodio en cada botana, en la dulce fue de 19.5 mg y en la salada 528 mg en 30 g de producto respectivamente.

La propuesta del diseño de la planta procesadora que se presenta desde la selección del terreno donde se localizaría la planta (Municipio de Chimalhuacán, Estado de México), planos de la distribución de áreas, del área de proceso, distribución de tubería, diagrama eléctrico, hasta las hojas de especificaciones de los equipos adecuados a las necesidades de producción.

Introducción.

El mercado de las botanas en México se ha incrementado en los últimos años. De acuerdo a la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Canacintra) el consumo de botanas es de cuatro kilogramos por mexicano en promedio al año, lo que indica un incremento sustancial de 70% en 10 años, dado que en el año 2000 el consumo llegó a 2.3 kilogramos.

La industria de botanas está conformada por 130 empresas grandes, medianas y pequeñas establecidas en territorio nacional, aunque se estima que igual número de microempresas las operan familias en sus propios hogares. La mayor cantidad de empresas fabricantes de botanas se concentra en los estados de México, Jalisco, Nuevo León y la Ciudad de México, con una generación de 200,000 empleos directos e indirectos. Fabricantes de Botanas, de Canacintra, aseguran que se trata de una industria en ascenso por la calidad del producto, su valor nutricional, la inmediatez de su consumo y la facilidad de su adquisición. A pesar de que actualmente, se ha deteriorado un tanto la imagen de las botanas, por lo que es necesario poner en marcha mecanismos creativos y con inventiva moderna que permitan revertir esta imagen (El Economista 2016).

Cada vez más la población se concientiza de que la clave para una buena salud es una buena alimentación, el incorporar vegetales a la dieta, la combinación de cereales y leguminosas e ingerir el agua suficiente. Por otra parte existe una tendencia de la población a consumir alimentos prácticos, es decir fáciles de transportar, de consumir, que su adquisición sea fácil y que puedan ser ingeridos en cualquier lugar y momento (Cutullé, 2012).

Actualmente el ritmo de vida acelerado, la falta de tiempo para cocinar y la disponibilidad ilimitada de alimentos ha alcanzado a casi toda la población, lo que ha provocado cambios significativos en los hábitos alimentarios pues ocasiona una menor supervisión familiar de los alimentos y bebidas que se ingieren (principalmente niños), tanto dentro como fuera del hogar, por la mayor libertad de elección y de disponibilidad económica que se tiene para comprarlos. Debido a estas razones se ha incrementado el consumo de alimentos de origen animal, snacks y bebidas blandas, la mayoría de ellos bajos en nutrientes y de alto contenido en grasa y/o azúcares refinados, sal, aditivos, conservantes y de alto valor energético. Estas circunstancias coinciden con un aumento de la prevalencia de obesidad en niños y adolescentes, que posteriormente se convertirán en adultos propensos a desarrollar ciertas enfermedades (obesidad, desnutrición, displemias, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares entre otras) (Cutullé, 2012; Macías M. y col., 2012; Tojo y Leis, 2002).

No obstante, las recomendaciones nutricionales, la tecnología, la disponibilidad y el acceso a los alimentos, no logran por sí solos que la población opte por una alimentación más sana ya que si se les da a elegir los alimentos de su preferencia estos optan por los alimentos con alto contenido calórico (jugos envasados, refrescos, frituras, cereales derivados) (Cutullé, 2012; García, 2015; Almanzar y Díaz, 2011).

El sobrepeso y obesidad aquejan mayoritariamente a los países desarrollados y economías emergentes como México, los cuales reconocen que su elevada incidencia ha

provocado una epidemia reconocida como un nuevo problema de salud pública relacionado con el exceso de la ingesta de alimentos, particularmente aquellos con un elevado contenido de grasa, almidones y azúcares (Salinas, 2014).

Por lo anteriormente mencionado y que la población al consumir una botana elige las que tienen practicidad para adquirir, trasladar y que puedan ser ingeridas en cualquier lugar/momento, se planteó la elaboración de botanas que proporcionen un porcentaje mayor de proteínas (debido al origen de sus ingredientes) en comparación de las comerciales, que sean bajo en azúcares, bajo en lípidos, económicos y accesibles; para poder realizar las propuestas de los productos debemos elegir los ingredientes adecuados tomando en cuenta trabajos consultados los cuales tienen por objetivo conseguir una opción más nutritiva a los snacks que hay en el mercado, en los que se utiliza harina de plátano macho y maíz (García,2012), mezclas de trigo y leguminosas fermentadas y sin fermentar (Granito, 2010), mezclas de arroz con lentejas (Cutullé, 2012), e ingredientes funcionales como linaza, calabacín, amaranto, frijoles (Mazza, 2000). Mientras que para la elección de sabores se hizo de acuerdo a Alfaeditores (2013) seleccionando Adobo, Queso, sal-limón, Mochi y de acuerdo a PEPSICO (2016) e INEGI (2013) optando por el sabor chocolate, ciruela, canela y nuez.

1 Antecedentes

1.1 Snack o Botana

En base a la PROY-NOM-216-SSA1-2002 se define a las botanas como los productos de pasta de harinas, de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; así como de granos, frutas, frutos, semillas o leguminosas con o sin cáscara o cutícula, tubérculos; productos nixtamalizados y piel de cerdo, que pueden estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos (PROY-NOM-216-SSA1-2002).

Al hablar de los snacks en México, tenemos que referirnos a las botanas. Los “bocaditos”, “botanas”, “boquitas”, o como quisiéramos llamar a los snacks (su nombre en inglés y que define un tipo de comida que es ingerida como entremés entre comidas y es adquirido normalmente en tiendas de barrio), son una parte ya natural de nuestras costumbres y que constituye un mercado de miles de millones en todo el mundo (Torres, 2009). Las botanas contienen ciertos nutrientes que no pueden despreciarse, a pesar de las opiniones que reprueban su consumo. Pueden aportar elementos valiosos, pero es necesario combinarlos con otros alimentos para poder consumir una dieta correcta (Huerta, 2004).

En la industria de la botana la fritura a base de cereales es uno de los métodos de cocción más utilizados, por lo que hace que otros métodos de cocción como el tostado, el asado y la deshidratación estén ganando popularidad en la industria, dando como resultado productos con un contenido energético menor (Huerta, 2004).

Según una publicación de Forbes el mercado de las botanas en América Latina produce ganancias de más de 30,000 millones de dólares, con un crecimiento de 4% en el mercado de botanas entre 2013-2014 de acuerdo con el estudio que realizó Nielsen (Forbes, 2014). Por otra parte según publicó el financiero las estimaciones de Euromonitor International hacia 2017 las papas fritas, chicharrones y palomitas generarán ingresos de 4,143 millones de dólares, 33.5% más comparado con los 3,143 millones de dólares del 2012 (Pallares, 2014).

1.1.1 Tipos de botanas.

Los snacks se pueden clasificar de acuerdo al proceso de manufactura en primera generación, segunda generación, tercera generación y snacks extruidos como se muestra en la tabla 01.

Tabla 01 Tipos de botanas según la generación.

Categoría	Proceso	Producto
Primera generación.	Son snacks mínimamente procesados y obtenidos de granos enteros.	Palomitas de maíz.
Segunda generación.	Esta categoría presenta la mayor popularidad. Los productos obtenidos mediante procesamiento de grits y harinas son obtenidos después de formar masa a través de un extrusor termoplástico o mediante laminado y corte.	Fritos, Tostitos, pretzels y productos de expansión directa como Chetos.
Tercera generación.	Son productos obtenidos mediante un proceso de varias operaciones unitarias donde se obtiene un comprimido o pellet. Estos son generalmente producidos mediante dos pasos de extrusión donde un extrusor gelatiniza al almidón y el otro forma al comprimido. Estos pellets se elaboran con muy diversas materias primas y necesitan de cuando menos un proceso adicional para llegar al consumidor. Este proceso es por lo general un freído.	Imitación de chicharrón de puerco y productos análogos producidos mediante el freído u horneado de comprimidos (configuración tipo anillo, rueda de carreta, tubos, etc.).
Snacks coextruidos.	Este proceso relativamente nuevo coextrude dos diferentes formulaciones y corriente de productos a través de un solo dado del extrusor. Los productos terminados son rellenos.	Tubos rellenos de queso u otros saborizantes y galletas tipo snack rellenas.

Fuente: Serna Saldivar, 2013.

1.1.2 Envasado de botanas.

El envase, a lo largo de su historia, fue variando no sólo por los materiales que comenzaron a utilizarse para su fabricación sino por la importancia que poco a poco alcanzó. En sus inicios fue considerado simplemente como un contenedor o protector pasando luego a ocupar un lugar asociado mucho más a la presentación del producto ya que es lo primero que se observa, y a partir de ahí comunica las cualidades y los beneficios que se obtienen al consumirlo. Por eso llegó a llamarse “el vendedor silencioso”. Sin envases sería imposible que la mayoría de los productos comercializados fuesen distribuidos en un mercado cada vez más amplio, a continuación se dan algunas definiciones de lo que es un envase (INTI, 2012).

Según la norma mexicana NOM-EE-148-1982.

Envase. Cualquier recipiente adecuado en contacto con el producto, para protegerlo y conservarlo, facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución.

En 1997 fue editado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) un glosario de términos de envase y embalaje, redactado en inglés, francés, árabe y español, el cual define al envase como:

Objeto manufacturado que contiene, protege y presenta una mercancía para su comercialización en la venta al menudeo, diseñado de modo que tenga el óptimo costo compatible con los requerimientos de la protección del producto y del medio ambiente (Rodríguez, 2005).

Las características físicas que se deben tener en cuenta en los materiales para empaquetar productos tipo snack son:

- Excelente sellado y brillo, sin fugas ni falla.
- Suficiente rigidez para soportar la manipulación en el transporte.
- Protección contra la humedad, impidiendo la oxidación de la grasa que causa rancidez en los snack durante el almacenamiento.
- Evitar pérdidas de olor y sabor, igualmente proteger contra contaminaciones de sabores y olores extraños.
- Protección al producto del ataque de luz, altas temperaturas de almacenamiento.

➤ **Empaques flexibles.**

Los materiales para la fabricación de estos son polietileno de alta y baja densidad (PE-HD, PE-LD), polipropileno (PP), polivinilcloruro (PVC), poliestireno (PS), lámina de poliéster (PET).

El objetivo de todos los envases es llevar un producto al consumidor final en óptimas condiciones, a través de las diferentes etapas del proceso (Empacado, almacenamiento, transporte, comercialización y uso) sin que el producto sufra daño alguno.

En la actualidad el envase flexible de fondo estable es ideal para el sector snacks debido a que se diferencia mejor, es más estable y almacenable.



Figura 01 Algunas botanas del mercado.
Fuente: É Packaging, 2013.

El envase flexible tipo stand up o fondo estable (Figura 01), se impone cada vez más en el sector de snacks principalmente por el atractivo de su forma que le permite diferentes siluetas y diseños.

Para la seguridad y la conservación de este tipo de productos en condiciones óptimas es necesario realizar el llenado en un equipo que disponga de un sistema de dosificación adecuado para que el envasado ofrezca total garantía. La posibilidad de tratar el producto en atmósfera controlada a través de la inyección de nitrógeno para la eliminación del oxígeno residual, proporcionará la máxima calidad y conservación, sin alterar su sabor y textura por ablandamiento o enranciamiento.

Cuando el tamaño de la bolsa es de mayor volumen o peso, y es previsible que su contenido se consuma en varias veces, es recomendable disponer de un sistema de auto cierre (Zipper) para conservar al máximo las propiedades del producto una vez abierta la bolsa. En estos casos se recomienda el incremento del grosor del film, en especial el PE (polietileno), manteniendo la capa externa de PET (poliéster). En los casos en que el peso a envasar sea importante se puede combinar la composición del film desde PET12/PE70 a PET12/PE100 según el tipo de producto.

Se puede también recurrir al aluminio (AL) y con un grosor de 9 micras suele ser suficiente obteniéndose un film tipo tricapa. La combinación PET12/ALU9/PE80 es común y cubre el envasado seguro en un rango muy amplio de productos. En ahorros de costes y en algunos casos, buscando la economía del film se ha sustituido el aluminio por una capa de metalizado a base de partículas, situada entre la capa externa no sellable (PET) y la interna (PE).

Los avances tecnológicos en los materiales flexibles complejos que forman parte del envase han permitido mejorar los parámetros esenciales de tiempo, presión y temperatura, influyendo en el sistema de sellado y calidad, alcanzando los objetivos de seguridad que debe cumplir un envase alimentario. Los snacks suelen tener un alto contenido en sal. En estos casos en la construcción de la máquina envasadora es aconsejable utilizar materiales inoxidables tal y como es el acero inoxidable tipo AISI-316, el titanio o ciertos materiales plásticos resistentes a la salinidad, de lo contrario se podría producir corrosión en las partes en contacto con el producto y con el tiempo de la máquina por limpieza (É Packaging, 2013).

Un producto almacenado tipo snack presenta diferentes tipos de deterioro entre ellas están:

- Ganancia de humedad, que provoca pérdida de crocancia.
- Oxidación de lípidos, que produce rancidez o sabores desagradables.
- Pérdida de vitaminas.
- Pérdida de aromas.

(Williams & Brenner ,1995).

Desde el momento de su elaboración un alimento comienza a degradarse. Los componentes químicos, la energía y flujos extraídos se arrastran, rodeando al alimento las grasas y aceites se combina lentamente con el aire del ambiente y se enrancian, los sabores disminuyen su intensidad ya que se combinan también con el oxígeno (Roberson, 1993).

Un empaque “plástico protector” disminuye estas reacciones pero causa otros efectos, debido a que las moléculas del sabor y aroma del alimento, se adhieren a la pared del empaque, asimismo ciertas partículas de la pared pueden migrar al alimento dándole un sabor desagradable (Roberson, 1993).

A pesar de la cantidad de mecanismos de degradación, estos pueden ser agrupados en dos categorías:

- a) Mecanismos de degradación interna.
- b) Mecanismos de degradación externa.

En la primera categoría intervienen, todos los componentes participantes en la formulación misma del alimento, por variación de los ingredientes e indirectamente por variaciones del procesamiento. En el segundo caso están algunos de los componentes que no son propios del producto y que se encuentran en el medio ambiente circundante (Speigel, 1989).

Los dos tipos de deterioro pueden ser controlados por las barreras de la estructura del empaque. Los componentes que se transfieren durante el mecanismo de degradación son principalmente oxígeno, humedad, componentes volátiles del sabor, aroma y la luz. Para los productos “snack” se pueden utilizar tres tipos de empaques: films flexibles, semirrígidos y rígidos. Cerca del 80% son empacados en películas flexibles.

Por lo mencionado y tomando en cuenta las características de los productos elaborados el tipo de bolsa a utilizar para las botanas desarrolladas en el presente trabajo es un empaque metálico de aluminio con dimensiones: 9 cm x 16 cm x 3 cm (base x altura x ancho) como se muestra en la figura 02.



Figura 02. Bolsa de aluminio para alimentos.
Fuente: Empaques Doña Mary.

1.1.3 Etiquetado de botanas.

La etiqueta es la carta de presentación de cualquier producto, debe ser atractiva al público para que sea la opción de su elección, puede ser con colores llamativos o elegantes, simples etc. dependiendo de cada productor, pero algo más importante es la información que esta proporciona al consumidor acerca de los nutrientes que aporta.

En base a la norma oficial Mexicana **NOM-051-SCFI/SSA1-2010**, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010, la etiqueta para los alimentos incluidas las botanas deben contener los siguientes lineamientos:

Definiciones:

- Etiqueta: Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida (técnica para estampar directamente un dibujo), marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto preenvasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje.
 - Etiquetado Frontal Nutricional: Aquella declaración nutricional situada en área frontal de exhibición, de conformidad con el Reglamento.
 - Fecha de caducidad: Fecha límite en que se considera que las características sanitarias y de calidad que debe reunir para su consumo un producto preenvasado, almacenado en las condiciones sugeridas por el responsable del producto, se reducen o eliminan de tal manera que después de esta fecha no debe comercializarse ni consumirse.
 - Fecha de consumo preferente: Fecha en que, bajo determinadas condiciones de almacenamiento, expira el periodo durante el cual el producto preenvasado es comercializable y mantiene las cualidades específicas que se le atribuyen tácita o explícitamente, pero después de la cual el producto preenvasado puede ser consumido (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).
- I. Las menciones obligatorias a expresarse en el etiquetado deberán estar contenidos en el siguiente ícono (Figura 03):



Figura 03. Ícono de menciones obligatorias.

Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

II. Las dimensiones mínimas son reguladas en función del área frontal de exhibición, de tal forma que las menciones obligatorias deben ocupar por lo menos 0.5% de la misma por cada ícono que haya de ser reportado pero nunca deberá ser menor a 0.6 cm de ancho y 0.9 cm de alto. En todos los casos, cada ícono deberá guardar la proporción de dos tercios de ancho respecto de la altura.

III. La expresión de los nutrimentos y el aporte energético deberá sujetarse a lo siguiente:

- a) Cumplir con el siguiente orden de izquierda a derecha: Grasa saturada, Otras grasas, Azúcares totales, Sodio y Energía. Esto tal y como se muestra a continuación (Figura 04):

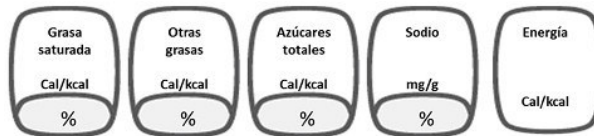


Figura 04. Orden de nutrimentos en el etiquetado.

Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

- b) Representar el porcentaje del aporte calórico de grasa saturada, otras grasas y azúcares totales en kilocalorías o Calorías debiendo usar la abreviatura "kcal" o "Cal" y el porcentaje con el signo porcentual "%", tal y como se muestra a continuación (Figura 05):

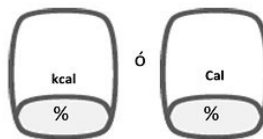


Figura 05. Porcentaje de aporte calórico unidades.

Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

- c) Reportar el contenido de sodio en miligramos debiendo usar la abreviatura "mg", o en su caso "g" cuando se declare más de un millar, y el porcentaje con el signo porcentual "%", tal y como se muestra a continuación en la figura 06:

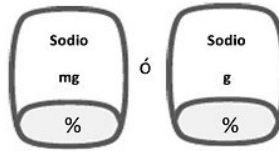


Figura 06. Contenido de sodio.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010

d) Expresar el contenido energético usando la palabra "Energía" seguido del número de kilocalorías correspondientes, debiendo usar la abreviatura "kcal" o "Cal", tal y como se muestra a continuación (Figura 07):

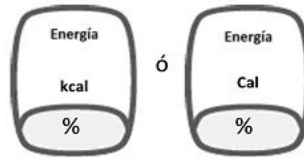


Figura 07. Contenido energético.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

IV. Los envases de alimentos y bebidas no alcohólicas, considerados como individuales, deberán realizar la declaración de Grasa saturada, Otras grasas, Azúcares totales, Sodio y Energía, por el contenido total del envase, considerando lo dispuesto en las fracciones I, II y III de este inciso 4.2.9.2.

V. Cuando se trate de un envase familiar, en el que el productor opte por declarar por porción, deberá cumplir con lo siguiente:

- a) La declaración se hará por porción, pieza o medida casera.
- b) Se añadirá un ícono en el que se declaren las kilocalorías totales, el cual se ubicará al final de los íconos a que hace mención el literal a) de la fracción III de este inciso 4.2.9.2.
- c) Se deberá señalar el número de porciones contenidas en el envase, bajo el último de los íconos mencionados. (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).

Lo anterior se representará de la siguiente manera (Figura 08):

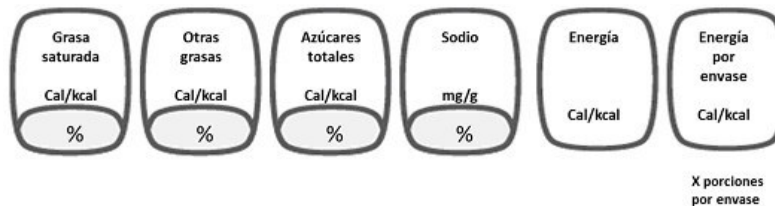


Figura 08. Porciones en el empaque.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

Las menciones obligatorias a que hace referencia el inciso c) del artículo 25 del Reglamento, deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los criterios establecidos en la fracción III de este inciso 4.2.9.2, se deberán declarar por envase.
- b) Se añadirá un ícono en el que se declaren las kilocalorías por porción, el cual se ubicará al final de los íconos a que hace mención el literal a) de la fracción III de este inciso 4.2.9.2.
- c) Se deberá señalar el número de porciones contenidas en el envase, bajo el último de los íconos mencionados.

Lo anterior se representará de la siguiente manera (Figura 09):

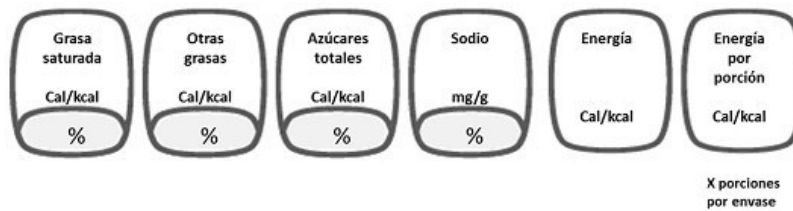


Figura 09 Representación de las porciones por envase.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010

El presente numeral no le será aplicable a:

- i) Las bebidas saborizadas que sean consideradas de bajo contenido energético.
- ii) Aquellos productos envasados de manera individual cuyo contenido sea menor a la porción de referencia señalada en el artículo noveno del Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos de Etiquetado.

Para los envases comprendidos en las fracciones IV, V y VI del numeral, se deberá observar lo siguiente:

- I. Cuando el valor de un nutrimento sea igual a cero se deberá declarar en cero "0", lo mismo que su valor porcentual.
- II. Cuando el valor de un nutrimento sea menor a 5 kilocalorías se deberá declarar en cero "0", lo mismo que su valor porcentual.

(NOM-051-SCFI/SSA1-2010).

1.1.3.1 Distintivo Nutricional Voluntario

Los interesados que deseen hacer uso del distintivo nutricional a que hace referencia el artículo 25 Bis del Reglamento, deberán cumplir con los criterios nutrimentales,

dispuestos en el Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos de Etiquetado, de acuerdo con el tipo de producto que se trate (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).

Los interesados en colocar el distintivo nutrimental en sus envases deberán observar lo establecido en el "Apéndice normativo A" de esta norma oficial mexicana.

Apéndice A

A.1 Introducción

La representación gráfica del distintivo nutrimental es la siguiente (figura 10):



Figura 10. Logo distintivo nutrimental.

Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

A.1.1 El presente Manual de uso para el logotipo del distintivo nutrimental en alimentos y bebidas no alcohólicas, busca la eficiencia en la administración de su imagen y se ha desarrollado para mantener su unidad a través de múltiples aplicaciones.

A.1.2. El manual reúne las normas autorizadas de aplicación, con el propósito de manejar adecuadamente los elementos visuales distintivos del logotipo del distintivo nutrimental, como: composición, proporción y aplicaciones de color.

A.1.3. Los interesados en hacer uso del distintivo nutrimental podrán seleccionar las alternativas más adecuadas a sus necesidades gráficas, de modo que el logotipo de dicho distintivo se respete en los términos de este manual.

A.2. Elementos del Distintivo Nutrimental.

A.2.1. La relación y proporción entre los elementos del logotipo del distintivo nutrimental, se han definido a distancias específicas en la retícula y no pueden ser modificadas o alteradas de ninguna forma. En ningún caso deberán alterarse o modificarse las proporciones, la composición y la distribución de los elementos que conforman la identidad gráfica del distintivo nutrimental.

A.2.2. La Figura 1 representa la retícula donde se muestra la correcta construcción así como las proporciones del logotipo (Figura 11).

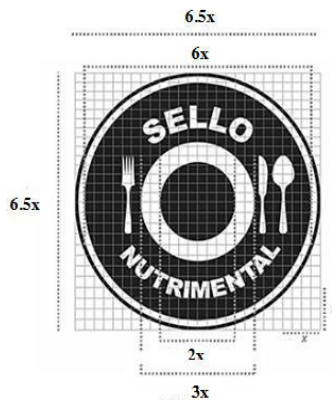


Figura 11. Proporciones del logotipo y correcta construcción.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

El valor de "x" corresponde al valor del radio del primer circuito central. Esto tal y como se muestra en la Figura 12 de este apéndice.

A.2.3. Está prohibido el uso de cualquiera de los elementos del logotipo del distintivo nutricional, de manera aislada o de forma separada.

A.3. Áreas de restricción



Figura 12. Sello nutricional.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010

El valor de "x" corresponde al valor del radio del círculo central.

A.3.2.1. El área libre no se contabilizará en el valor de la medida mínima prevista para el logotipo del distintivo nutricional.

A.3.2. El tamaño mínimo del logotipo es de 0.75 cm, esto con la intención de que no pierda nitidez en sus aplicaciones impresas.



Figura 13. Tamaño mínimo del logotipo.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010

A.3.4. El logotipo puede manejarse en diversos tamaños, procurando que sea legible, dependiendo de la pieza impresa de que se trate (Figura 13).

A.4 Colores y Fondo

A.4.1. En la aplicación del logotipo se utilizarán colores contrastantes con el fondo del área donde se ubique, de manera que su lectura sea clara.

A.4.2. La Figura 14 muestra la forma del logotipo del distintivo nutrimental, cuando éste tenga una aplicación de fondo contrastante.



Figura 14. Distintivo nutrimental fondo contraste.
Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1-2010

A.4.3. El uso de efectos especiales como volúmenes, sombras o sobre imágenes que dificulten la lectura o identificación del distintivo nutrimental no está permitido.

El logotipo correspondiente al distintivo nutrimental deberá colocarse en cualquier parte del envase, de forma tal que no interfiera con lo señalado en las disposiciones jurídicas en materia de etiquetado e información comercial que le resulten aplicables a los alimentos y bebidas no alcohólicas.

(NOM-051-SCFI/SSA1-2010).

1.1.4 Aporte nutricional de las botanas

Dado que las botanas están compuestas principalmente de cereales, los principales nutrientes que nos aportan son almidón, proteína, fibra y micronutrientes. El almidón es el carbohidrato más abundante, por lo tanto es el principal aportador de energía bruta y digestible. También es sabido que naturalmente los cereales contienen pequeñas cantidades de carbohidratos solubles (glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa) lo cual los convierte en una excelente fuente de carbohidratos para personas diabéticas. (Serna Saldivar, 2013).

La proteína que se encuentra en los cereales es totalmente digestible, y presenta una deficiencia en la composición de aminoácidos esenciales que no satisface el requerimiento humano. En todos los cereales el primer aminoácido limitante es la lisina, el segundo aminoácido limitante es el triptófano y treonina (Cutullé, 2012)

Así como los cereales son deficientes en algunos aminoácidos también son ricos en metionina un aminoácido esencial. La metionina juega un papel importante en la síntesis de muchas proteínas importantes, como la carnitina (Una de las principales funciones de la carnitina es el cambio de grasa a energía), igualmente interviene en la disolución de grasa y limita la acumulación de grasa en el hígado (Aminoacido.eu, 2017).

La calidad proteica de un alimento puede mejorarse a través de la combinación de dos o más proteínas según su patrón de aminoácidos esenciales. El proceso mediante el que se elimina o disminuye el déficit de aminoácidos esenciales de una proteína se denomina como "*Complementación Proteica*" (Cutullé, 2012).

Por lo general los cereales son una fuente pobre de minerales, pero los procesos a los que son sometidos para la elaboración de alimentos como la nixtamalización incrementa el contenido de este mineral.

Los cereales se consideran una fuente rica de fibras dietéticas. Estas fibras son prácticamente indigeribles en el sistema digestivo humano, por lo que no aportan calorías, sin embargo la importancia de las fibras radica en las funciones gastrointestinales y en algunas ocasiones actúa como agente terapéutico para el control de peso, diabetes, hipercolesterolemia e hipertensión.

En el caso de los lípidos, los cereales contienen cantidades realmente pequeñas de este, el cual está conformado principalmente por triglicéridos y fosfolípidos, son ricos en el ácido graso linoleico, el cual es esencial en la nutrición humana, ya que es requerido para la síntesis de hormonas prostaglandinas (Serna Saldivar, 2013).

La complementariedad de proteínas se presenta cuando se consumen en una misma comida, dos alimentos cuya composición de aminoácidos es, en uno de ellos limitada por un aminoácido indispensable; del cual el otro ingrediente es rico y viceversa. Este evento no se lleva a cabo si las proteínas no se consumen en el mismo momento, pues el cuerpo tiene poca capacidad de almacenar aminoácidos sobrantes y los utiliza como fuente de energía (Salinas, 2014).

Por ejemplo: El maíz es rico en aminoácidos azufrados pero deficiente en lisina; por otro lado el frijol es rico en lisina pero deficiente en aminoácidos azufrados. Por lo que si comes una tortilla con frijol, se puede decir que se logra una buena complementación de aminoácidos.

Estas características hacen que la combinación de cereales y leguminosas sea una alternativa para crear nuevos productos e incluso mejorar los tradicionales para obtener una mejor calidad nutricional en ellos.

1.2 Horneado

Durante los últimos años, el sector de botanas se ha convertido en foco de atención debido a que los ingredientes que usan son considerados como los principales causantes de algunos problemas de salud como la obesidad. Por ello, términos como “chatarra”, altos en calorías, grasas trans, entre otros, se escuchan en la boca de los consumidores sin que, muchas veces, se conozca realmente su significado. Las botanas fritas, en especial, son percibidas como promotoras de problemas para la salud por lo cual, se ha tenido que pensar en otras maneras de ofrecer al consumidor estos productos por medio de métodos como la extrusión (productos explotados con aire) y el horneado (Pacheco, 2013).

El horneado es una operación unitaria que puede encontrarse en algunos procesos tales como la extrusión y en la realización de productos laminados lo que ha permitido elaborar alimentos más saludables. Ejemplo de esto ha sido el cambio que algunos productos han experimentado de ser fritos a hoy elaborarse bajo el proceso de horneado como los totopos, churritos o tostadas (Pacheco, 2013).

Los fabricantes de botanas están haciendo esfuerzos para desarrollar productos bajos en calorías por su consumo frecuente y la tecnología de horneado ofrece una buena opción para el desarrollo de éstos (Pacheco, 2013).

Durante el horneado ocurre la transferencia de masa y calor simultáneamente. En el proceso de cocción, el calor se transfiere principalmente por: (a) convección del medio de calentamiento, (b) por la radiación de las paredes del horno y (c) por conducción como resultado del calentamiento por contacto con la superficie caliente en la parte inferior. Este tratamiento se caracteriza por la baja humedad y las altas temperaturas. A pesar de usar altas temperaturas, el horneado es un método lento, ya que la transferencia de calor por convección del aire o radiación por las paredes del horno, es poco eficiente (Pérez, 2013).

El horneado es semejante a la cocción al vapor, el fluido de contacto es el aire a alta temperatura para transferir el calor, a una temperatura superior a la de la ebullición del agua, y el tiempo de horneado es mayor, ya que la conductividad térmica del aire es mucho menor que la del agua. Los alimentos horneados tienen buen sabor y desarrollan durante el proceso una corteza dorada y crocante por la deshidratación superficial, característica similar al freído con la ventaja adicional de no incorporar grasa al alimento, haciéndolo más saludable (Moncada, 2006)

1.3 Maíz (*Zea mays*)

1.3.1 Origen, taxonomía y morfología del maíz

El maíz se cultiva desde hace 7000 años de antigüedad, tiene origen indígena, se cultiva en México y América Central, aunque hoy en día se cultiva en todo el mundo en especial América y Europa. El maíz es uno de los cereales más consumidos en el mundo, por su alto grado energético, bajo costo y facilidad de cultivo (Cueva, 2012).

El grano se subdivide en tres partes fundamentales como se muestra en la figura 15 (Serna Saldivar, 2013):

- **Pericarpio:** brinda protección al grano y está compuesto de fibra dietética, minerales, proteínas y compuestos fenólicos.
- **Endospermo:** El endospermo es fuente de enzimas y es el segundo tejido de reserva y almacén de nutrientes para la germinación del grano, representa aproximadamente 80-82% del total del peso del grano seco y es la fuente de almidón y proteína para la semilla. El almidón es usado en comidas (como combustible fundamental) para preparar edulcorantes, bioplásticos y otros productos, además de también estar compuesto de vitaminas complejo B, minerales, fitatos, aceite y proteína (Martínez, 2013).

- Germen: el germen es el primer tejido de reserva y almacén de nutrientes para el embrión, está constituido de aceite, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales.

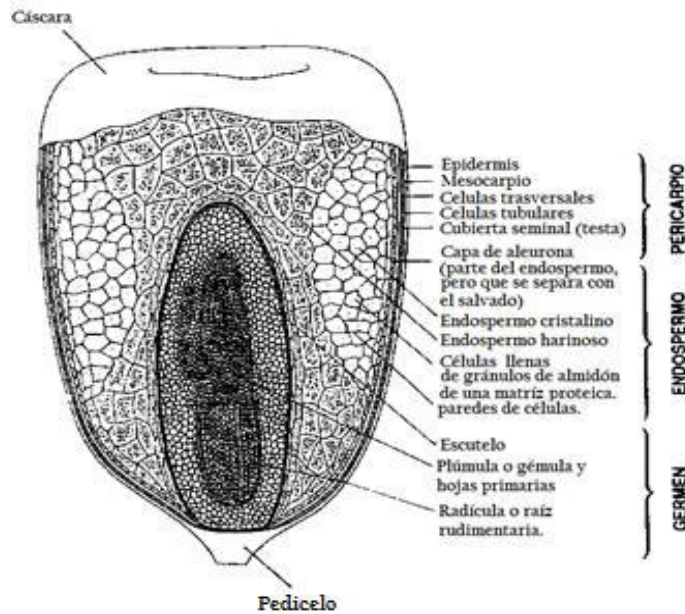


Figura 15 Morfología del maíz.
Fuente: Martínez, 2013.

1.3.2 Composición Química y Propiedades nutricionales del maíz

Como se puede observar en la tabla 02 aproximadamente el 80% del grano está compuesto por carbohidratos, de los cuales únicamente de 3-5% de estos carbohidratos son estructurales, conformados por la fracción fibrosa. El resto del material de reserva está constituido principalmente por almidón, las moléculas de almidón son polímeros de glucosa unidos por enlaces glucosídicos alfa 1-4 y 1-6. Están conformados por moléculas de amilopectina y amilosa. El almidón en la mayoría de los cereales contiene aproximadamente 75% de amilopectina y 25% de amilosa.

Tabla 02 Composición química de maíz dentado.

Agua (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Almidón	Fibra cruda (%)	Otros Carbohidratos (%)	Cenizas (%)
12.5	9.2	3.8	62.6	2.2	81.8	1.3

Fuente: Astiasarán y Martínez, 2003.

Los compuestos proteicos del grano se localizan en todos sus tejidos, pero el germen y la capa aleurona contienen relativamente una mayor cantidad de compuestos nitrogenados. Sin embargo el 80% de las proteínas de los cereales se localizan en los cuerpos proteicos y matriz proteica del endospermo (Serna Saldívar, 2013).

La proteína del maíz tiene un bajo valor biológico (es decir debido a los bajos niveles de lisina y triptófano). También es deficitario en minerales esenciales y contiene cantidades insignificantes de niacina que es una vitamina del grupo B esencial para el hombre.

Cuando se utiliza maíz en la alimentación humana o animal hay que tener en cuenta que es una fuente generalmente pobre de vitaminas del grupo B y de proteína de calidad y, en consecuencia, es necesario suplementar con otros alimentos (Dendy y Dobraszczyk, 2001).

1.3.3 Usos del maíz

Los usos que se le da a este grano están enfocados a la alimentación humana, alimentación animal y a la elaboración de etanol. El maíz es ampliamente utilizado para la elaboración de snacks extruidos, producción de cereales para el desayuno (Cueva, 2012).

1.3.4 Nixtamalización del maíz

Este proceso fue desarrollado por los antiguos pueblos indígenas de América, junto con el fitomejoramiento del cultivo del maíz y su uso en la dieta cotidiana. Hay varios artículos que describen su tecnología, el proceso químico y los efectos nutritivos sobre las tortillas y otros productos hechos a partir de su masa.

El componente esencial del proceso de nixtamalización es la cocción de los granos de maíz en cal, seguido por la remoción del pericarpio y su posterior molienda para hacer una masa. La cocción en cal tiene varias ventajas: facilita la remoción del pericarpio, controla la actividad microbiana, mejora la absorción de agua, aumenta la gelatinización de los gránulos de almidón y mejora el valor nutricional al aumentar la niacina. El remojo en agua de cal distribuye la humedad y la cal a todo el grano, lo cual proporciona el sabor característico de las tortillas.

La solución de cal para la nixtamalización está formada por tres partes de agua y una de cal aunque a veces se usa una mayor concentración de cal. El tiempo de cocción varía de unos pocos minutos a una hora y media aunque por lo general está entre 15 y 45 minutos; la temperatura se mantiene por encima de los 68°C.

La molienda de los granos nixtamalizados se hace simplemente golpeándolos o con una molienda eléctrica de cocina, con una moladora semi-comercial para la confección artesanal o con moladoras comerciales para la producción de masa en gran escala (Paliwal, et al ,2001).

El remojo alcalino libera una pequeña cantidad de niacina en el maíz, aunque el proceso también reduce la proteína disponible total, el tratamiento aumenta la disponibilidad relativa de la lisina, el triptófano y el contenido calcio en el grano nixtamalizado que puede contener 30 veces más que el grano crudo, dependiendo de la cal añadida, la temperatura de cocción, tiempo de remojo y nivel de cal eliminada. (Dendy y Dobraszcyk, 2001; Paredes y otros 2009).

1.3.5 Harina de maíz nixtamalizado.

A continuación se reproduce textualmente la definición y especificaciones de la harina nixtamalizada descritas en la norma NMX-F-046-S-1980, HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS:

3.1 Harina de maíz nixtamalizado es el producto que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (*Zea Mays*) sanos, limpios y previamente nixtamalizados y deshidratados y que cumpla con las especificaciones señaladas en 5.

5. ESPECIFICACIONES La harina de maíz nixtamalizado en su único tipo y grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales Color: Debe ser blanco amarillento o característico de la variedad de grano empleado (véase 5.7).

Olor: Debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro olor extraño. Sabor: Debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.

Aspecto: Debe ser granuloso con una finura tal que el 75% como mínimo pase a través de un tamiz de 0.250 mm de abertura de malla, tamiz NOM No. 24 M.-60 US.

5.2 Físicas y químicas La harina de maíz nixtamalizado debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 3.

Tabla 03 Especificaciones Físicas y Químicas de la harina de maíz nixtamalizado.

ESPECIFICACIONES	MINIMAS %	MÁXIMAS %
Humedad	-	11.0
Proteínas (Nitrógeno x 6.25)	8.0	-
Cenizas	-	1.5
Extracto etéreo	4.0	-
Fibra cruda	-	2.0

NOTA: Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

5.3 Microbiológicas El producto objeto de esta Norma no debe contener microorganismos patógenos, ni más de 1000 UFC/g de hongos, ni biotoxinas fuera de los límites que la Secretaría de Salubridad y Asistencia señala en esta Norma (NMX-F-046-S-1980).

El grano de maíz se transforma en alimentos y productos industriales útiles mediante dos procedimientos: la molienda en seco y la molienda húmeda. Con la primera se extraen, como productos primarios, sémolas y harinas corrientes y finas. La segunda produce almidón y otros útiles productos derivados.

La molienda del maíz en seco tal como se practica hoy en día tiene su origen en las técnicas utilizadas por las poblaciones autóctonas que domesticaron la planta. El mejor ejemplo es la técnica empleada para hacer harina de arepas o sémola de maíz molido. La antigua técnica fue sustituida al cabo de poco por una muela, o piedra de moler, a la que siguieron el molinillo de sémola y, por último, métodos perfeccionados de ablandamiento y de germinación. Los productos derivados son muy numerosos y su variedad depende en gran medida del tamaño de las partículas. Se clasifican en sémolas en escamas, sémolas gruesas, sémolas normales, harina de maíz, conos y harina fina de maíz, en tamaños de 3,5 a 60 mallas por pulgada. Su composición química ha sido perfectamente determinada y tienen múltiples aplicaciones entre ellas la fabricación de bebidas y la elaboración de alimentos ligeros y cereales para desayuno.

La tendencia actual es la de desarrollar la harina de masa seca nixtamalizada. Después de moler los granos de maíz nixtamalizados, la masa húmeda pasa a través de varias etapas de secado, molienda, cernido, clasificación y mezcla para hacer distintos tipos de harina de masa seca. La harina de masa seca no se enrancia, como le ocurre a la masa de maíz molido de granos secos completos, y su vida útil puede llegar a un año. La disponibilidad de masa seca tiene el potencial para diversificar y aumentar el uso del maíz para el consumo humano.

Se han desarrollado métodos alternativos para hacer harina de masa seca tales como la cocción por extrusión, micronizado los granos manchados (Son granos que presentan manchas en más de una tercera parte de la superficie del pericarpio sin que se afecte al endospermo. El daño por manchado se da principalmente en campo cuando el grano esté en mazorca, introduciéndose agua que sobrepasa la protección de las hojas de tamal, quedando retenida entre los espacios inter granulares, o absorbida por el olote que la trasmite a la base de los granos insertados en él. Cuando el agua se seca, el grano queda únicamente manchado en las áreas que tuvieron contacto con el agua (Diconsa, s.f.)) en la solución diluida de cal por medio de un tratamiento térmico con lámparas infrarrojas (Paliwal, et al ,2001). En la tabla 04 se presentan las cantidades de aminoácidos esenciales que se encuentran en la harina de maíz.

Tabla 04. Aminoácidos esenciales presentes en la harina de maíz (g de aa /100g ps).

Aminoácido	gramos
Treonina	323
Isoleucina	372
Leucina	1058
Lisina	235
Metionina	157
Fenilalanina	372
Valina	421
Arginina	294
Histidina	176

Fuente: Aminoácidos de la harina de maíz, s.f.

1.4 Amarantho (*Amaranthus hypochondriacus*).

1.4.1 Origen, taxonomía y morfología del amaranto.

Existen tres especies del género *Amaranthus* que han sido domesticadas; *A. hypochondriacus* (Figura 16) y *A. cruentus*, que son cultivadas en México y Guatemala, respectivamente y *A. caudatus* que se cultiva en Perú (Morales y otros, 2009).



Figura 16. *Amaranthus hypochondriacus*.



Figura 17. "Semilla de amaranto y amaranto reventado".

El amaranto (Figura 17) es considerado un pseudocereal por ser similar a los cereales verdaderos como las monocotiledóneas. Al igual que los cereales tienen grandes cantidades de almidón solo que estos lo tienen almacenado en perispermo y además de que el embrión ocupa gran parte del grano. No obstante por ser considerado una dicotiledónea y no se considera como un cereal verdadero (Huerta, 2004).

La importancia del Amaranto radica en su calidad proteica (16%), es decir su contenido de aminoácidos esenciales (Cueva, 2012).

Es una planta dicotiledónea, especie anual de crecimiento rápido, herbácea o arbustiva de diversos colores (verde, morado, café o púrpura con distintas coloraciones intermedias). Su raíz es pivotante con abundantes ramificaciones y múltiples raicillas delgadas, que le permiten extenderse con rapidez y le facilitan la absorción de agua y nutrientes (Morales y otros, 2009).

➤ **Morfología del grano de amaranto.**

La semilla es pequeña y brillante, ligeramente aplanada con forma lenticular, su tamaño va de 1-1.5 milímetros de diámetro, los colores varían de negro a blanco según la especie. Los tipos de amaranto que se cultivan para grano normalmente tienen semillas de colores claros, mientras que los que se cultivan como verdura dan origen a semillas oscuras (Morales y otros, 2009).

El grano de amaranto está conformado por cuatro partes (Figura 18) (Morales y otros, 2009):

1. *Epispermo*: construido por una capa de células muy finas.
2. *Endospermo*: segunda capa.
3. *Embrión*: está formado por cotiledones, (la parte más rica en proteínas).
4. *Perisperma*: capa interna (rica en almidón).

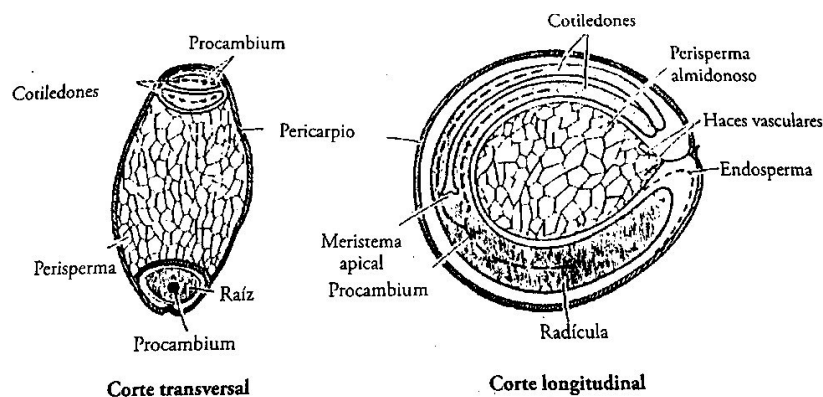


Figura 18. Diagrama de sección transversal y longitudinal de la semilla de amaranto.

Fuente: Morales y otros 2009.

El centro de la semilla (perispermo) es el tejido principal de almacenamiento, este consiste de células parénquima llenas de gránulos de almidón poliédricos y parecen estar empacadas en poca o ninguna matriz.

La mayor parte de las proteínas están en cuerpos proteicos de 1.5-2 micrómetros de diámetro en el embrión y de menor tamaño en el endospermo. Los lípidos se encuentran en el embrión y las células del endospermo. Los hidratos de carbono se almacenan como almidón en los plastidios de las células del perispermo y no hay almidón en el embrión ni en las células del endospermo. Estos están presentes en todas las semillas y forman una pared celular de polisacáridos, miden de 1-3 micrómetros de diámetro y poseen un alto contenido de amilopectina (Morales y otros, 2009).

1.4.2 Composición Química y Propiedades del Amaranto

En la tabla 05 podemos observar la composición química del amaranto, en ella se puede apreciar que el amaranto contiene mayormente carbohidratos, por lo que es una fuente de energía, además de ser una fuente vegetal de proteína.

Tabla 05 Composición Química del Amaranto

Agua	Proteína Cruda	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
10.8	15.5	5.4	62.1	2.6	3.6

Fuente: Bastidas, 2017.

Las proteínas del amaranto se encuentran principalmente en el embrión (65%) (Morales y otros, 2009; Mazza 2000), a diferencia de los cereales o leguminosas que tienen el 80% de sus proteínas en el endospermo. Las semillas de *Amaranthus hypochondriacus* tiene concentraciones adecuadas de aminoácidos azufrados, lisina y triptófano, el contenido de lisina en el amaranto oscila entre 4.6-4.5 gramos en 100 gramos de proteína como se muestra en la Tabla 06 y es de 3-3.5 veces más alto que en el maíz y de 2-2.5 más alto que en el trigo.

Varios estudios han comprobado que la proteína de amaranto tiene un contenido adecuado de lisina (48-6.4 g/100 g de proteína), de triptófano (1-4 g/100 g de proteína) y de aminoácidos azufrados (3.7-5.5 g/100 g de proteínas) en relación con el patrón de ref. de FAO/OMS/ONU, así pues el balance de aminoácidos del amaranto está cercano al que se requiere para la nutrición humana (Mazza, 2000; Morales y otros, 2009).

Tabla 06. Contenido de aminoácidos de las proteínas del amaranto.

	Patrón de aminoácidos (a)	Variedad de amaranto		
		A. Caudatus (b)	A. Hypochondriacus	A. Cruentus
		g/100g de proteínas		
Isoleucina	2.8	5.2	3.9	2.68
Leucina	6.6	4.6	5.7	3.75
Lisina	5.8	6.7	5.5	3.75
Metionina + Cisteína	2.5	3.5	4.7	4.02
Fenilalanina + tirosina	6.3	6.3	7.3	5.58
Treonina	3.4	5.1	3.6	2.66
Triptófano	1.1	1.1	-	0.81
Valina	3.5	4.5	4.5	2.7
Histidina	1.9	2.5	2.85	1.66
Cómputo Aminoacídico	-	70	86	87.9

Fuente: Morales y otros, 2009.

El almidón es el principal componente en la semilla de amaranto, se almacena en el perispermo y su concentración oscila de 48-69%. También se ha encontrado pequeñas cantidades de sacarosa y rafinosa, siendo esta cantidad de sacarosa mayor que en otros granos como cereales y leguminosas.

El contenido de lípidos en el amaranto varía de 6.1-10.9 y es mayor que en los cereales, la mayoría de los lípidos se encuentran en la fracción testa-embrión, que representa el 25% del peso de la semilla. La fracción de lípidos del grano de amaranto es de aproximadamente 77% de ácidos grasos insaturados alrededor de 53-95% de linoleico y oleico, con el ácido linoleico como fracción predominante (Mazza, 2000; Morales y otros, 2009). Se han encontrado en el amaranto varios agentes potencialmente importantes en la reducción del colesterol, tales como la fibra dietética, el escualeno, los tocotrienoles y los isoprenoides (Morales y otros, 2009).

El almidón del amaranto está compuesto por una fracción lineal, amilosa (2-5%) y por una fracción ramificada, amilopectina, entre un 95% a 98% (Morales y otros, 2009).

El contenido de fibra bruta del amaranto oscila entre el 3.9 y 17.8% (Mazza, 2000). La fibra dietética contiene polisacáridos indigeribles, oligosacáridos, lignina y sustancias

asociadas a la planta, el contenido de fibra del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) es de 5% el salvado es más suave que el de trigo (Morales y otros, 2009).

Los nutrientes inorgánicos del amaranto se encuentran en el epispermo, el endospermo y el embrión. El contenido de calcio, magnesio, boro, hierro y aluminio es mayor que en las semillas de otros cereales. El grano de amaranto contiene riboflavina en mayor proporción que los cereales e incluso la leche, también contiene tiamina, niacina y ácido ascórbico.

1.4.3 Usos del amaranto.

El amaranto se puede consumir en forma de verdura (hojas) y en forma de grano, tradicionalmente el grano es reventado y mezclado con miel y frutos secos para realizar “alegrías” (Figura 19). También se utiliza la harina del grano reventado o sin reventar para la producción de pan, galletas, pastas, bebidas (aguas frescas y pulque de amaranto), helados artesanales, bases para preparar atoles, tamales y hot cakes.



Figura 19. Barra de alegría.
Fuente: Morales y otros, 2009.

Otro uso está en la región del desarrollo de productos ya que las declaraciones en materia de alimentos funcionales o nutraceuticos en la Unión Europea refleja que existe un nicho de oportunidad para la biodiversidad latinoamericana de granos tales como el amaranto, como fuente de ingredientes funcionales o nutraceuticos y productos diseñados para personas que tienen problemas de salud. Por ejemplo el amaranto puede ser una opción para las personas que padecen enfermedad celiaca (intolerancia al gluten) y no pueden consumir productos derivados del trigo (Morales y otros, 2009).

1.5 Lenteja (*Lens culinaris*)

Las lentejas pertenecen a la familia de las legumbres que se puede clasificar en legumbres secas y legumbres verdes. Las legumbres secas (Figura 20) se someten a un proceso de deshidratación el cual prolonga su vida útil durante un largo periodo de tiempo (González C., 2009).



Figura 20. Semilla de lenteja.
Fuente: panamaamerica.com.pa

1.5.1 Origen, taxonomía y morfología de la lenteja.

Es una planta anual, crece recta, con muchas ramas, normalmente tiene unos 15-75 cm de altura y gran variedad de formas (Figura 21). Las vainas son lisas, comprimidas, de 1.25-2 cm de longitud. Contienen dos semillas lisas con forma de lente, que presentan una variación considerable en tamaño y color (Kay, 1985).

Son una de las legumbres más antiguas, parecen ser originarias de Asia Menor. Se introdujeron con éxito en el nuevo mundo y ahora se cultivan en E.E.U.U., México, Chile, Perú, Argentina y Colombia.



Figura 21. Cultivo de lenteja.
Fuente: mimorelia.com

La semilla de lenteja tiene tres componentes principales: la capa de semilla, cotiledones y el embrión (incluyendo la radícula, plúmula y eje embrionario), formando 8%, 90% y 2%, respectivamente, del peso total de la semilla. Los cotiledones son el componente principal de la lenteja y de su depósito de nutrientes (Bhatty, 1988).

1.5.2 Composición química de la lenteja.

La lenteja (Tabla 07) es una legumbre baja en grasas, rica en hidratos de carbono, proteínas, fibra dietética, vitaminas y minerales, y una excelente opción como un componente de una dieta saludable. El consumo de legumbres se ha relacionado con los beneficios potenciales para la salud tales como la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes, osteoporosis, hipertensión, trastornos gastrointestinales, enfermedad adrenal, la reducción de colesterol LDL y también la obesidad (S.M. Pathiratne y otros, 2015).

Tabla 07. Composición química de la Lenteja.

Agua (%)	Proteína Cruda (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Minerales (%)
8	23	0.96	54.8	11.2	2.04

Fuente: Mataix y otros, 2009.

Tabla 8. Aminoácidos esenciales presentes en la lenteja (g de aa /100g ps).

Aminoácido	gramos
Triptófano	0.25
Treonina	1.01
Isoleucina	1.21
Leucina	2.03
Lisina	1.96
Metionina	0.24
Fenilalanina	1.38
Valina	1.39
Arginina	2.17
Histidina	0.79

Fuente: Soriano, 2006.

En las lentejas el almidón es el componente principal de carbohidratos y puede variar desde 35 hasta 53%, otros carbohidratos en lentejas son mono-, di-, tri- y oligosacáridos que pueden variar de 5 a 9%, de celulosa y hemicelulosa (10%) y lignina (2-3%). El almidón de las lentejas se distribuye en las células parenquimatosas de los cotiledones (Bhatty, 1988). Casi todo el extracto de éter (90%) está presente en los cotiledones, 6% en el embrión y sólo el 2% en la cubierta de la semilla. El aceite de lentejas contenía 44% y 12% de ácidos grasos linoleico y linolénico, respectivamente.

Alrededor del 90% de la proteína en la lenteja está presente en los cotiledones, 4% en la cubierta de la semilla y el 5% en el embrión. El contenido de proteína del eje embrionario es mayor que el de los cotiledones, pero su contribución a la proteína total de la semilla es insignificante. En la lenteja, al igual que en otras legumbres, las proteínas se sintetizan en el retículo endoplasmático rugoso y posteriormente transferidos a los cuerpos proteicos para el almacenamiento (Bhatty, 1988).

La flatulencia, producto del efecto de los elementos antinutricionales presentes en la dieta, es el factor que disminuye el consumo de leguminosas a mayor escala, sin embargo, las amas de casa atenúan este inconveniente sometiendo a los granos a una serie de procedimientos caseros que merman esta condición negativa, entre varios podemos citar el remojo previo a la cocción (13, 14). Otra característica de las leguminosas es la capacidad que tienen de incrementar su volumen y peso unas dos o tres veces del original, durante el proceso de cocción, debido al debilitamiento y lisis de las membranas celulares que recubren aproximadamente el 60% de las células de almidón que las estructuran, variando de esta manera su composición (Giselle C., 2000).

A diferencia de la mayoría de las otras legumbres, la lentejas están relativamente libres de factores anti-nutricionales, ya que la actividad del inhibidor de tripsina de lentejas crudas estaba por la décima parte la de soja (Bhatty, 1988).

1.5.3 Usos de la lenteja.

La lenteja se utiliza casi exclusivamente en alimentos humanos, en platos culinarios o se incorpora a las sopas (Bhatty, 1988).

1.6 Frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

1.6.1 Origen, taxonomía y morfología del frijol.

México es el centro de la diversidad del género *Phaseolus* (Figura 22), es decir crecen en su territorio la mayoría de las más de 70 especies de frijoles silvestres. Los frijoles silvestres- *Phaseolus* dependiendo de su especie se pueden encontrar desde el sureste de Canadá hasta el norte de Argentina (El frijol, 2012).



Figura 22. Diversidad del frijol.
Fuente: revista.unam.mx.

Es una planta herbácea anual (Figura 23), existen tipos trepadores o erguidos y también arbustos enanos, cuentan con una raíz bien desarrollada, los tallos son delgados, retorcidos, angulosos y nerviosos. Los tipo trepadores pueden alcanzar 2 o 3 metros de altura y los enanos o matosos de 20-60 cm (Kay, 1985).

Desarrollan vainas o ejotes de tamaños diferentes, que van de 1 hasta 15 cm de largo y que dependiendo de la especie pueden contener de una a 20 semillas (El frijol, 2012). Sus semillas están contenidas en vainas o legumbres, aunque existen infinidad de semillas que difieren en tamaño, forma y color, generalmente sus semillas tienen forma de riñón (Área de producción vegetal, 1990).

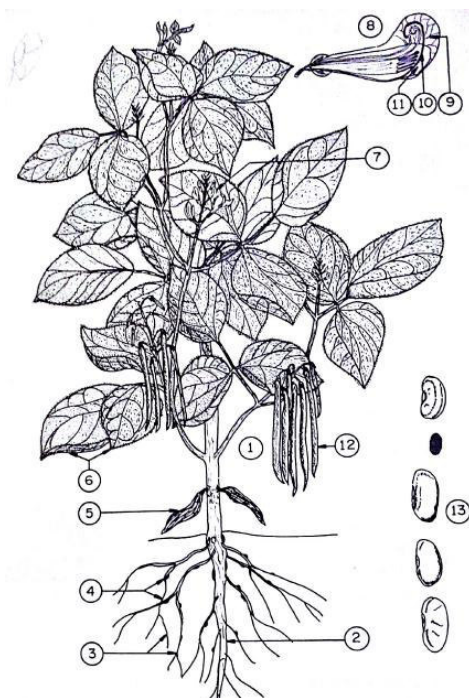


Figura 23. Morfología de frijol común.
Fuente: Área de producción vegetal, 1990.

1.6.2 Composición Química y Propiedades del frijol.

El frijol posee un alto contenido proteico y en menor medida carbohidratos, vitaminas y minerales (Tabla 09). También es rico en aminoácidos como lisina, la fenilalanina más tirosina, pero cuenta con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína (López, 2011). Sin embargo, el frijol tiene cantidades considerables de proteína y de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido va de buena a excelente pues puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína de origen animal a la que se le asigna el 100% (López, 2011; El frijol, 2012).

El frijol contiene por cada 100g pocos aceites, en su mayoría poliinsaturados, y de 52-68 g de carbohidratos, la mayor parte de almidones resistentes a la digestión por enzimas humanas, lo que se traduce en un índice glucémico bajo (El frijol, 2012). Su contenido energético es de alrededor de 350 kcal/100g. El frijol contiene tiamina, riboflavina, calcio, y hierro, (aunque estos dos últimos son difíciles de absorber por la abundancia de fósforo y de fitatos) también contiene cobre, potasio y magnesio y una cantidad elevada de fibra, alrededor de 6.3g/100g (5g de fibras insolubles y el resto solubles) principalmente pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina, que en el caso de México ha contribuido a que parte importante de la población tenga una ingestión satisfactoria de fibra (López, 2011; El frijol, 2012).

Tabla 09 “Composición química del frijol común”.

Agua (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)
12	22	1.6	56.5	4.3	3.6

Fuente: Arias, 1970.

Tabla 10. Aminoácidos esenciales presentes en el frijol (g/100 g Proteína)

Aminoácidos	gramos
Fenilalanina +Tirosina	5.3-8.2
Isoleucina	2.8-5.8
Leucina	4.9-9.9
Lisina	6.4-7.6
Metionina+Cisteína	1.2-1.5
Treonina	4.4-7.0
Triptófano	-
Valina	4.5-6.7

Fuente: López, 2011.

1.6.3 Factores antinutricionales del frijol.

Como todas las leguminosas, el frijol contiene rafinosa, estaquiosa, verbascosa (sustancias que se fermentan en el intestino y causan gases) taninos, lectinas, antitripsinas y saponinas. Algunas de estas sustancias son antioxidantes y no son necesariamente indeseables como el ácido fítico y los taninos (El frijol, 2012; Ulloa et al, 2011).

Varios estudios han demostrado una correlación entre el consumo de frijoles y un menor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, la obesidad y la diabetes. Estos beneficios para la salud han sido al menos parcialmente, atribuidos a la presencia de componentes antioxidantes en los frijoles, especialmente polifenoles (Carrasco Castilla J. y otros, 2012).

Las principales sustancias químicas que interfieren con el aprovechamiento de los nutrientes del frijol son: los inhibidores de tripsina, los taninos, las lectinas y el ácido fítico. Los inhibidores de tripsina son considerados comúnmente como inhibidores proteolíticos y pueden provocar retardo en el crecimiento e hipertrofia pancreática. Respecto a los taninos, además de disminuir la digestibilidad de proteínas, limitan la biodisponibilidad de minerales como el hierro y zinc, mientras que el ácido fítico también afecta la asimilación del zinc.

Por otra parte el proceso de cocción o tratamiento térmico, (que es necesario ya que la semilla cruda tiene mal sabor y es demasiado dura) eliminan o disminuyen radicalmente estos factores, es decir inactiva en forma considerable las lectinas y antitripsinas y extrae buena parte de los taninos (El frijol, 2012; Ulloa y otros, 2011), por lo cual se obtiene un mejor aprovechamiento de las leguminosas cuando se eliminan sus factores antinutricionales, pues se mejora en gran medida la digestibilidad de la faseolina (proteína del frijol), así como las propiedades fisicoquímicas y funcionales (Granito y otros, 2010; Carrasco Castilla J. y otros, 2012).

Es por lo anteriormente mencionado y que las leguminosas son una fuente proteica importante, lo que las hace ideales para utilizarlas en las formulaciones de productos alimenticios a base de cereales para aumentar su valor nutricional (Drago y otros, 2007; Carrasco Castilla J. y otros, 2012).

1.6.4 Usos del frijol.

En México se utiliza la planta en su totalidad (raíz, follaje, flores, frutos y semillas) para distintos usos tal como se muestra en la Tabla 11 (El frijol, 2012). Generalmente se consume de forma integral, en África, India, México y varios países de Centroamérica y

Sudamérica (Salinas, 2014). Y debido a su gran aporte nutricional este podría utilizarse como ingrediente en la utilización de nuevos productos (Granito y otros, 2009).

Tabla 11. Usos de las especies silvestres y cultivadas de *Phaseolus*.

Especie/ estructura u órgano utilizado	Raíz	Follaje	Flores	frutos	Semillas
<i>P. acutifolius</i>					Alimento
<i>P. coccineus</i>	Alimento, medicinal	forraje	Alimento, medicinal	Alimento	Alimento
<i>P. dumosus</i>		Forraje	Alimento	Alimento	Alimento
<i>P. filiformis</i>		forraje			Alimento
<i>P. glabellus</i>			alimento		Alimento
<i>P. leptostachyus</i>		medicinal			
<i>P. lunatus</i>	Medicinal	Forraje			Alimento
<i>P. maculatus</i>	Alimento, medicinal, pegamento	Forraje			
<i>P. ritensis</i>	Medicinal	forraje			
<i>P. vulgaris</i>		Forraje, abono		Alimento, medicinal	alimento

Fuente: El frijol, 2012.

1.7 Linaza y Chía.

1.7.1 Origen, taxonomía y morfología de la Linaza y Chía.

- Chía (*Salvia hispánica* L).

La chía se cultivaba tradicionalmente por los aztecas y españoles (figura 24), esta especie se origina en áreas montañosas que se extienden desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala (Ayerza Ricardo y Coates Wayne, 2006; Fernández y otros 2006). Existen evidencias de que la Chía se utilizaba como moneda en la zona central de México entre los años 1500 y 900 a. C.

Pertenece a la Lamiaceae, o la familia de la menta. Es una hierba anual, de 1-1,5 metros de altura, con tallos ramificados cuadrangular con pelos cortos blancos. Las flores se producen en espigas terminales o axilares en grupos protegidos por brácteas pequeñas y anchas con puntos largos y afilados.

Esta semilla es conocida por ser una excelente fuente de proteína (20%), ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3, antioxidantes, fibra, minerales y vitaminas (Fernández y otros 2006).

La familia Lamiaceae se compone de 224 géneros y aproximadamente 5600 especies de todo el mundo. En México el género *Salvia* es el más numeroso de la familia Lamiaceae (Ayerza Ricardo y Coates Wayne, 2006).



Figura 24. Cultivo de Chía.
Fuente: Informador.

➤ Linaza (*Linum usitatissimum*).

El lino es una oleaginosa de importancia económica en Canadá. Además de ser su aceite rico en ácido alfa- linoleico y poseer una proteína de buena calidad; la linaza tiene potencial como fuente natural de sustancias fotoquímicas como los flavonoides, lignanos y ácidos fenólicos (Mazza G., 2000).



Figura 25. Cultivo de linaza en floración.
Fuente: Huerto 2.0 Riegos de lino.

Es una planta autógama (figura 25), dicotiledónea, dialipétala, con ovario súpero con raíces de hasta 90-120 cm según la textura del suelo. El tallo es color verde cuando no alcanza aún la madurez y se torna a un color amarillento pajizo cuando se seca. Con cuatro formas de flor embudo, tubular, estrella y disco. El fruto es una cápsula llamada bolilla, formada por 5 carpelos, con forma ovoide contiene 8-10 semillas. Las semillas son ovoides con punta en un extremo y redondeada en el otro extremo, largas y anchas con una longitud que va de 3.5-6 milímetro de fina comprimida, lenticulares y superficie lisa y brillante, color café-rojizo y oscuro (Robles, 1985; Mazza G., 2000). Se componen de una cubierta un embrión que consta de dos cotiledones grandes y aplanados, un hipocótilo corto y una radícula. La cubierta de la semilla se compone de 5 capas diferenciadas, siendo la más importante la capa epidérmica (capa de mucílago), y la testa se compone de sustancias pigmentadas que determinan el color de la semilla ver figura 26. Los cotiledones forman el 55%, la cubierta y el endospermo el 36%, y el eje del embrión el 4% respectivamente, del peso de la semilla (Mazza G., 2000).

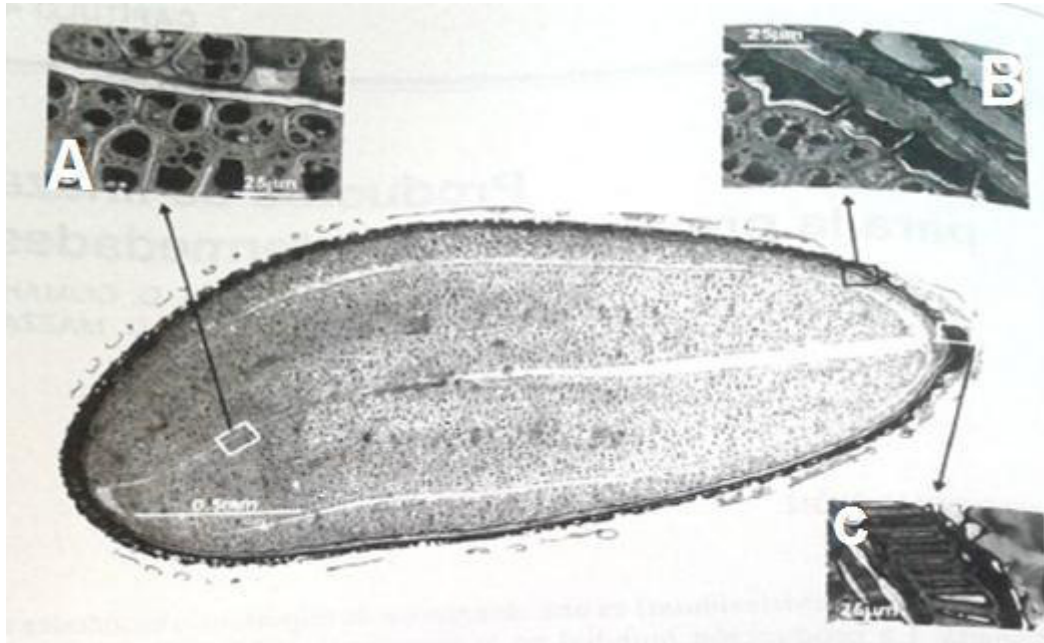


Figura 26. Estructura del lino. (A) Cotiledón, (B) cubierta de la semilla, (C) mucílago.
Fuente: Mazza 2000

1.7.2 Composición química y propiedades de la linaza y chía.

Linaza: La linaza contiene una buena proporción de aminoácidos, siendo los aminoácidos limitantes la lisina, treonina y tirosina. Es una buena fuente de aminoácidos azufrados metionina y cisteína (Mazza G., 2000).

Se muestra en la Tabla 12 la composición de estos alimentos siendo parecidos en el contenido de proteína, pero la linaza tiene un contenido mayor de grasa y la chía tiene un mayor aporte de fibra dietética. Y en la tabla 13 se presentan los aminoácidos esenciales de la linaza y chía.

Tabla 12 “Composición Química de la Chía y Linaza”.

	Chía	Linaza
Humedad	6.2	7.2
Proteína	19.8	19.9
Grasa	27.9	37.4
Cenizas	4.5	3.1
Carbohidratos	8.6	7.2
Fibra dietética	33.0	25.2

Fuente: Jiménez y otros, 2013.

Tabla 13. Aminoácidos esenciales presentes en la Chía y Linaza.

Aminoácido	Chía* (mg/100g)	Linaza** (g/100g)
Histidina	550	2.2
Isoleucina	830	4
Leucina	1421	4
Lisina	1005	4
Metionina	609	1.5
Fenilalanina	1053	4.6
Treonina	735	3.6
Triptófano	452	-
Valina	985	4.6

Fuente:*Coates y Pedersen, 2013; ** Mazza G., 2000.

1.7.3 Usos de la linaza y chía.

➤ Chía.

Anteriormente las semillas de Chía se ingerían solas o mezcladas con otros cereales, se mezclaban con agua y se consumían como bebida, se molían para hacer harinas, se incluían en medicinas, se prensaban para obtener aceite y se utilizaban como base para pinturas faciales y corporales.

Actualmente se usa en la preparación de alimentos tanto de consumo humano como animal. En la actualidad, se busca reinsertar en la alimentación habitual estos viejos cultivos (como la chía) basado en sus propiedades nutricionales (Fernández y otros 2006).

➤ Linaza.

Las semillas se emplean para la producción de aceite y el residuo es utilizado para la alimentación de ganado por su alto contenido en proteína (35-40%).

El aceite es utilizado en la industria de pinturas y barnices, hules y linóleo, también se usa en farmacias y ferreterías mezclado con en otros aceites para hacer jabones (Robles, 1985). La linaza se comercializa como fuente de proteínas vegetales en forma de semilla, harina sin desengrasar (linaza molida) y sémola de linaza (Mazza G., 2000).

1.8 Plátano (*Musa paradisiaca* L., var. Macho (Bello, 2002)).

1.8.1 Origen, taxonomía y morfología del plátano.

El Banano y Plátano, es un frutal cuyo origen se considera del Sureste Asiático, incluyendo el Norte de la India, Burma, Camboya y parte de la China sur, así como las Islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Taiwán. Las más antiguas referencias relativas al cultivo del plátano proceden de la India, donde aparecen citas en la poesía épica del budismo primitivo de los años 500-600 Antes de Cristo. Otra referencia encontrada en los escritos del budismo Jataka, hacia el año 350 A.C. o, sugiere la existencia, hace 2,000 años, de una fruta tan grande como "colmillo de elefante". El plátano fue llevado a las Islas Canarias por los portugueses después de 1,402 y de ahí paso al Nuevo Mundo, iniciándose en 1,516 una serie de introducciones de este cultivo. La posibilidad de la presencia precolombina del plátano en América ha sido sugerida, pero no se tienen pruebas directas de ello. Como alimento es considerado uno de los cultivos más importantes en el mundo, ocupando este frutal el 4º lugar en importancia, después del arroz, trigo y la leche. Los bananos son consumidos extensivamente en los trópicos, donde se cultivan y en las zonas templadas es apreciado por su sabor, gran valor nutritivo y por la disponibilidad durante todo el año. Los principales países productores son: India, Brasil, Ecuador, Colombia, Indonesia, Filipinas y China entre otros. México está considerado dentro de los 10 países más importantes. En México con término "Plátano" se le denomina tanto a los bananos como a los plátanos; en otros países esta separación de nomenclatura se basa en la forma de consumirse, los bananos son los que se consumen como fruta cruda o fresco y los plátanos los que se consumen cocinados por la razón de que tienen más harina (Vázquez, 2005).



Figura 27. *Musa paradisiaca*.

Fuente: Galán, 1992.

La platanera es una planta herbácea "perenne" (Figura 27), consta de un tallo verdadero (Figura 28), este órgano subcutáneo solo sobresale del suelo en época de floración. Las

raíces principales, que como las restantes partes de la planta emergen de la superficie externa del cilindro central, son gruesas y carnosas. El meristemo, situado en el ápice de la cabeza, determina la producción de hojas. La inflorescencia, a lo largo del eje se halla dispuesta en hélice, idéntica a la del sistema foliar, las espádices o brácteas de color rojo en el subgrupo. Todas las floras son hermafroditas pero solo las primeras que se dejan ver tras el repliegue de las brácteas, son denominadas hembras y darán origen a los plátanos (también llamados dedos) (Galán, 1992).

Como se puede apreciar en la Tabla 14 el plátano pertenece a la familia de las Musáceas, lo cual incluye a los plátanos comestibles crudos (*Musa cavendishii*), los bananitos o platos enanos (*Musa x paradisiaca*) y los plátanos machos o para cocer (*Musa paradisiaca*), (Gil, 2010).

Tabla 14 Taxonomía de la *Musa paradisiaca*.

Reino	Plantas (<i>Plantae</i>)
División	Plantas con flores (<i>Magnoliophyta</i>)
Clase	Pastos, palmeras y parientes (monocotiledóneas) (<i>Liliopsida</i>)
Orden	Jengibres y parientes (<i>Zingiberales</i>)
Familia	Plátanos (<i>Musaceae</i>)
Género	Plátanos (<i>Musa</i>)
Especie	Plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)

Fuente: Canabio Plátano.

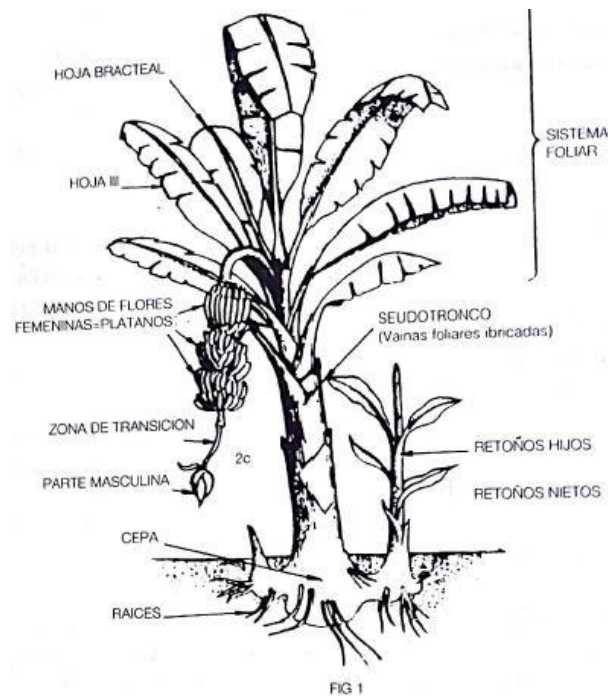


Figura 28. Esquema de una platanera en fase de fluctuación.

Fuente: Galán, 1992.

1.8.2 Composición Química y Propiedades del plátano.

Bananas y plátanos son frutas tropicales de plantas herbáceas de origen asiático, pertenecientes al género *Musa*. Mientras las bananas pertenecen a especies tales como *Musa sapientum* y *Musa cavendishii*, los plátanos son de la especie *Musa paradisiaca* (Revista computarizada de producción porcina 2004). En la Tabla 15 se observa que la principal diferencia entre el banano y el plátano es el contenido de carbohidratos teniendo en su composición mayor porcentaje el plátano, este es una fuente alterna para obtener almidón que es el componente principal del fruto inmaduro (Bello, 2002). Y en la tabla 16 se puede ver el contenido de aminoácidos esenciales que aporta.

Tabla 15 Composición Química del banano y plátano macho. (100g)

Compuesto	Banano	Plátano
Agua	74.91	65.28
Proteína	1.09	1.3
Grasas	0.33	0.37
Carbohidratos	20.24	29.59
Fibra	2.6	2.3
Cenizas	0.83	1.16

Fuente: USDA y Robles 2007.

Tabla 16. Aminoácidos esenciales presentes en el Plátano (por ciento en base seca).

Aminoácidos	gramos
Histidina	0.07
Isoleucina	0.08
Leucina	0.13
Lisina	0.08
Metionina	0.02
Fenilalanina	0.09
Treonina	0.06
Triptófano	-
Valina	0.1

Fuente: Revista computarizada de producción porcina 2004.

A veces a los plátanos machos también se les denomina como bananos de cocción, su forma es alargada, algo curvada y puede llegar a pesar unos 200 gramos o más cada unidad, la piel es gruesa y de color verdoso y su pulpa de color blanco, la pulpa tiene una consistencia harinosa y su sabor, a diferencia de otros plátanos, no es dulce ya que apenas contiene hidratos de carbono sencillos o azúcares (El Plátano macho, 2006).

Las propiedades del plátano son:

- Vitamina C (aumenta las defensas del organismo).

- Potasio (el cual nos mantiene alertas y dinámicos, eficaz en el tratamiento de la hipertensión arterial y otras enfermedades cardíacas y renales, previene los calambres. Vitamina B-6 (ayuda a prevenir el cáncer de la piel). Magnesio (relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante).
- Ácido Fólico (interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis material genético y la formación anticuerpos del sistema inmunológico, prevenir anemias). Zinc (fortalecer el cabello).
- Posee de 80 a 100 calorías. No contiene colesterol. Solo un miligramo de sodio.

(Vázquez, 2005).

La pulpa de plátano verde contiene hasta un 70-80% de almidón en una base de peso seco, un porcentaje comparable a la de la endosperma del grano de maíz y la pulpa de la patata blanca (P. Zhang y otros, 2005).

1.8.3 Usos del plátano.

El plátano macho es una fruta de uso exclusivamente culinario. La cocción no altera su contenido de hidratos de carbono (almidón). Normalmente se guisa de igual modo que se cocinan las patatas y las hortalizas (cocido, frito, asado, al horno etc.) y también puede ser empleado como ingrediente de ciertas sopas. En diversos países tropicales, el plátano macho sirve para producir una harina que se utiliza para la elaboración de pan, obtenida por deshidratación de la pulpa y de alto valor alimenticio (El Plátano macho, 2006).

También se puede incluir la producción de harina de plátano verde que presenta alta variabilidad para la industria alimentaria, principalmente en productos de panadería, productos dietéticos y alimentos infantiles, al ser una fuente rica de almidón resistente y sales minerales como el potasio, hierro, calcio, magnesio y azufre (Vernaza M. G. y otros, 2011).

1.9 Betabel (*Beta vulgaris*).

1.9.1 Origen, taxonomía y morfología del betabel.

La remolacha o betabel es la raíz profunda, grande y carnosa que crece en la planta del mismo nombre. Se trata de una raíz casi esférica de forma globosa (Figura 29). Tiene un diámetro de entre 5 y 10 cm y puede pesar entre 80 y 200 g. Su color es variable, desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. El sabor, debido a que se trata de una raíz en la que se acumulan gran cantidad de azúcares, es dulce (Remolacha, s.f.).

Su voluminosa raíz comestible puede ser redonda o alargada y es roja, amarilla o blanca, las hojas brotan por encima del suelo en forma de rosetas (Bellido, 2007).



Figura 29. Fotografía de betabel (*Beta Vulgaris*).
Fuente: Bellido, 2007.

Esta especie es la pariente silvestre de la acelga, de la remolacha azucarera y forrajera y del betabel, más algunas otras que no han sido domesticadas. Es originaria de las costas europeas, y en México se encuentra como planta ruderal en suelos salinos (Heike, 2009).

❖ Área de origen.

Desde la península Escandinava, en las costas del Mediterráneo, Islas Canarias y Medio Oriente, hasta la India.

❖ Distribución secundaria.

Ampliamente naturalizada en las regiones templadas del mundo. En la Flora de Norteamérica se encuentra un mapa de distribución.

❖ Distribución en México.

Villaseñor y Espinosa (1998) la reportan en Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Michoacán y Veracruz.

❖ Otros nombre comunes usados en español.

Remolacha, betabel, acelga (Martínez, 1979).

❖ Nombres comunes en idiomas indígenas de México.

Según Martínez (1979) en maya se le conoce como mots.

❖ Nombres comunes en inglés.

Common beet.

(Heike, 2009).

➤ **Taxonomía.**

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Supervisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor);

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Caryophyllidae; Orden: Caryophyllales.

No hay un consenso general sobre la división de la especie en subespecies. A veces se reconocen las siguientes subespecies (a veces solo se tratan como variedades): *Beta vulgaris* ssp. *maritima* o ssp. *perennis* para la planta silvestre; *Beta vulgaris* ssp. *Vulgaris* para la remolacha o betabel; *Beta vulgaris* ssp. *cicla* para acelga; *Beta vulgaris* ssp. *altissima* para la remolacha azucarera (Heike, 2009).

1.9.2 Composición Química y Propiedades del betabel.

En la siguiente tabla (Tabla 17) se presenta la composición del betabel en donde vemos que lo predominante es el contenido de agua y carbohidratos, también predomina el contenido de fibra el cual forma parte de estos últimos.

Tabla 17 Composición Química del betabel (100 g).

Compuesto	Contenido (g)
Agua	87.58
Proteína	1.61
Grasas	0.17
Carbohidratos	6.76
Fibra	2.8
Cenizas	1.08

Fuente: USDA 2016, Verduras y Hortalizas Remolacha, Erosky Consumer Remolacha, Infojardin. Remolacha.

A continuación se muestran los aminoácidos esenciales que se encuentran en el betabel (tabla 18).

Tabla 18. Aminoácidos esenciales presentes en el Betabel en mg.

Aminoácidos	mg
Histidina	21
Isoleucina	49
Leucina	53
Lisina	82
Metionina	5
Fenilalanina	26
Treonina	33
Triptófano	13
Valina	47

Fuente: Aminoácidos de la remolacha, s.f.

1.9.3 Usos del betabel.

El betabel posee un sabor muy dulce que se aprovecha para la obtención de azúcar y su pulpa para colorantes. El color del betabel se debe a la *betacianina*, una sustancia que contribuye a la prevención del cáncer. Las propiedades medicinales de este tubérculo ayudan a combatir la hipertensión arterial, estreñimiento, enfermedades sanguíneas, debilidad en los huesos, obesidad, anemia, entre otros males. Esta hortaliza puede consumirse cruda o cocida, en jugos, licuados, ensaladas y postres (SAGARPA, 2016).

1.10 Calabaza (*Curcubita pepo*).

1.10.1 Origen, taxonomía y morfología de la calabaza.

La forma más típica y popular de la calabaza es redonda un poco deprimida, pero las hay también alargadas, más o menos cilíndricas y aun torcidas. Generalmente son lisas, pero las hay también de superficie rugosa. Existe una infinidad de variaciones así en la forma como el tamaño y color verdes, amarillas, rojas, combinadas u homogéneas (Paredes, 2001).

Curcubita: son plantas herbáceas de largos tallos que se arrastran por el suelo (Figura 30), o se enganchan a toda clase de soportes mediante zarcillos. Se caracterizan por su consistencia carnosa, succulenta y tener una corteza resistente que puede variar desde semiblanda a muy dura, de tallos flexibles cubiertos de pelos e incluso espinas; hojas alternas (Téllez, 1999).

Los calabacines son un tipo alargado de calabaza, tienen una forma alargada y un color verde oscuro con toques amarillentos, puede medir de 15 a 20 cm cuando está maduro (Bellido, 2007).



Figura 30. Calabaza.
Fuente: Bellido, 2007.

1.10.2 Composición Química y Propiedades de la calabaza.

Este alimento como se muestra en la Tabla 19 se compone principalmente de agua y carbohidratos y en la tabla 20 se muestra que el aminoácido esencial predominante es leucina.

Tabla 19 Composición Química de la calabaza (100 g).

Compuesto	Contenido (g)
Agua	94.64
Proteína	1.21
Grasas	0.18
Carbohidratos	2.25
Fibra	1.1
Cenizas	0.62

Fuente: Lim, 2012

Tabla 20. Aminoácidos esenciales presentes en el calabacín (100g).

Aminoácidos	mg
Histidina	40
Isoleucina	68
Leucina	110
Lisina	103
Metionina	27
Fenilalanina	66
Treonina	45
Triptófano	16
Valina	84

Fuente: Aminoácidos del calabacín, s.f.

La presencia de mucílagos confiere a esta hortaliza propiedades emolientes (suavizantes) sobre el aparato digestivo, por lo que —al tratarse de un alimento fácil de digerir y con ligero efecto laxante— resulta adecuado en caso de problemas digestivos como dispepsia o mala digestión, gastritis y estreñimiento (Verduras y Hortalizas Calabacín). Su consumo contribuye a cubrir las necesidades de vitaminas y minerales, especialmente las de vitamina C y potasio, siendo los aportes de vitamina C los más significativos —un calabacín de tamaño medio aporta el 26% de las ingestas recomendadas al día para esta vitamina en hombres y mujeres de 20 a 39 años.

1.10.3 Usos de la calabaza.

Generalmente son consumidas crudas o cocidas (Téllez, 1999), en México también se utiliza para molestias urinarias, cálculos renales, antirreumático (Mazza, 2000).

1.11 Diseño de plantas.

Una planta industrial se caracteriza por ser una unidad compleja en términos de equipos y sistemas que participan en ella, de la interacción que existe entre ellos y la distribución de los mismos (Arata, 2009).

El diseño de plantas se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía o empresa con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía (Mayers y Stephens, 2006).

1.11 Tipos de instalaciones.

Existen 2 tipos de instalaciones que están presentes en todo proceso industrial (Arata, 2009):

- Instalaciones vinculadas con la producción (tecnológicas): conjunto de máquinas, artefactos, aparatos y dispositivos, donde se realizan las operaciones de transformación de las materias primas en productos terminados, estas requieren de la participación de especialistas con el dominio de la tecnología productiva.
- Relacionadas con los servicios: son instalaciones que participan en una planta existe una serie de equipos que si bien no participan directamente en el ciclo productivo tienen una función de apoyo fundamental para que ello ocurra (suministro de energía, descarga, alimentación de fluidos y control de las condiciones ambientales).

El diseño de la planta incluye la ubicación de la planta, el diseño del inmueble y la distribución de la planta (Mayers y Stephens, 2006).

1.12 Distribución.

La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración y el equipo de manejo de materiales. La distribución de la planta es el resultado final del proyecto de diseño de la instalación de manufactura (Mayers y Stephens, 2006).

A la distribución también se le define como la técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipos, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de los materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal del taller (Platas y Cervantes, 2014).

Para llevar a cabo dicha distribución se deberá tener en consideración no solo los espacios necesarios para el almacenamiento de las materias primas, productos intermedios y finales que se vayan generando, y el ocupado por las máquinas y los diversos equipos de trabajo que intervengan en la producción, sino que deberá incorporar asimismo, aquellos otros espacios que se revelen necesarios para el flujo del material, el movimiento de los trabajadores todas las actividades o servicios auxiliares, etc. (De la Fuente, 2008).

Dependiendo del tipo de producción de la empresa, la distribución adoptada podrá pertenecer a uno de los siguientes 5 tipos: Distribución de proyecto singular, Distribución de posición fija, Distribución de grupos autónomos de trabajo, Distribución basada en el producto, Distribución basada en el proceso. Dado que las dos primeras se utilizan en casos muy especiales y la tercera es un intermedio entre las últimas dos, a continuación se presentan la distribución basada en el producto y la distribución basada en el proceso (De la Fuente, 2008).

- *Distribución basada en el producto:* Se utiliza en procesos de distribución en los cuales la maquinaria y los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que los materiales fluyen desde una estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con la secuencia de los procesos del producto. Puesto que la ubicación de los procesos se hace en base a la secuencia de producción, suele ocurrir que la distribución minimiza la distancia entre operaciones. otra de las características es que la obra en curso es menor así como el espacio necesario para almacenarla, los plazos de producción son normalmente reducidos, los operarios no necesitan de una elevada calificación puesto que las actividades a desarrollar en sus puestos de trabajo son repetitivas y simples.
- *Distribución basada en el proceso:* En este tipo de producción la maquinaria y los servicios se agrupan según sus características funcionales, es decir de acuerdo con la función que desempeñan; por ejemplo, el torneado, la soldadura, la pintura, etc. se efectúan en departamentos separados. Dos características que definen a la distribución basada en el proceso son un pequeño volumen de producción y la necesidad de mano de obra calificada.

1.13 Ubicación de la planta.

El estudio de localización consiste en el análisis de los factores de localización, las que determinan el lugar donde el proyecto logrará la máxima utilidad o el mínimo de costos unitarios (Koch, 2000 y Erossa, 1987). La selección de la localización incluye dos aspectos o etapas principales:

- El macro-análisis se ocupa de la comparación de las alternativas propuestas para determinar, cuál o cuáles regiones, o terrenos serán aceptables para la realización del proyecto.
- A través del microanálisis se estudian los detalles, mediante un cálculo comparativo de los costos, para decidir sobre la localización óptima del proyecto.

La primera etapa del análisis perfila la zona de localización cuyas consideraciones empiezan con la determinación de los factores locacionales referentes a lo siguiente:

- Disponibilidad de terreno, mano de obra, capital.
- La distribución de la demanda: localización y tamaño del mercado de consumo, es decir, de los compradores potenciales y de los insumos: localización de fuentes de materias primas, el número y calidad de ellas.
- Distancia y acceso infraestructural: accesos a los medios de transporte, disponibilidad de energía eléctrica y agua.
- Industrias conexas y servicios auxiliares: la actividad económica de la región, es decir, bancos, canales de distribución, ventajas de una industria centralizada.
- Impuestos y disposiciones legales.
- Condiciones generales de vida.

Estos factores se consideran como las determinantes locacionales, sin embargo no siempre tendrán el mismo peso, pues requieren una selección de localización según ciertas prioridades; en todo caso los factores más importantes serán: mercado y la disponibilidad económica de insumos (Koch, 2000 y Erossa, 1987).

1.14 Layout.

El Layout entrega la representación en planta y la ubicación de todos los equipos e instalaciones. Este debe dar respuesta de los criterios de diseño y de la organización general del proceso productivo, teniendo como condición la gestión, operación y mantenimiento de la planta (Arata, 2009).

El Layout debe ser tal que se representen los requisitos de cantidad y calidad de los productos que se fabricaran, las materias primas e insumos requeridos por el proceso, los

productos semielaborados, las condiciones operativas del sistema productivo, las actividades de mantenimiento, los servicios de apoyo, las bodegas de almacenaje, etc. (Arata, 2009).

Existen varios tipos de diseño para un layout dependiendo de necesidad y volumen de producción de la planta, de esta manera se pueden dividir estos diseños en:

- De posición permanente: el cual es usado cuando todas las operaciones se llevan a cabo con el material en algún lugar fijo, por ejemplo alguna empresa que manufactura herramientas, y el producto es terminado en una sola estación.
- Por proceso: este tipo de layout se aplica en situaciones donde todas las operaciones son llevadas a cabo en un área en específico con máquinas similares, es común usar este tipo de distribución para tratamientos térmicos.
- Por producto: en este tipo de líneas las maquinarias se encuentran una detrás de otra sin importar el tipo, en este tipo de layout el material es movido de una operación a otra, como ejemplo la manufactura de un monobloque de automóvil, el cual va desde la fundición, rectificado, hasta el ensamble de este.

Uno de los fines primordiales de un layout es el hecho de que este al ser diseñado debe asistir al proceso de manufactura, es decir todos los elementos deben estar acomodados y distribuidos de tal manera que el proceso sea más eficaz, rápido y sin cuellos de botella. Así que se debe procurar localizar las máquinas y equipos para que el material fluya como una línea recta, tanto como sea posible, esto es para que el proceso no tenga que regresar sobre la misma trayectoria en la que fluye. La comodidad de trabajo para los operadores es un factor que permite que no existan retrasos en el flujo del producto así como una mayor calidad en el producto final. La flexibilidad dentro de un layout es muy importante ya que esta permite que se hagan cambios en el producto, sin hacer mayor movimiento o reconfiguración de elementos (Suárez, 2006).

El objetivo de la distribución de la planta se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios y condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y el aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.

-
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados pueden ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en la planta son:

- Unidad. Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pretender a unidades distintas ligada exclusivamente a la distribución en planta
- Circulación mínima: El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- Seguridad. La seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad. Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

2. Problema objetivos e Hipótesis.

2.1 Problema.

Desarrollo de botanas formuladas con mezcla de cereales-leguminosas y la propuesta del diseño de la planta procesadora.

2.2 Objetivo general.

Elaboración de dos botanas salada y dulce, empleando cereales y leguminosas para mejorar la calidad nutrimental con un mayor contenido proteico comparado con algunas botanas comerciales y el diseño de la planta procesadora.

2.3 Hipótesis.

Si se usa la combinación de cereales y leguminosas se tendrá un producto con elevado contenido de proteína y fibra en comparación con los productos comerciales, viéndose reflejado en el análisis químico proximal.

2.4 Objetivos particulares.

Objetivo Particular 1. Elaborar 8 formulaciones (4 saladas y 4 dulces), implementando los sabores de mayor preferencia en el mercado, eligiendo una salada y una dulce que sean de mayor aceptabilidad a través de la aplicación de pruebas sensoriales.

Objetivo Particular 2. Realizar el análisis químico proximal (AQP) a las dos botanas elegidas, para conocer la composición química (humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra dietética) y compararlo con productos comerciales.

Objetivo Particular 3. Diseñar la etiqueta de los productos desarrollados, conforme a lo especificado en las normas NOM-051-SCFI y NOM-086-SSA1-1994.

Objetivo Particular 4. Evaluar la calidad microbiológica a través de la presencia de hongos y levaduras, mesófilos y coliformes.

Objetivo Particular 5. Elaboración del diseño de la planta procesadora de los productos, a través de dimensionamientos y la norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico, en la futura creación de una micro empresa.

3 Cuadro metodológico

PROBLEMA:

Desarrollo de botanas formuladas con mezcla de cereales-leguminosas y la propuesta del diseño de la planta procesadora

OBJETIVO GENERAL

Elaboración de dos botanas salada y dulce, empleando una mezcla de cereales-leguminosas para mejorar la calidad nutricional con un mayor contenido proteico comparado con algunas botanas comerciales y el diseño de la planta procesadora.

HIPOTESIS

Si se usa la combinación de cereales y leguminosas se tendrá un producto con elevado contenido de proteína y fibra en comparación con los productos comerciales, viéndose reflejado en el análisis químico proximal.

ACTIVIDADES PRELIMINARES

A.P.1
Hacer varias formulaciones para determinar el porcentaje indicado de edulcorante
Concentraciones (%):
4,3,2,1.5,1

A.P.2
Realizar pruebas con diferentes geometrías:
Salada: flecha, triangulo, circulo, rectángulo
Dulce: corazón, estrella grande, estrella chica, y rectángulo

A.P.3
Hornear varios lotes a diferentes temperaturas y tiempos :
T: 350°F (177°C), 300°F (149°C), 325°F (163°C)
t (min): 17,16,12,30,11,10, 13

A.P.4
Por medio del tacto determinar a que tiempo el producto esta a temperatura ambiente para su posterior adición de saborizante

A.P.5
Adición de saborizante
Realizar pruebas para determinar si el condimento se incorpora a la masa o se espolvorea al final

OBJETIVO PARTICULAR 1
Elaborar 8 formulaciones (4 saladas y 4 dulces), implementando los sabores de mayor preferencia en el mercado eligiendo una salada y una dulce que sean de mayor aceptabilidad a través de la aplicación de pruebas sensoriales.

Dulce	Canela (%)	Ciruela (%)	Nuez (%)	Chocolate (%)
Amaranto	22.4	22.4	19.75	17.99
Maiz	15.3	15.3	13.49	13.49
Lenteja	15.3	15.3	13.49	13.49
Linaza	1.2	1.2	1.05	1.05
Sal	0.1	0.1	0.08	0.08
Plátano	31.98	23.26	28.22	28.22
Betabel	5.48	5.5	4.85	4.85
Goma	0.04	0.04	0.05	0.05
Vainilla	6.4	6.4	5.64	5.64
Edulcorante	1.8	2.5	2.20	1.6
Leche	---	2	1.76	1.76
Ciruela	---	6	5.29	5.29
Sabor nuez	---	---	4.05	4.05
Chocolate	---	---	---	0.11
Canela	0.0015	---	---	---

Salada	(%)
Amaranto	21
Maiz	27
Frijol	18
Chia	1.92
Calabaza	29.5
Leche	2
Azúcar	0.54
Goma	0.04

En la formulación salada solo varia el saborizante (chile-limón, mochi, adobado y Queso)

Realizar una encuesta sensorial hedónica para seleccionar una botana dulce y una salada.

OBJETIVO PARTICULAR 2
Realizar pruebas químicas (AQP) a las dos botanas para conocer la composición química (humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra dietética) de los producto y compararlo con productos comerciales.

- Humedad (Método de estufa)
- Proteína (Método micro Kjeldhal)
- Grasa (Método Soxhlet)
- Cenizas (Método de Klemm)
- Fibra enzimática (Método Enzimático)

OBJETIVO PARTICULAR 3
Diseñar la etiqueta de los productos desarrollados, conforme a lo especificado en las normas NOM-051-SCFI y NOM-086-SSA1-1994.

- Resultados del objetivo 2
- Sodio (Espectrofotometría de absorción atómica)

OBJETIVO PARTICULAR 4
Evaluar la calidad microbiológica a través de la presencia de hongos y levaduras, mesófilos y coliformes.

- Conteo de :
- Coliformes totales
 - Mesofilos
 - Hongos y levaduras
- Conteo en placa (NOM-092-SSA1-1994)

OBJETIVO PARTICULAR 5
Elaboración del diseño de la planta procesadora de los productos, a través de dimensionamientos y la norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico, en la futura creación de una micro empresa.

- Potencia de las bombas
- Diámetro de tuberías
- Dimensión de los equipos
- Diagrama distribución de áreas
- Diagrama distribución de equipos
- Transformador
- Diagrama eléctrico

ANÁLISIS DE RESULTADOS

DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA

CONCLUSIONES

Cuadro Metodológico	
Siglas	Significado
A.P.1	Actividad preliminar 1
T	Temperatura
t	tiempo
AQP	Análisis Químico Proximal
AOAC	Association of Analytical Chemiests

3.1 Metodología.

A continuación se presentan las formulaciones con las que se trabajó además de la selección de los sabores propuestos para cada botana del presente trabajo. Las formulaciones se realizaron en base a trabajos/investigaciones con objetivos similares, primeramente se eligió una base para cada botana la cual debía de representar el 50% total del producto, al realizar la investigación se observó que se utilizaba el amaranto (Morales y otros, 2009; Mazza, 2000; Cárdenas, 2012; García y otros, 2016) como opción a la harina de trigo, por lo cual se optó por incluirla dentro de las formulaciones por sus componentes nutricionales de igual forma se seleccionó el maíz, la lenteja y el frijol (Cuellar, 2014; Granito, 2010; Cutullé, 2012; Mazza). Teniendo en mente que se perseguía un snack bajo en grasa y con un porcentaje mayor de proteína al de las botanas comerciales, el otro 50% de la formulación se optó por usar materias primas como el plátano macho (García, 2012; Martínez y otros 2016; López y Carvajal, 2012), linaza, calabacín, chía (Mazza, 2000; Gómez 2013; Flores 2014)

La elección de sabores para las botanas saladas fue hecha tomando en cuenta que en México de cada 10 pesos que se venden en botanas, el 65% (6.5 pesos) corresponde a las de sabor enchilado, y que dentro de ese grupo las predilectas de los mexicanos son las de queso y picante (Alfaeditores, 2013). Para este estudio las botanas saladas tendrán los sabores: Queso, Adobo "Mochi", Adobo, sal-limón. La formulación de las botanas se presenta en la tabla 21 siendo la misma para las 4, solo cambia el aditivo que proporciona sabor.

Tabla 21 Formulación de botana salada.

	(%)
Amaranto	21
Maíz	27
Frijol	18
Chía	1.92
Calabaza	29.5
Leche	2
Azúcar	0.54
Goma	0.04

Para las botanas dulces se propusieron los sabores en base en la encuesta de PEPSICO en donde se muestran las marcas más consumidas en México y así como en la encuesta de gastos en hogares de INEGI, donde nos indica que en los hogares dedican parte del gasto a galletas y que entre los sabores más consumidos están galletas con chispas de chocolate, chocolate rellenas, galletas con pasas. (INEGI, 2013 y Estudio de mercado sobre PEPSICO, 2016). Para este estudio las botanas dulces tendrán los sabores: canela, ciruela, nuez, chocolate. La formulación para cada una se encuentra en la tabla 22.

Tabla 22 Formulación de botana dulce.

	Canela (%)	Ciruela (%)	Nuez (%)	Chocolate (%)
Amaranto	22.4	22.4	19.76	20.35
Maíz	15.3	15.3	13.49	13.49
Lenteja	15.3	15.3	13.49	13.49
Linaza	1.2	1.2	1.06	1.06
Sal	0.1	0.1	0.9	0.09
Plátano	31.98	23.26	28.22	28.21
Betabel	5.48	5.5	4.85	4.85
Goma	0.04	0.04	0.05	0.05
Vainilla	6.4	6.4	5.64	5.64
Edulcorante	1.8	2.5	2.20	1.6
Leche	----	2	1.76	1.76
Ciruela	----	6	5.29	5.29
Sabor nuez	----	----	4.06	4.06
Chocolate	----	----	----	0.055
Canela	0.0015	----	----	

3.1.1 Materiales utilizados para la elaboración de las botanas.

Para la botana salada se empleó harina de maíz nixtamalizada marca Maseca, el amaranto reventado y calabaza que serán obtenidos en el Mercado del Carmen Izcalli, goma carragenina donada por la marca PKelco, sal marca Elefante, leche en polvo marca Nestlé, edulcorante marca Svetia, el frijol pinto y semilla de chía se obtuvieron del mercado 5 de Febrero municipio Nezahualcóyotl.

Para la botana dulce se utilizó harina de maíz marca Maseca, lenteja marca Schettino, el amaranto reventado y plátano macho se obtendrán del Mercado del Carmen Izcalli, goma carragenina donada por la marca PKelco, sal marca Elefante, leche en polvo marca Nestlé, edulcorante marca Svetia, saborizante de vainilla marca Pasa, saborizante de nuez marca Deiman, chocolate marca Turín, el betabel linaza y ciruela pasa se obtuvieron del mercado 5 de Febrero municipio Nezahualcóyotl.

3.2 Elaboración del snack salado.

3.2.1 Diagrama de bloques de la botana salada.

Ver página 56

3.2.2 Descripción de proceso para la elaboración de botana salada.

1. *Obtención de harinas:* Para la obtención de las harinas de amaranto y chía las semillas se sometieron a molienda en una licuadora Oster modelo BEST02-E01, BEST02-E01-013, Características eléctricas: 60Hz; 120V-600W.

Posteriormente las harinas fueron tamizadas en un tamiz malla n. 20 y almacenadas en bolsas de plástico con cierre hermético.

2. *Lavado de la calabaza:* Para el lavado se utilizó agua del grifo a temperatura ambiente (22-25°C), jabón y esponja para eliminar las impurezas como la tierra.

3. *Cocción de frijol:* primero se eliminaron las impurezas del frijol a mano, posteriormente las leguminosas se colocaron en una olla a presión marca TRANSTHERM W Mf (trabaja a presión de 130Pa) por 45 minutos agregando agua para su cocción

4. *Elaboración de purés:* Para la elaboración de puré la calabaza y el frijol se colocaron en un recipiente plástico individual, para su molienda se utilizó una batidora de inmersión marca Taurus, modelo Robot 300 inox (ver. III) características eléctricas: 122V; 60Hz; 180W, y se molió hasta obtener un puré.

5. *Pesado:* los ingredientes se pesaron en una balanza analítica de marca Santorius Modelo BA315 en vasos de precipitados de vidrio.

6. *Mezclado:* El mezclado se realizó en dos partes, primeramente en un recipiente se mezclaron todos los materiales secos, en otro recipiente se mezclaron los materiales húmedos, esto con el propósito de lograr homogeneidad en la masa, posteriormente las mezclas húmeda y seca se unieron para formar la masa.

7. *Moldeado y troquelado:* Para esta operación se utilizó un marco de madera con un grosor de 0.5 cm. La masa fue laminada hasta obtener el grosor de 0.5 cm, posteriormente la lámina fue cortada con las geometrías deseadas.

8. *Adición de aceite:* Para esta operación se utilizó un pulverizador con el cual se rociaron las botanas con aceite con 1 disparo.

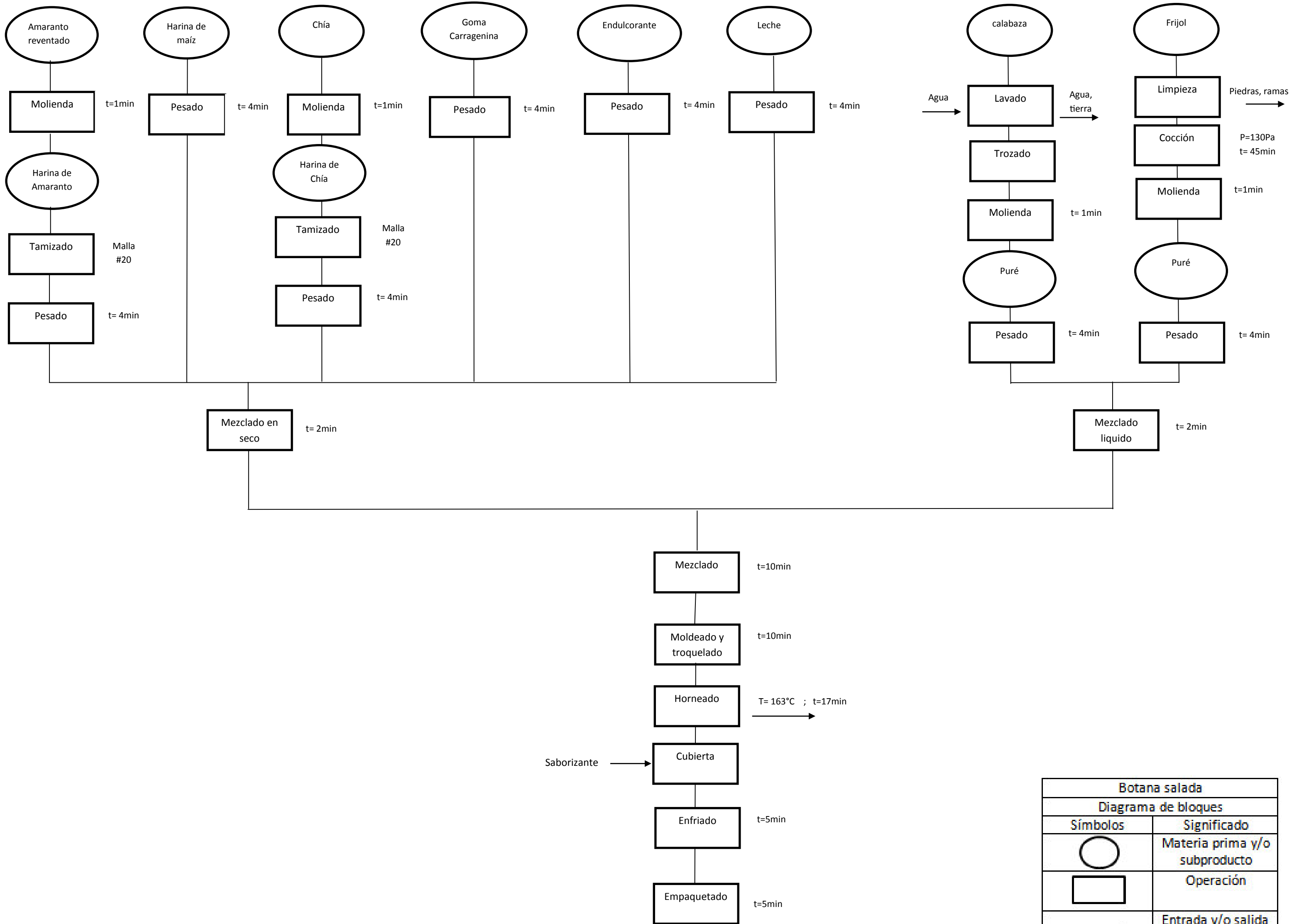
8 *Horneado:* Fue realizado en un horno Black and Decker Counter Top Ovens serie CTO700. La botana salada fue horneada a una temperatura de 325°F (163 °C) por 17 minutos

9. *Incorporación de aditivos/saborizantes:* Se utilizó un saborizante en polvo el cual se colocó en una bandeja, posteriormente se colocó el producto horneado (caliente) en la misma bandeja para incorporar el aditivo moviendo la bandeja con movimientos ascendentes.

10. *Enfriado:* El producto fue colocado en una bandeja para que se enfriara por 5 minutos a temperatura ambiente (25-23°C).

11. *Empaquetado:* Ya frio del producto se pesaron 30 gramos y se colocaron en bolsas metálicas de 9 x 16.5 x 3 cm, que posteriormente fueron selladas por medio de calor.

3.2.1 Diagrama de Bloques de la botana salada.



Botana salada	
Diagrama de bloques	
Símbolos	Significado
○	Materia prima y/o subproducto
□	Operación
→	Entrada y/o salida

3.3 Elaboración del snack dulce.

3.3.2 Descripción de proceso de elaboración de botana dulce.

1. *Obtención de harinas:* Para la obtención de las harinas de amaranto y lenteja se sometieron a molienda en una licuadora Oster modelo BEST02-E01, BEST02-E01-013, Características eléctricas: 60Hz; 120V-600W. Posteriormente las harinas fueron tamizadas en un tamiz malla n. 20. y almacenadas en bolsas de plástico con cierre hermético.

2. *Pre-cocción de la lenteja:* Para la pre-cocción de la lenteja esta se sometió a un tostado en donde se colocó la harina sobre un sartén caliente (60°C) agitando constantemente durante 10 minutos y así evitar que se pegue o se queme, se dejó enfriar a temperatura ambiente (25-23 °C) y se colocó en una bolsa hermética.

3. *Lavado del betabel:* Para el lavado de este se utilizó agua del grifo a temperatura ambiente (22-25°C), jabón y esponja para eliminar las impurezas como la tierra.

4. *Cortado del betabel:* Para cortar el betabel se utilizó un cuchillo fraccionando el tubérculo en rectángulos para que la cocción tuviera mayor superficie de contacto y así fuera más rápido este proceso.

5. *Cocción del betabel:* Para la cocción del betabel se colocó agua en un recipiente sobre una parrilla al comenzar la ebullición se colocó el betabel y se dejó en cocción por tres minutos.

6. *Elaboración de purés:* Para la elaboración de purés el betabel, plátano y ciruela pasa se colocaron en un recipiente plástico individualmente, para su molienda se utilizó una batidora de inmersión marca Taurus, modelo Robot 300 inox (ver. III) características eléctricas: 122V; 60Hz; 180W, y se molió hasta obtener un puré.

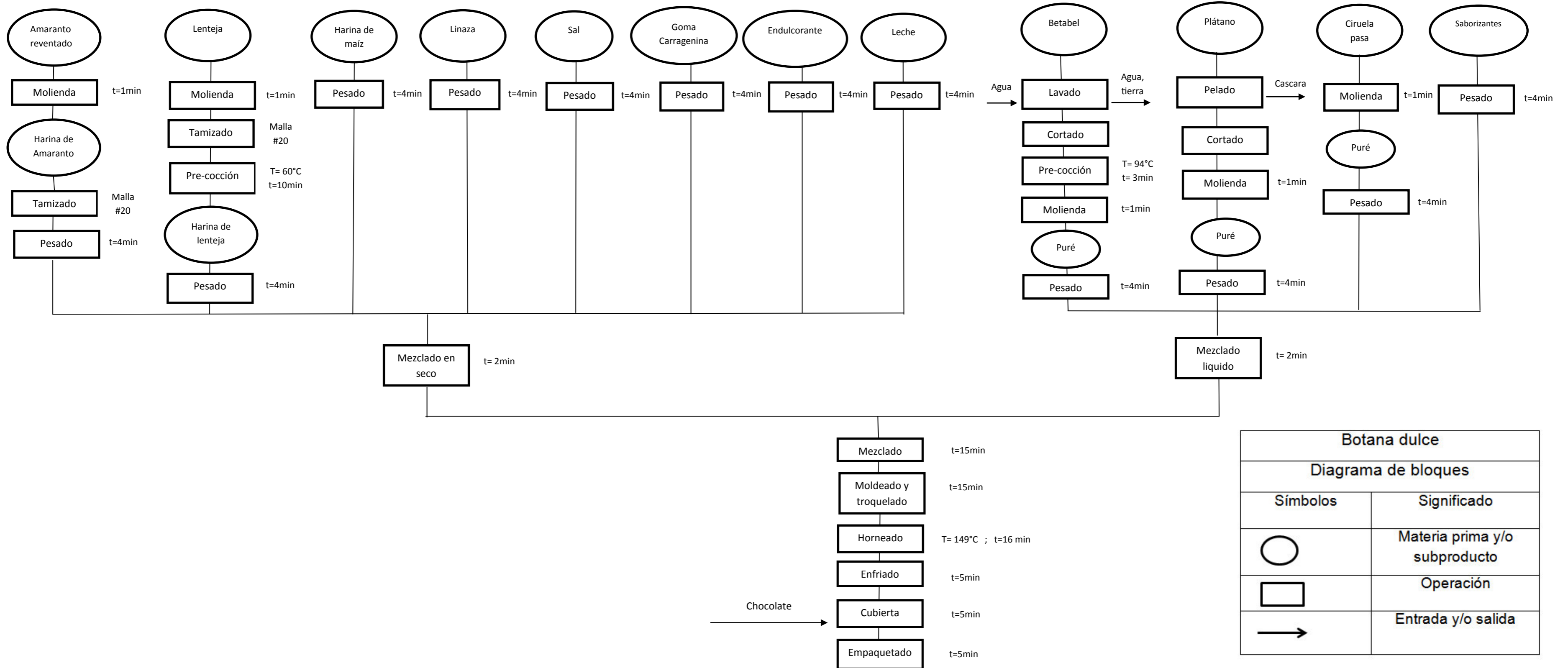
7. *Pesado:* los ingredientes se pesaron en una balanza analítica de marca Santorius Modelo BA315 en vasos de precipitados de vidrio.

8. *Mezclado:* El mezclado se realizó en dos partes, primeramente en un recipiente se mezclaron todos los materiales secos, en otro recipiente se mezclaron los materiales húmedos, esto con el propósito de lograr homogeneidad en la masa, posteriormente las mezclas húmeda y seca se unieron para formar la masa.

9. *Moldeado y troquelado:* Para esta operación se utilizó un marco de madera con un grosor de 0.5 cm. La masa fue laminada hasta obtener el grosor de 0.5 cm, posteriormente la lámina fue cortada con las geometrías deseadas.

10. *Horneado:* Fue realizado en un horno Black and Decker Counter Top Ovens serie CTO700. La botana dulce se horneó a 300°F (149°C) por 16 minutos. Posteriormente la botana se dejó enfriar por un tiempo de 10 min a temperatura ambiente (25-23 °C).

3.3.1 Diagrama de Bloques de la botana dulce.



Botana dulce	
Diagrama de bloques	
Símbolos	Significado
○	Materia prima y/o subproducto
□	Operación
→	Entrada y/o salida

11. *Incorporación de aditivos/saborizantes:* se utilizó una cobertura de chocolate aplicada con brocha.

12. *Empaquetado:* Ya terminados los productos se pesaron 30 gramos de cada botana y se colocaron en bolsas metálicas de 9 x 16 x 3 cm, que posteriormente fueron selladas por medio de calor.

3.4 Parámetros Sensoriales.

3.4.1 Prueba de aceptabilidad hedónica.

La prueba de aceptabilidad se realizó a 100 personas de ambos sexos entre 19-45 años de edad, se les presentaron 8 formulaciones 4 de botanas dulces y 4 de botanas saladas, con el objeto de seleccionar dos formulaciones para su posterior análisis.

La boleta utilizada para las pruebas sensoriales se muestra a continuación (Figura 31).

Fecha: Género: Masculino Femenino Edad:

Frente a usted presentan 4 muestras de botanas saladas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas e indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

Muestras salada

Código	Clasificación para cada atributo			
	olor	color	sabor	textura
250				
101				
115				
340				

Muestras dulce

Código	Clasificación para cada atributo			
	olor	color	sabor	textura
250				
101				
115				
340				

Por favor da opiniones constructivas o da sugerencias de que modificarías al producto y que características te gustaría que tuviera. Por ejemplo un sabor en específico, un color o forma diferente.

Figura 31. Prueba de aceptabilidad hedónica.

3.5 Composición química.

3.5.1 Determinación de proteína (Método micro Kjeldahl).

Fundamento:

El método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno en una muestra. El método se basa en la hidrólisis ácida de la materia orgánica de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de potasio en presencia de un catalizador sulfato de cobre. El nitrógeno se reduce en la sal sulfato de amonio, de la cual se libera con hidróxido de sodio en la forma de amoníaco y se destila. El destilado se valora con una solución patrón de ácido clorhídrico o sulfúrico (AOAC, 2000).

Metodología:

Se realizó la prueba por triplicado para cada producto.

a) Digestión.

Se pesó un 0.1g de muestra molida y se introdujo al matraz Kjeldahl. Se añadió 10g de sulfato de potasio y 0.1 g de Sulfato de cobre II. Se agregó 20 mL de Ácido sulfúrico 96% y se mezcló todo hasta que toda la sustancia estuviera mojada por el ácido. Se colocaron los matraces en la parrilla (Figura 32) y se encendió para calentar la muestra lentamente y así evitar que la espuma arrastrara la muestra al cuello del matraz, cuando desaparecía la espuma se dejaba hervir vigorosamente hasta que la solución quedara limpia (translúcida). Se dejó enfriar y se añadió 200 mL de agua destilada y proceder al destilado.



Figura Ilustración 32. Digestión de las muestras.

b) Destilación.

Se agregó el contenido del matraz al destilador (Figura 33) y se adicionaron 80 ml de la solución de Hidróxido de sodio. el líquido que se destiló se recogió en un vaso o matraz que contenía 20 mL de Ácido bórico y una gota de indicador, se recogió aproximadamente 50 mL y este destilado posteriormente se tituló.



Figura 33. Destilación.

c) Titulación.

Acabada la destilación, se valoró con ácido clorhídrico 0.1 N y se anotó el valor de ácido usado para realizar los cálculos pertinentes.

$$\text{Proteína bruta \%} = \frac{(V \times f - V1 \times f1) 0,014 \times F \times 100}{P}$$

En donde:

V = volumen en ml de disolución de ácido clorhídrico 0,1N empleado para recoger el nitrógeno amoniacal destilado.

f = factor de la disolución de ácido sulfúrico 0,1N.

V1 = volumen en ml de disolución de sodio hidróxido 0,1N necesario para neutralizar el ácido sulfúrico existente al final de la destilación.

f1 = factor de la disolución de sodio hidróxido 0,1N.

F = factor de transformación de nitrógeno en proteína. Para el trigo y derivados es de 5,7 y para los restantes cereales es de 6,25.

P = peso de la muestra en gramos.

(AOAC, 2000).

3.5.2 Determinación de grasa (método Soxhlet).

Fundamento:

El contenido en grasa bruta de un producto se define convencionalmente como la parte del mismo extraíble por éter etílico en condiciones determinadas. Incluye, además de la grasa, otras muchas sustancias solubles en éter etílico, como son: ceras, pigmentos, vitaminas, etc. (AOAC, 2000).

Metodología:

Determinación.

a) Peso constante de los matraces :

Se limpiaron los matraces, se pesaron, después se colocaron en la estufa por 8 h, se pusieron en el desecador para que se enfriaran y posteriormente se pesaron y este fue el peso final del matraz.

b) Extracción:

Se Pesaron 5g de muestra triturada se envolvió la muestra con papel poroso y se introdujo al cartucho de extracción que se tapona con algodón, después se colocó el cartucho en el extractor (Figura 34), se añadió éter de petróleo (bencina) una vez conectado el matraz se inició la extracción continuando hasta que el éter fuera incoloro aproximadamente 3 a 4 h.



Figura 34. Extracción.

Después de la extracción se sacó el cartucho del extractor, el matraz se colocó en el rotavapor para recuperar el éter, el matraz se puso en la estufa para evaporar el resto del éter y que el matraz solo contuviera el material graso, se dejó enfriar en el desecador y cuando alcanzó la temperatura ambiente se pesó para proseguir con los siguientes cálculos:

$$\text{Grasa bruta \% (materia seca)} = \frac{(P_1 - P_2) * 100}{P}$$

P₁= Peso en g del matraz con el extracto etéreo

P₂= Peso en g peso del matraz vacío

P= Peso en gramos de la muestra empleada

(AOAC, 2000).

3.5.3 Determinación de humedad (Método de estufa).

Fundamento:

El contenido en agua de un producto se define convencionalmente como la pérdida de masa que experimenta en condiciones determinadas (AOAC, 2000).

Metodología:

Determinación.

a) Cajas a peso constante:

Se colocaron 3g de arena en cada caja, se tomó el peso inicial de cada una, se colocaron en la estufa por 8 hr para eliminar la humedad (Figura 35), después se introdujeron en el desecador para que se enfriaran y proseguir a pesarlas este será el peso constante.



Figura 35. Estufa.

b) Peso de cajas con muestra:

Se pesaron 5g de muestra molida se colocó en la caja y se introdujo a la estufa para secarlas y posteriormente ponerlas en el desecador para que se enfriaran cuando estuvieron a temperatura ambiente se pesaron y se prosiguió con los cálculos:

$$H\% = \frac{(M - m) * 100}{M}$$

M=Masa inicial en g de la muestra

m= Masa g del producto seco

(AOAC, 2000).

3.5.4 Determinación de cenizas (Método de Klemm).

Fundamento:

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo (AOAC, 2000).

Metodología:

Determinación.

a) Crisoles a peso constante:

Se pesaron los crisoles en la balanza. Se colocaron en la estufa a 105°C por 12 hr. Se sacaron y colocaron en el desecador para enfriarse y posteriormente pesarlos.

b) Incineración de la muestra:

Se pesaron 5g de muestra molida en el crisol y se colocó a fuego directo para su incineración, se retiró del fuego cuando la muestra dejó de arder y presentó un color grisáceo. Se colocó entonces en la mufla a 500°C para que se incinerara toda la materia orgánica, las cenizas tuvieron un color blanco: Se sacaron los crisoles y dejaron enfriar en el desecador para pesarlos tan pronto como llegaron a temperatura ambiente

$$\text{Cenizas \% (materia natural)} = \frac{(P1 - P2) 100}{P - P1}$$

En la que:

P = peso en g de la cápsula con la muestra.

P1 = peso en g de la cápsula con las cenizas.

P2 = peso en g de la cápsula vacía.

(AOAC, 2000).

3.5.5 Determinación de Fibra dietética (Método Enzimático).

Fundamento:

A muestras deshidratadas extraerles la grasa si contienen más del 10%, gelatinizados con una alfa-amilasa termoestable, y digerir enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y el almidón. Precipitación de las fibras por adición de cuatro volúmenes de etanol. El residuo total es filtrado, lavado con etanol al 78%, etanol l 85% y acetona. Después del secado, se pesa el residuo. Un duplicado es analizado para proteína y otro es incinerado a 515°C, y se determinan las cenizas.

Metodología:

a) Preparación de la muestra.

Se secó y desengraso la muestra ya que esta supera el 10% de contenido lipídico, se pesó 10 g de muestra, se realizaron 3 lavados de 25 mL cada uno de etanol posteriormente se colocó en la estufa a 70°C durante la noche, se enfrió a temperatura ambiente, se anotó la pérdida de peso debido a la remoción y se hizo las correcciones apropiadas al % final de la fibra dietética encontrada en la determinación.

Se pesó 1 gramo de muestra con precisión de 0.1mg, se colocó en un vaso de 400 mL, adicionándole 50 mL de buffer de fosfatos 0.08M pH 6.0 a cada vaso. Se checo el pH y se ajustó si fue necesario a pH 6+- 0.2 con Solución de hidróxido de sodio 0.275N y solución de ácido clorhídrico 0.325M según fuera el caso.

b) Gelatinización del almidón.

Se adiciono 0.1 mL de solución de alfa-amilasa, se cubrió el vaso con una hoja delgada de aluminio y fueron colocados en un baño de ebullición por 15 min. Se agitó ligeramente cada 5 min. se prolongó la incubación hasta alcanzar 30 min. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se ajustó el pH a 7.2 +- 0.2 por adición de 10 mL de solución de NaOH 0.275 N. Se ajustó el pH con solución de NaOH o HCl si fue necesario.

c) Hidrólisis de proteína.

Se adiciono 0.1 mL de la solución de proteasa (5mg/mL), se cubrió con la hoja de aluminio y se incubó por 30 min a 60°C con agitación continua, se dejó enfriar y se adiciono 10 mL de solución de HCl 0.325M se checo el pH y se adiciono ácido llegando a 4.0 a 4.6

d) Hidrólisis de almidón.

Se adicionó 0.1 mL se cubrió con una hoja de aluminio y se incubó por 30 min a 60°C con agitación continua.

e) Precipitación de fibra.

Se retiraron los vasos del baño e inmediatamente se adiciono a cada uno de ellos 280 mL de etanol a 95% precalentado a 60°C, se dejó que se formara el precipitado a temperatura ambiente durante 60 min.

f) Filtración.

Se pesaron 0.5 g de celite en los crisoles y se llevaron a peso constante, se humedeció y distribuyo la cama de celite con una porción de etanol al 78%, se aplicó succión y se transfirió cuantitativamente el precipitado de la digestión enzimática al crisol (Figura 36). Se lavó el residuo sucesivamente con 3 porciones de 20 mL de etanol al 78%, 2 porciones de 10mL de etano al 95% y 2 porciones de 10 mL de acetona. Se secó el crisol conteniendo el residuo toda la noche en una estufa de convección a 102+- 2°C. Se dejó enfriar en el desecador y se pesó con una aproximación de 0.1mg.



Figura 36. Filtración por medio de vacío.

g) Determinación de cenizas.

Se incineró el residuo por 3 horas a 525 °C en una mufla (Figura 37). Se dejó enfriar en un desecador y se pesó con una aproximación de 0.1mg.



Figura 37. Mufla.

h) Determinación de proteína.

Ver en 3.5.1 Determinación de proteína (Método micro Kjeldahl).

Al tener todas las determinaciones pertinentes se prosiguió con los cálculos:

➤ Determinación del blanco.

B= blanco, B=masa del residuo-PB- CB

Dónde:

Masa del residuo= promedio de la masa del residuo (mg) para la determinación del blanco.

PB y CB= masa (mg) de proteínas y cenizas, respectivamente en los residuos de los blancos.

➤ Cálculo de Fibra Dietética Total:

$$\%FDT = [(m1 - P - C - B) / m] * 100$$

Dónde:

m=masa de la muestra= promedio de la masa de las muestras (mg).

m1=masa del residuo= promedio de las masas de las muestras determinadas (mg).

P y C=masa (mg) de proteínas y cenizas, respectivamente en los residuos de las muestras.

B= Blanco, indicado anteriormente.

Promediar los valores obtenidos, la diferencia entre los resultados no deberá ser superior al 5% del promedio para la repetibilidad de la técnica. Informar en % de fibra al 0.1%, sobre la base de la muestra original considerando que ha sido desgrasada en el caso de contener más de 10% de grasa.

3.5.6 Determinación Microbiológica.

a) Preparación de medios de cultivo (Figura 38).

- *Rojo bilis* para el crecimiento de coliformes se realizó una solución con 8.3 g de rojo bilis en 200mL de agua destilada.
- *Agar nutritivo* para el crecimiento de mesófilos se realizó una solución con 4.6 g de Agar nutritivo en 200mL de agua destilada.
- *Agar sabouraud* para el crecimiento de hongos y levaduras se realizó una solución con 13 g de Agar sabouraud en 200mL de agua destilada.



Figura 38. Medios de cultivo preparados.

Después de tener las soluciones preparadas se llevó a fuego medio para acelerar la solubilización de los medios de cultivo (Figura 39).



Figura 39. Medios de cultivo sobre estufa.

Después de que el color se tornó tenue se esterilizaron en un autoclave. Se dejaron enfriar por 5 min e inmediatamente se vertió el medio de cultivo en las cajas Petri, este procedimiento se realizó en la campana. Por cada medio se utilizaron 8 cajas siendo 21 cajas en total (Figura 40).



Figura 40. Medios de cultivo en cajas Petri.

- b) preparación de la muestra (todo el material se esterilizó en autoclave y el procedimiento se realizó bajo una campana para evitar contaminación del medio ambiente)

Se realizó una solución de la muestra con agua peptonada al 1% para cada muestra (dulce y salada); 2.34g de peptona para 234 mL que serían 117 de agua peptonada. Lo siguiente se hizo por duplicado: En un matraz se colocó 90mL de agua peptonada y 10g de muestra molida la cual fue homogenizada agitando manualmente, esta solución tiene un exponente de $10E-1$ de la cual se tomó 1mL y se colocó en un tubo de ensayo agregando 9mL de agua peptonada y de igual forma se homogenizo, ahora esta solución tiene un exponente de $10E-2$, de esta se tomó 1mL y se agregó a otro tubo de ensayo con 9 mL de agua peptonada esta solución tiene el exponente $10E-3$, de esa otra se tomó 1 mL adicionando 9 mL de agua peptonada y se hizo la solución al exponente $E-4$, el mililitro que se tomó de esta última solución se desecha.

De cada solución se tomaron 100 mL y se colocaron en cada medio de cultivo; por ejemplo con la solución $10E-1$ se colocaron 100 micro litros en el medio de cultivo Rojo bilis, 100 micro litros en el medio de cultivo Agar nutritivo y 100 micro litros en el medio de cultivo Agar sabouraud. Este procedimiento se realizó de igual forma para las soluciones subsecuentes ($10E-2$, $10E-3$ y $10E-4$). Posteriormente se marcaron y se colocaron en una incubadora durante 24 hr - 48 hr, concluido el tiempo (Figura 41) se revisó la proliferación de coliformes o mesófilos y concluidas las 48 hr se revisó la proliferación de hongos y levaduras.



Figura 41. Medios de cultivo con muestra.

El conteo de colonias se realizó visualmente y para reportarlo en el informe se tuvo que multiplicar el número de las colonias por el inverso de la dilución a la que se encontraban.

3.5.7 Determinación del contenido de sodio (Espectrofotometría de absorción atómica).

Fundamento:

Se basa en la destrucción de la materia orgánica por vía seca hasta lograr la digestión del alimento para posteriormente solvatar los residuos con ácido nítrico diluido para la determinación del o los analitos por Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama.

Metodología.

a) Preparación de las soluciones:

Se pesó 127.15mg de reactivo de NaCl y se disolvió en 50 mL de aforo de agua desionizada. Se pesó 762.76mg de reactivo analítico de KCl y se disolvió a 100mL de aforo con agua desionizada.

b) Preparación de la muestra:

Se pesó 10.41g de muestra de botana salada, 11.42g de botana dulce cada una con tres repeticiones, se obtuvieron las cenizas ver apartado 3.5.4, las cenizas se disolvieron con 200 mL de agua desionizada y se agregaron 10mL de KCl, se filtraron y el filtrado se aforo a 260mL.

c) Preparación de las soluciones para la curva patrón:

Se prepararon 6 soluciones con concentración conocida de Na (Figura 42). Se colocaron 6 matraces aforados de 20 mL se le agregó a cada uno 10 mL de KCl y al primero se le adiciona 1 mL de la solución NaCl preparada en el paso a, al segundo 2 mL, al tercero 3 mL y así sucesivamente incrementado un mL hasta completar las 6 soluciones y al final se aforan todas a 20 mL con agua desionizada.



Figura 42. Soluciones para la curva patrón en matraces de 10 mL.

d) Análisis de muestras:

Después de tener preparadas todas las soluciones se procede a usar el espectrofotómetro (Figura 43), se coloca la lámpara de cátodo hueco específico para la determinación de sodio, se enciende la computadora donde se procesa y se mandan los comandos para el funcionamiento del equipo, se enciende el equipo y se prende la llama, con el programa en la computadora se debe corroborar el buen funcionamiento, se ajusta el paso de la luz, se introducen los comandos para la realización de la prueba y el equipo va marcando los pasos a seguir.



Figura 43. Espectrofotómetro.

Los valores que se ingresan al programa computacional son los de concentración conocida de Na para la realización de la curva patrón y la cantidad de muestras a analizar, al analizar las muestras los datos obtenidos son los de absorbancia y se tienen que interpolar en la curva patrón para conocer así la concentración de cada muestra.

4 Diseño de las etiquetas.

Las etiquetas se diseñaron tomando en cuenta la NOM-051-SCFI y NOM-086-SSA1-1994, además se utilizó colores similares a los de los productos comerciales para cada producto desarrollado, las cuales se muestran a continuación (Figura 44 y 45):

4.1.1 Etiqueta del snack salado.



Figura 44. Etiqueta de el snack salado por la parte frontal y trasera.

4.1.2 Etiqueta del snack dulce.

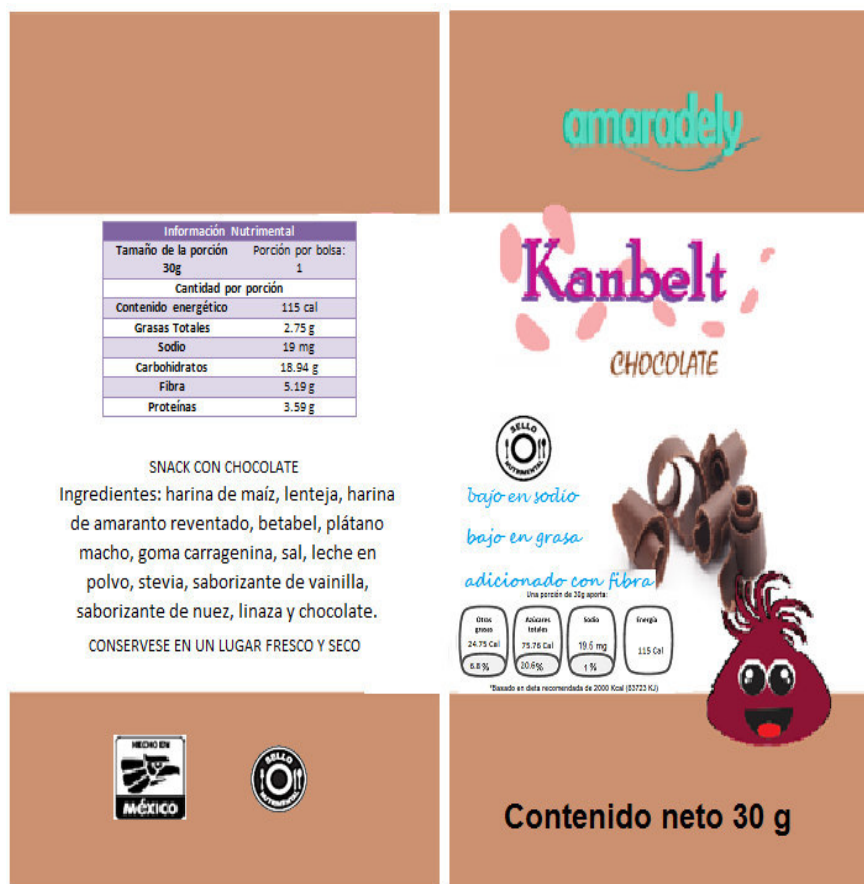


Figura 45. Etiqueta del snack dulce por la parte frontal y trasera.

5 Análisis estadístico.

Para la realización del análisis estadístico de las pruebas sensoriales de este estudio se empleó un ANOVA unidireccional (un solo factor) para realizar comparaciones y seleccionar una formulación de entre las cuatro, esto se realizó usando el programa Minitab 17. Mientras que para los resultados de las pruebas de AQP se aplicó pruebas de tendencia central y de dispersión las cuales consisten en obtener medias, promedios y desviación estándar, estas pruebas permiten resumir el comportamiento de un conjunto de datos alrededor de un punto prefijado y para determinar la concentración de los datos o su dispersión alrededor de la media, en una distribución (S.E.F.O., 2014).

6 Resultados y Discusión.

➤ Prueba sensorial de las botanas dulce y salada.

El análisis sensorial es una ciencia en la que a través de los sentidos (vista, olfato, tacto y oído) los panelistas pueden medir características sensoriales y aceptabilidad de productos alimenticios en este trabajo la prueba se realizó con 100 panelistas de ambos sexos con edades de entre 19-45 años. Esto es muy útil ya que nos permite aplicarlo en el desarrollo y mejoramiento de productos control de calidad, de características organolépticas, de estudio sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (B.M. Watts, 1992).

Para este estudio las botanas saladas tuvieron los sabores: Queso, Adobo “Mochi”, Adobo, sal-limón y para las botanas dulces los sabores propuestos fueron: canela, ciruela, nuez, chocolate.

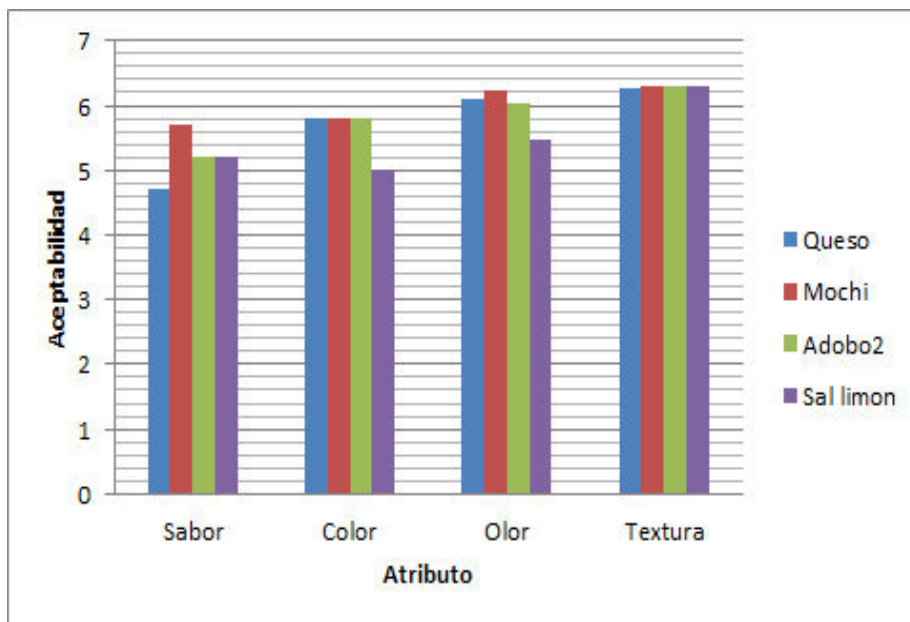


Figura 46. Gráfica de resultados de la prueba sensorial hedónica para sabores salados.

La prueba sensorial ayudó a elegir dos productos de las 8 propuestas, en la gráfica 46 y la figura 47 se pueden observar los resultados de la prueba hedónica de las formulaciones saladas, en donde se aprecia la preferencia de los panelistas hacia el sabor Mochi, que fue el más aceptado pues muestra una diferencia significativa con respecto a los demás sabores como se observa en la figura 46, entre el sabor sal-limón y Adobo 2 no se muestran ninguna diferencia, el sabor que menos preferencia tuvo fue el de queso.

Refiriéndose a la aceptación del color de las propuestas para la botana salada, queso Mochi y Adobo 2 no presentaron diferencia significativa, mientras que quien presento diferencia de entre las otras por ser de menos agradó fue sal limón como se puede observar en la figura 46 y 47.

En lo que respecta al olor como se muestra en la figura 46 la botana Mochi se muestra por encima de las demás, sin embargo no se encontró diferencia significativa entre Mochi, queso y adobo como se muestra en la figura 46 y 47, por otra parte se encontró diferencia significativa para sal limón con un menor agrado. Mientras que la textura de las botanas saladas no presentó diferencia significativa (ver figura 46 y 47), pues todo se realizó bajo las mismas condiciones y con el mismo proceso. Estos resultados difieren un poco pues en este caso el sabor queso fue el que menor agrado tuvo, inclusive en este trabajo podemos ver que el sabor sal-limón se mantuvo por encima del sabor queso, sin embargo el sabor Mochi que es un tipo de adobo (picante) fue el que agradó más coincidiendo con Alfaeditores (2013).

Comparaciones en parejas de Tukey

A) Factor	N	Media	Agrupación
Mochi	100	5.710	A
sal limon	100	5.210	A B
Adobo 2	100	5.190	A B
queso	100	4.700	B

B) Factor	N	Media	Agrupación
Mochi	100	5.800	A
Queso	99	5.798	A
Adobo 2	100	5.790	A
Sal-Limón	100	5.020	B

C) Factor	N	Media	Agrupación
Mochi	100	6.230	A
Queso	99	6.111	A
Adobo 2	100	6.020	A
Sal-Limón	100	5.470	B

D) Factor	N	Media	Agrupación
Mochi	100	6.310	A
Adobo 2	100	6.300	A
Sal-Limón	100	6.290	A
Queso	99	6.263	A

a) sabor, b) color, c) olor y d) textura

*Letras diferentes establecen diferencias estadísticas significativas ($P < .05$).

Figura 47. Resultados de la prueba de Tukey para la botana salada.

En la siguiente figura 48 y en la figura 49 se pueden apreciar los resultados de la prueba sensorial hedónica realizada para seleccionar la botana dulce.

En la figura 48 se muestra que el sabor chocolate fue el que tuvo mayor aceptación, mientras que los sabores nuez, canela y ciruela, no presentaron diferencia significativa entre sí como se muestra en la figura 49.

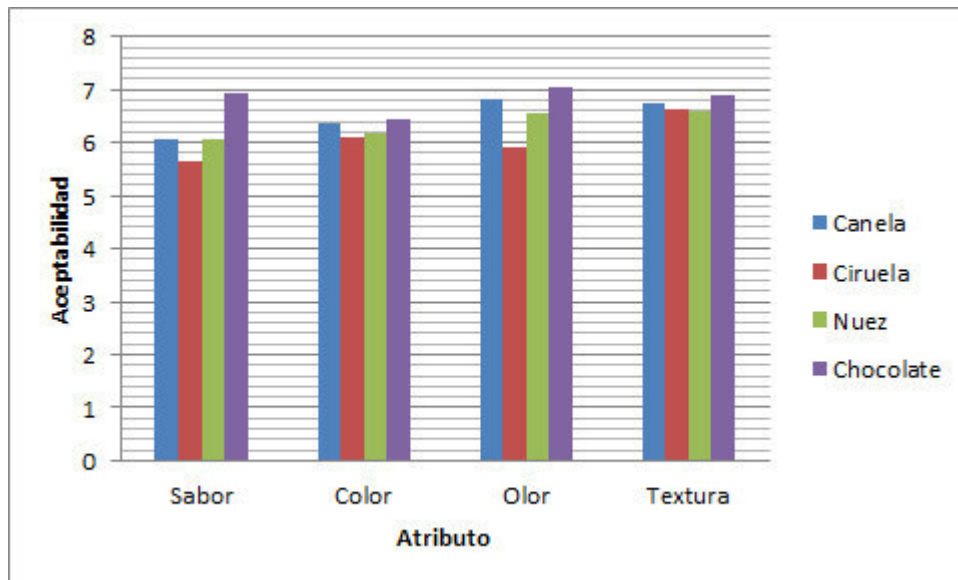


Figura 48. Gráfica de resultados de la prueba sensorial hedónica para sabores dulces.

Refiriéndose a la aceptación del color al parecer la que más agradó fue el chocolate seguido de canela, nuez y ciruela, sin embargo no se encontró diferencia significativa entre las 4 propuestas, es decir, ninguna fue preferida sobre otra con lo que respecta al color tal como se puede ver en la figura 49.

Hablando sobre el olor, la botana que más agradó fue chocolate seguida de la canela y nuez; sin embargo no se encontró ninguna diferencia significativa entre estas tres, el olor de la botana ciruela presentó diferencia significativa de entre las demás, pues fue el que menor agrado tuvo, prefiriendo el olor chocolate, canela y nuez sobre el olor ciruela como se muestra en la figura 49.

En el caso de la textura no se encontró diferencia significativa, por lo que no existió una preferencia sobre otra hablando de la textura. Estos resultados concuerdan con Inegi y Pepsico pues el sabor chocolate al igual que las encuestas fue el de mayor agrado (INEGI, 2013 y Estudio de mercado sobre PEPSICO, 2016).

Comparaciones en parejas de Tukey

A) Factor	N	Media	Agrupación
chocolate	100	6.920	A
nuez	100	6.050	B
canela	100	6.050	B
ciruela	100	5.640	B

B) Factor	N	Media	Agrupación
Chocolate	100	6.460	A
Canela	100	6.350	A
Nuez	100	6.190	A
Ciruela	100	6.110	A

C) Factor	N	Media	Agrupación
Chocolate	100	7.040	A
Canela	100	6.810	A
Nuez	100	6.540	A
Ciruela	100	5.900	B

D) Factor	N	Media	Agrupación
Chocolate	100	6.900	A
Canela	100	6.740	A
Ciruela	100	6.640	A
Nuez	100	6.610	A

a) sabor, b) color, c) olor y d) textura

*Letras diferentes establecen diferencias estadísticas significativas ($P < .05$).
Figura 49. Resultados de la prueba de Tukey para la botana salada.

Según lo mencionado anteriormente y en base a los resultados, se seleccionaron dos productos (Mochi y chocolate) a los cuales se realizaron las pruebas del contenido de humedad, grasa cenizas, proteína y fibra para determinar el aporte nutricional de cada botana.

Determinación de Análisis Químico Proximal (AQP).

Para evaluar la composición química de las botanas se realizó un Análisis Químico Proximal a continuación se muestran los resultados obtenidos mediante las determinaciones de contenido de humedad, grasa, proteínas, fibra dietética y carbohidratos, de los productos desarrollados. Para dar confiabilidad a los resultados se realizó un análisis estadístico calculando el Coeficiente de Variación en cada una de las pruebas mencionadas.

➤ Contenido de Humedad.

El porcentaje de humedad es un parámetro importante ya que indica el contenido de agua de un producto, esto se relaciona con las características organolépticas en las botanas desarrolladas ya que si la humedad aumenta se pierde la crujencia y el crecimiento de bacterias y hongos aumenta.

Tabla 23 Resultado de humedad de ambas botanas.

	Botana Dulce	Botana Salada
Promedio	7.87 %	6.41 %
desviación	0.30	0.15
CV	0.038	0.023

En el caso de la botana dulce en una porción de 30g se encuentra un 7.87% de humedad que es equivalente a 2.361g de agua por cada 30 g mientras que para la botana salada una porción de 30g tiene un 6.40% de humedad que es equivalente a 1.92 g de agua por cada 30 g de agua, como se puede ver en la Tabla 23. La humedad de botana dulce es mayor al de la botana salada, esto puede deberse a que la botana dulce contiene más ingredientes por lo cual hay una retención mayor de agua, es decir existen más interacciones con el agua formando puentes de hidrógenos aumentando la cantidad de agua ligada (Badui, 2006).

Cabe mencionar que a ninguna de las botanas se les adicione directamente agua, en la botana salada el mayor aporte lo otorga la calabaza ya que se compone del 96.5% de agua, en la dulce es el plátano con 65.28% y en porcentajes menores los demás ingredientes también aportan humedad.

Ambas botanas son procesadas mediante horneado, siendo este el encargado de la cocción y de la eliminación de agua a través de la transferencia de calor y de masa, donde por medio de la transferencia de calor las moléculas de agua alcanzan su punto de fusión convirtiéndose en vapor el cual se transfiere al ambiente (Çengel, 2007) con ello es posible obtener un bajo porcentaje de agua en ambos productos, el cual actúa como método de conservación ya que los microorganismos necesitan agua para su desarrollo, así pues si se elimina agua del alimento se detiene su multiplicación y se alarga la vida útil del producto (Casp, 2003).

➤ **Contenido de grasa.**

Las grasas son indispensables para el ser humano ya que tienen varias funciones en el organismo como reserva energética, son vehículo de la vitaminas liposolubles (Badui, 2006). Hablando sobre las botanas la grasa es un factor que afecta al producto debido a que en presencia de luz y aire se oxida, produciendo lo que se conoce como enranciamiento, que además de perder valor nutritivo producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables, esto también impacta en la calidad y decisión de las características del empaque ya que se deberá proteger contra la luz y el aire (Badui 2006).

Durante el desarrollo de este nuevo producto se buscó que el contenido de grasa fuera menor que algunos snacks encontrados en el mercado. En la Tabla 25 y 26 comparamos algunos productos que son parecidos al producto desarrollado en este trabajo.

Tabla 24 Resultados de grasa de ambas botanas.

	Botana dulce	Botana salada
Promedio	9.19 %	11.12 %
Desviación	1.15	2.37
CV	0.12	0.21

Tabla 25 y Tabla 26 Comparación del contenido de grasa los productos dulce y salado con los comerciales.

Producto	Grasas totales (g/porción de 30 g)
Botana dulce	2.75
Kranky (Ricolino)	4.2
Deliciosas (Lasa)	4.12
Chokis Brownie(Gamesa)	6.94

Producto	Grasas totales (g/ porción de 30 g)
Botana salada	3.3
Rancheritos	7
Doritos nacho	7.2
Tostitos	7.5

En esta botana el aporte lipídico se da de forma natural ya que un porcentaje lo otorga la harina de maíz así como la harina de amaranto, la harina de linaza y el chocolate, con el fin de crear un snack o botana sin añadir algún tipo de grasa, logrando que este aporte fuera propio de las materias primas utilizadas en su elaboración. En el caso de la botana dulce el porcentaje de grasa es de 9.19% lo que es equivalente a 2.75 g de grasa por cada 30 g (Tabla 24) de producto, por esta razón a la botana dulce se le puede denominar como un producto bajo en grasa según la NOM 86 SSA1- 1994, la cual dice que un producto bajo en grasa es aquel que cuando la porción sea menor o igual a 30 g su contenido de grasa debe ser menor o igual a 3g/50 g de producto.

La botana salada tiene un porcentaje de grasa de 11.11% lo que equivale a 3.3g de grasa en 30g de producto, por lo tanto la botana salada al igual que la dulce puede ser denominada baja en grasa según la NOM 86 SSA1-1994.

El contenido lipídico en las botanas es lo que las caracteriza, ya que aporta sabor y textura, en la botana salada la mayor parte del aporte lipídico se da de forma natural debido a la harina de maíz, harina de amaranto y harina de chíá, mientras que el resto del aporte es proporcionado por aceite añadido en forma de spray, además este ayudó también a que se adhiriera el saborizante en la superficie.

En las Tablas 25 y 26 comparamos la información nutricional encontrada en las etiquetas de productos similares contra las botanas desarrolladas y así poder apreciar la diferencia entre cada uno de los elementos nutricionales.

La botana salada contiene poco menos de la mitad de lípidos (3.3%) en comparación con las otras botanas (Rancheritos, Doritos nacho y Tostitos) las cuales contienen de un 7-7.5% de grasas, mientras que el contenido de grasa de la botana dulce es de 9.19% esto porque fue cubierta con chocolate, aun así su contenido de grasa es menor en comparación con otras botanas dulces. De acuerdo a la cantidad de grasa esta puede ser una buena opción en el mercado ya que existe una gran preocupación por el alto consumo de alimentos con alto contenido de grasa siendo los adolescentes y niños los que consumen con más frecuencia estos productos tal y como lo demuestra SAGARPA e Inifap las cuales realizaron una botana a base de frijol pinto (Figueroa, 2010) el cual se utilizó también como ingrediente en la botana salada, y a pesar de que el gobierno se preocupa y propone alternativas saludables en este proyecto se logró obtener una cantidad menor de grasa en comparación con la realizada por SAGARPA, donde reporta que la botana contiene 14.40% y como ya se ha mencionado la botana propuesta en este trabajo tiene 11.11% lo que la hace muy atractiva comparándola con otras botanas existentes en el mercado debido a que pareciera que los mexicanos no planean dejar de consumir este tipo de productos viendo esto reflejado en la implementación del impuesto aplicado a los alimentos altos en calorías que no detuvo su consumo, simplemente lo frenó en un 5% según un estudio publicado digitalmente por PLOS-Medicine, el estudio no indica si las personas redujeron su ingesta calórica o cambiaron estos productos por alimentos más económicos vendidos en la vía pública, lo cual es preocupante pues la mayoría de estos productos están exhibidos a granel lo cual expone la salud de los consumidores; y es por ello que las botanas realizadas en este trabajo son una opción ya que son elaboradas con higiene, empacadas para evitar contaminaciones post producción además de ser bajas en grasas ayudando a disminuir la ingesta calórica de los consumidores (SIPSE, 2016).

➤ Contenido de Cenizas.

Las cenizas representan la fracción correspondiente a los minerales del alimento pudiendo encontrar algunos elementos químicos como: calcio, Zinc, cloro, cobalto, cobre, cromo, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio, y yodo (Badui, 2006; Caravaca y otros 2005: Asociación Escuela de Estudiantes de Ingeniería Química, 2001).

Tabla 27 Resultados del contenido de cenizas de la botana dulce.

	Botana Dulce	Botana Salada
Promedio	2.34 %	4.68 %
Desviación	0.01	0.07
CV	0.006	0.014

En el caso de la botana dulce (Tabla 27) el contenido de cenizas es el 2.33%, lo que significa que en una porción de 30g hay 0.699g de cenizas, mientras que en la botana salada podemos ver que se obtuvo 4.68% de cenizas, lo que es equivalente a 1.4 g de cenizas en una porción de 30g de producto, esto puede ser debido a que la botana salada incluye frijol que tiene 2.9-4.5% de cenizas, además de la incorporación del aditivo el cual contiene chiles secos y especias dentro de su formulación, lo cual pudiera incrementar de esa forma el porcentaje de cenizas de una botana a otra; en esta cantidad de materia encontramos lo que algunos llaman minerales pero siendo el término adecuado “nutrimentos inorgánicos” algunos de estos elementos químicos son indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud, a pesar de que en las cenizas encontremos estos compuestos también se encuentran algunos que no prueban su participación en el metabolismo, en muchos casos puede tratarse de simples contaminantes como polvo o minerales del suelo, en su mayoría silicatos y silicio de opalina (Badui, 2006).

Los minerales se encuentran en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros y otros haluros. Por ello el contenido de cenizas sobreestima el contenido mineral total en gran medida debido al oxígeno presente en muchos de los aniones. Sin embargo proporciona una idea aproximada del contenido mineral y es necesario para calcular los carbohidratos totales en el esquema analítico inmediato (Fennema, 2000).

A diferencia de las vitaminas y de los aminoácidos, no se destruyen por exposición al calor, la luz, los oxidantes, los valores extremos de pH u otros factores que afectan a los nutrientes orgánicos (Fennema, 2000) Por lo tanto en nuestras botanas los minerales no se dañan por el proceso de horneado pero existe una pérdida en el momento de pre-cocción ya que algunos minerales son solubles en agua.

➤ **Contenido de fibra.**

El papel de la fibra indigerible es ahora considerada tan importante nutricionalmente como los otros nutrientes en alimentos. La fibra dietética puede ser definida como los componentes de los alimentos que no son rotos por las enzimas del intestino para poder ser absorbidos. Estos incluyen hemicelulosas, sustancias pépticas, gomas, mucilagos, celulosas, lignina y polisacáridos tecnológicamente modificados como el carboximetilcelulosa (Asociación Escuela de Estudiantes de Ingeniería Química 2001).

La fibra tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y por lo tanto de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y como consecuencia la defecación. La fibra dietética presenta muchas cualidades funcionales, entre ellas la habilidad de captar agua, algunas reducen el contenido de glucosa en la sangre. Tomando en cuenta lo anterior, en los últimos años se ha observado una tendencia hacia

el desarrollo de productos altos en fibra, destinados a consumo humano (Kolb Doris K 1999 y Badui 2006, Hill, 1999.).

Tabla 28 Resultado del contenido de fibra de la botana dulce y salada.

Botana	% TFD (Fibra Total Dietética)
Dulce	17.33
Salada	18.61

Tabla 29 y Tabla 30 Comparación del contenido de fibra de los productos dulce y salado con los comerciales.

Producto	Fibra dietética (g/porción de 30 g)
Botana dulce	5.1987
Kranky (Ricolino)	0.975
Deliciosas (Lasa)	0.094
Chokis Brownie(Gamesa)	0.937

Producto	Fibra dietética (g/ porción de 30 g)
Botana salada	5.5826
Rancheritos	3
Doritos nacho	1
Tostitos	1.5

En el caso de la botana dulce se encontró que esta cuenta con un 17.32% de fibra total dietética (Tabla 28) lo que equivale a 5.19g de fibra dietética por cada 30g de producto esto es 4 veces más el contenido de fibra en comparación con las botanas comerciales tabla 29. Por otro lado la botana salada se encontró que esta cuenta con un 18.60% de fibra total dietética o sea 5.58g de fibra por cada 30g de producto, esto es 5 veces mayor, en el caso de los Tostitos el contenido de fibra es 3 veces mayor y por último el contenido de fibra en comparación a los rancheritos es 1.8 veces mayor (Tabla 30).

Ambas botanas pueden ser clasificadas como productos adicionados con fibra ya que según la NOM 086 los productos adicionados de fibra: son aquellos en los que el contenido de fibra es igual o mayor de 2,5 g/porción en relación al contenido del alimento original o de su similar NOM 086.

Debido a la preocupación por el consumo de alimentos con alto contenido de grasa y alimentos bajos en fibra, estas botanas pueden ser una opción ante esta situación, ya que se sabe que los alimentos ricos en fibra tienen un efecto de llenura, lo cual indica que un individuo permanecerá más tiempo sin que su cuerpo pida nuevamente alimento y por tanto se reduce la ingesta de calorías en una dieta (Andino y Aguilar 2016).

En otros trabajos se reporta 15% de fibra en una barra avena nopal (Ramírez y otros 2016), 2.8% en galletas y 5.6% en hojuelas hechas con harina de algarrobo para incrementar el contenido de fibra (Escobar y otros, 2009), mientras que las botanas elaboradas en este trabajo cuentan con un 17.3% botana dulce y 18.6% botana salada, lo que hace más atractivas las botanas desarrolladas pues cuentan con un porcentaje mayor

de fibra, pudiendo ofrecer mayores beneficios que consumir los productos actuales en el mercado esto considerando que los principales factores que se atribuyen a las causas del sobrepeso y obesidad en México son por el consumo de alimentos hipercalóricos, ricos en grasas, sal, azúcar y pobres en vitaminas, minerales y fibra (Shamah y otros, 2015) puesto que con los productos desarrollados en este trabajo se podría aportar más fibra a la dieta que los productos convencionales utilizando esta como un factor para contribuir al tratamiento contra la obesidad por su ligera acción de reducir la absorción intestinal disminuyendo la ingesta calórica (Barceló y Borroto, 2001).

➤ **Contenido de proteínas.**

Las proteínas son los compuestos químicos más importantes, pues son las sustancias de la vida, constituyen gran parte del cuerpo humano; lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Químicamente las proteínas son polímeros grandes, de los cuales se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quienes las consumen; así mismo, pueden ser ingredientes de productos alimenticios y, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento (Badui 2006, Asociación Escuela de Estudiantes de Ingeniería Química 2001).

Tabla 31 Resultados del contenido de proteína ambas botanas.

	Botana Dulce	Botana Salada
Promedio	11,97 %	11,89 %
desviación	3,25	4,60
CV	0,27	0,38

Tabla 32 y Tabla 33 Comparación del contenido de proteína de los productos dulce y salado con los comerciales.

Producto	Proteína (g/porción de 30 g)
Botana dulce	3.59
Kranky (Ricolino)	0.75
Deliciosas (Lasa)	1.68
Chokis	1.5
Brownie(Gamesa)	

Producto	Proteína g/ porción de 30 g)
Botana salada	3.56
Rancheritos	2
Doritos nacho	2.4
Tostitos	2.5

Como se observa en la Tabla 31 los resultados obtenidos para la botana dulce son un 11.97% de proteínas, equivalente a 3.59 g de proteína por cada 30g de producto terminado, mientras que la botana salada presenta un 11.89% de proteínas, lo equivalente a 3.56g por cada 30g de producto terminado.

El contenido de proteína de la botana dulce fue de más del doble en comparación con los productos comerciales (Tabla 32), mientras que la botana salada posee un 50% más de proteínas en comparación con las comerciales (Tabla 33), este incremento es debido a que los cereales carecen de lisina y proteínas totales, en cambio las leguminosas tienen un alto contenido de proteínas pero son deficientes en metionina caso opuesto a los cereales, por ello se utilizan mezclas de cereales con leguminosas en proporciones adecuadas que permitan que las deficiencias de ambos alimentos se aminoren con el fin de aumentar la calidad proteica de los productos panificados (Alasino et al, 2008). Dicho esto, el producto elaborado en este trabajo incluye harina de amaranto cuya semilla contiene niveles elevados de lisina y triptófano que son aminoácidos carentes en los cereales (Morales y otros, 2009), frijol que tiene cantidades apreciables de proteínas cuya eficiencia de asimilación va de buena a excelente y que en combinación con las del maíz suele ser más que satisfactoria (El frijol, 2012), lenteja que tiene como limitante los aminoácidos azufrados con niveles elevados de leucina, arginina y lisina se complementa con el maíz cuyo aminoácido limitante es la lisina (Pérez, Kaufer, 2008 y Mataix, 2013).

Sin embargo al comparar los snacks elaborados, la botana salada tuvo un menor contenido de proteínas que la botana dulce, una de las razones puede ser que el frijol utilizado en la elaboración de la botana salada tuvo un procesamiento antes de incorporarlo.

Se sabe que las proteínas generalmente incrementan la saciedad en mayor grado que las grasas y los carbohidratos, y pueden facilitar una reducción de consumo de energía en una dieta (Andino y Aguilar 2016). Dicho esto y con el objeto de desarrollar snack más saludables en otros trabajos se reporta que una barra de granola con frijol contiene 7.27-8.10% de proteína (Medina,2006), una barra de avena y nopal contienen y 9.4% proteína (Ramírez y otros 2016) cuando los snack desarrollados en este trabajo cuentan con 12% en promedio, superando ambas barras, dándoles un plus pues son una alternativa a las calorías sin valor nutritivo por unas de mejor calidad pues se tiene la complementación proteica cereal-leguminosa.

➤ Contenido de carbohidratos.

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y también más consumidos por los seres humanos. Existe un gran número de carbohidratos; los más conocidos son la sacarosa, la glucosa, la fructosa, al almidón y la celulosa. De los cuales se obtiene energía a través de glucólisis y ciclo de Krebs (Badui, 2006).

Tabla 34 Resultado del contenido de carbohidratos ambas botanas.

	Botana Dulce	Botana Salada
CHO's	18.9487 %	16.5265 %

Tabla 35 y Tabla 36 Comparación del contenido de carbohidratos de los productos dulce y salado con los comerciales.

Producto	carbohidratos (g/porción de 30 g)
Botana dulce	18.9487
Kranky (Ricolino)	20.48
Deliciosas (Lasa)	21.56
Chokis	17.25
Brownie(Gamesa)	

Producto	carbohidratos (g/ porción de 30 g)
Botana salada	16.5265
Rancheritos	16
Doritos nacho	16.8
Tostitos	17

En la tabla 34 se muestra que para la botana dulce el contenido de carbohidratos fue de 18.94% lo equivalente a 5.68 g de carbohidratos por cada 30g de producto terminado, mientras que para la botana salada el contenido de carbohidratos fue de 16.52% equivalente a 4.95g por cada 30g de producto.

En las botanas un porcentaje de los carbohidratos es debido al maíz; en un maíz normal el gránulo de almidón contiene aproximadamente 27% de amilosa —una molécula esencialmente lineal formada aproximadamente por 1 000 unidades de glucosa— y 73% de amilopectina —una molécula ramificada que posee aproximadamente 40 000 o más unidades de glucosa (Paredes, 2009).

El contenido de carbohidratos de ambas botanas elaboradas en este estudio fue muy parecido a los productos comerciales (Tabla 35 y 36), esto puede deberse a que la base de las botanas es de cereales y leguminosas y estos están compuestos principalmente por carbohidratos, por ello los valores son tan similares.

Los azúcares o carbohidratos solo aportan energía, se debe tener en cuenta esto para elaborar una dieta ya que si se ingiere una gran cantidad de este nutriente puede llevar a generar sobrepeso y obesidad (Astiasarán, 2003).

➤ Contenido energético.

El contenido energético de la botana dulce es de 115 cal (Tabla 37), en promedio 21 cal menos que los productos comerciales (Tabla 38), mientras que la botana salada es de 110 cal (Tabla 37) en promedio 33 cal menos que los productos comerciales (Tabla 39).

Tabla 37 Contenido energético de ambas botanas

	Botana Dulce	Botana Salada
Cal	115	110

Tabla 38 y Tabla 39 Contenido energético de los productos salado y dulce con los comerciales

Producto	Contenido energético por 30 g de producto kcal/cal
Botana dulce	115
Kranky (Ricolino)	124
Deliciosas (Lasa)	147
Chokis	138
Brownie(Gamesa)	

Producto	Contenido energético por 30 g de producto kcal/cal
Botana salada	110
Rancheritos	142
Doritos nacho	142
Tostitos	145.5

Ambas botanas elaboradas en este proyecto cumplen con los lineamientos del diario oficial de la federación, mediante el cual se establecen los parámetros generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica; las botanas deben tener que contener un aporte energético menor o igual a 130 kcal y las grasas totales menor o igual a 35% del total de energía (Diario Oficial de la Federación 2010).

El aporte calórico de las grasas deben constituir alrededor de 600-700 calorías, lo que significa una ingesta de entre 56 y 77 gramos de grasa diarios (Fernández, s.f.), el promedio de las botanas comparadas aportan 64.8 calorías procedentes de la grasa en la salada mientras que el producto elaborado en este trabajo aporta 29.7 calorías lo que equivale a la mitad de las comerciales; el mismo caso ocurre con las dulces ya que aportan 45 cal las comerciales en promedio en cambio la dulce propuesta aporta 24 cal, también casi la mitad, lo que refleja que la mayor cantidad de energía es proporcionada por los demás macronutrientes. Por lo tanto no solo se cumplió con el objetivo si no que se obtuvieron dos productos con un aporte energético menor a los productos que existe en el mercado actualmente.

➤ **Contenido de Microorganismos.**

En el recuento de microorganismos aerobios mesófilos se estima la flora total, pero sin especificar tipos de gérmenes. Esta determinación refleja la calidad sanitaria de los productos analizados indicando, además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración (Pascual, 2000).

Tabla 40 UFC contabilizadas en la botana salada.

	UFC/ g
Mesófilos	1.5
Coliformes	8
Levaduras y hongos	---

Tabla 41 UFC contabilizadas en la botana dulce.

	UFC/g
Mesófilos	1
Coliformes	7
Levaduras y hongos	---

Para ambas botanas los microorganismos encontrados son debido a que las materias primas utilizadas son exhibidas a granel, por lo que contienen partículas de polvo, los resultados son similares puesto que se utilizaron materias primas similares, bajo condiciones y procesos parecidos de elaboración.

Los tejidos internos de los vegetales contienen pocos microorganismos. Contrariamente, los externos poseen una carga microbiana mucho más extensa y variada, debida a la mayor exposición al aire, suelo y otras fuentes de microorganismos (Microorganismos y alimentos, s.f.).

- Materia extraña.

Tabla 42. Límite máximo de materia extraña en botanas:

Botana	Fragmentos de insectos	Pelos de roedor	Excretas de roedor, insectos completos y cualquier otra materia extraña
Con chile o sazonadas a base de chile	60	2	Ausente
Sin chile	50	1	Ausente

Reportar conforme a la cantidad de muestra señalada en el método.

- Microbiológicas

Tabla 43 Limite máximo de microorganismos en botanas.

Determinación	Límite máximo
Mesofilos aerobios	10000 UFC/g
Hongos	300 UFC/g
Coliformes totales	50 UFC/g
<i>Salmonella</i>* spp	Ausente en 25 g

*Sólo en productos que contengan chile y especias no irradiadas; carne; huevo; queso y leche.

Fuente: NOM-247-SSA1-2008 y PROY-NOM-216-SSA1-2002.

También el hombre es poseedor de una flora específica adaptada a los diferentes ambientes en los que se encuentra el cuerpo humano. Coliformes y *Staphylococcus aureus* son los principales microorganismos que participan en la contaminación de alimentos por el hombre. Estos microorganismos tienen su origen en la materia fecal (los coliformes) y en la piel de los manipuladores. Cuidados especiales de higiene deben ser tenidos en cuenta cuando se manipulan alimentos cocinados o alimentos que se van a consumir crudos (Microorganismos y alimentos, s.f.) la elaboración de los productos se

llevó a cabo con buenas prácticas de manufactura evitando esta contaminación teniendo buena higiene antes, durante y después de la producción.

Cada producto, sea de origen animal o vegetal, posee una flora característica, que depende fundamentalmente del medio ambiente donde fue creado o producido. Diversos factores contribuyen a la presencia de estos microorganismos en los alimentos siendo la presencia endógena (que se origina en el interior y es propio del alimento) y las contaminaciones cruzadas en el proceso de elaboración los factores más frecuentemente como “fuentes” de microorganismos para los alimentos.

Los microorganismos tienen una gran importancia e impacto en nuestra vida y no siempre de una manera que nos agrada. Son fundamentales en la obtención de algunos productos alimenticios pero son también los responsables del deterioro de gran parte de los alimentos. Además tienen un papel muy importante en las enfermedades de origen alimentario siendo los principales causantes de las mismas.

Los utensilios y equipos no poseen una microflora propia, siendo un reflejo de los cuidados adoptados en su limpieza y mantenimiento, cuchillos, tablas de corte y recipientes que no estén bien limpios son inevitablemente fuentes de contaminación (Microorganismos y alimentos, s.f.), cada que se realizó un lote de producción de ambas botanas se lavaron los utensilios y el lugar de trabajo reduciendo la contaminación microbiana en este aspecto.

Ambas botanas cumplen con la Norma ya que no superan el límite máximo y algunos microorganismos son inexistentes como se muestra en las tablas 40 y 41, esto significa que los productos se realizaron con higiene y no presentan peligro al consumidor ya que es inocuo.

➤ **Contenido de Sodio.**

El sodio puro es un metal pero en los alimentos se encuentra comúnmente como un compuesto junto con el cloro el cual en su estado puro es un gas tóxico estos dos elementos se convierten en NaCl lo que se conoce comúnmente como sal de mesa (Campbell,2007). Además de su contribución sensorial la sal cumple otras funciones como lo son: conservador, fortalece las masas en panificación, potencia los aromas entre otras (Badui, 2012).

Tabla 44 Resultado del contenido de sodio en ambas botanas.

	Botana Dulce	Botana Salada
Sodio	19.5 mg	528 mg

Tabla 45 y Tabla 46 de Resultados y comparación con las botanas comerciales

Producto	Contenido de sodio por 30 g de producto (mg)	Producto	Contenido de sodio por 30 g de producto (mg)
Botana Dulce	19.5	Botana Salada	528
Kranky (Ricolino)	52.5	Rancheritos	336
Deliciosas (Lara)	116	Doritos nacho	153
Chokis Brownie (Gamesa)	61	Tostitos	260

Como se puede observar en la tabla 45 la botana dulce contiene tres veces menos sodio que Chokis Brownie, poco menos de tres veces que Kranky y contiene casi 6 veces menos sodio que Deliciosas esto se puede ver traducido como el 1% de los requerimientos diarios (basados en una dieta de 2000 Kcal). Estos resultados son el reflejo de no utilizar sal en la formulación a la hora de su elaboración.

En base a la norma NOM-086-SSA1-1994 la botana dulce se puede clasificar como: Producto muy bajo en sodio debido a que su contenido de sodio es menor a 35 mg/porción, la norma también estipula que cuando la porción es menor o igual a 30 g, el contenido de sodio debe ser menor o igual a 35 mg/50 g de producto.

Al ser un producto con un contenido muy bajo en sodio también ayudaría a los problemas de salud que presenta México por el consumo excesivo de este elemento que es la hipertensión arterial, se calcula que en la actualidad existen alrededor de 15 millones de hipertensos en México (Santillán, 2012). Este es un padecimiento asintomático, progresivo e incurable, que con el tiempo deteriora las arterias, el corazón, los riñones y el cerebro. La mitad de las personas con hipertensión arterial no saben que la padecen, de estas, solo 50% toma medicamentos y de este, sólo la mitad está bien controlada porque cuida su alimentación y hace ejercicio (Santillán, 2012).

Gerardo Gamba Ayala explicó que a nivel nacional e internacional existen diversos trabajos de prevención enfocados a disminuir el consumo de sal, pues se ha visto que constituye un factor de riesgo para la hipertensión arterial. Algunos de ellos consisten en concientizar a la gente a que consuma más agua y menos refrescos, además de que se tomen medidas como no colocar saleros en las mesas (Santillán, 2012).

Al saber esto nuestro producto se posiciona como una buena alternativa a los productos ofrecidos en el mercado por la diferencia en el contenido de este elemento ayudando a la población a que el consumo diario de sal sea menor en comparación con el consumo de las botanas del mercado actual.

Como se observa en la tabla 46 la botana salada contiene más sodio que las botanas comerciales aportando conteniendo de 1.5 a 2 veces más sodio, lo cual se ve traducido como el 26% de los requerimientos diarios, este comportamiento se le puede atribuir a el

uso del aditivo, pues para su formulación no se incluye sal al igual que la botana dulce, esto también se puede apreciar en el contenido de cenizas pues la botana salada contiene el doble de cenizas (minerales) en comparación con la botana dulce.

Debido a estos resultados se puede contemplar cambiar de aditivo o dosificar la cantidad de aditivo de acuerdo al producto, para que este no quede demasiado impregnado y se pueda controlar el contenido de sodio.

7 DISEÑO TEÓRICO DE LA PLANTA PROCESADORA.

7.1 Generalidades.

7.1.1 Nombre de la planta.

Elaboración de botanas saludables.

7.1.2 Función.

Procesamiento de alimentos.

7.1.3 Tipo.

Horneado.

7.2 Factor de servicio.

253 días de trabajo.

254 días de trabajo en año bisiesto.

Turnos: 1 de 8 horas cada uno

Los días de descanso obligatorios según la Ley Federal de Trabajo para el 2016 serán los siguientes.

- El 1o. de enero. (Primer día del año)
- El primer lunes de febrero en conmemoración del 5 de febrero (aniversario de la Constitución)
- El tercer lunes de marzo en conmemoración del 21 de marzo. (Aniversario del natalicio de Benito Juárez)
- El 1o de mayo. (Día del trabajo)
- El 16 de septiembre. (Aniversario de la Independencia)
- El tercer lunes de noviembre en conmemoración del 20 de noviembre. (Aniversario de la Revolución)
- El 25 de diciembre. (Navidad)

Los días jueves y viernes santos, AÚN CUANDO NO SON DÍAS DE DESCANSO OBLIGATORIO.

7.3 Capacidad y Rendimiento.

7.3.1 Capacidad.

La capacidad de la planta está determinada para una producción de 369 kg/día de la botana salada y 289 kg/día en su función normal como muestra la tabla 47.

La producción se definió tomando en cuenta los tiempos de cada etapa del proceso y la capacidad máxima de los equipos (los cuales se seleccionaron de acuerdo al espacio

disponible), la elaboración de botanas dulces se realiza en 115 min. y con una capacidad de los equipos máxima de 100kg, el tiempo disponible de la jornada es de 6.5 h (390 min) ya que de las 8 h laborales una se destina a comer y media hora a limpieza, conociendo estos tiempo se planea que en 390 min se pueda procesar 340 kg como máximo y 298 kg/día operando la planta de manera normal, considerando la capacidad de los equipos al 85%. En la elaboración de la botana salada se procesan 434 Kg en el tiempo estimado (390 min) y al igual que la botana dulce los equipos operarán de forma normal al 85% de su capacidad.

Tabla 47. Producción diaria de cada botana

	Dulce (kg/día)	Salada (kg/día)
Mínima	238	304
Normal	289	369
Diseño	340	434

Para el diseño de la planta se ha tomado en cuenta la capacidad total de la misma así como los requerimientos de personal, maquinarias y equipos. También se tomaron en cuenta algunas recomendaciones establecidas por la “Norma Técnica Complementaria Para El Proyecto Arquitectónico 2011”.

7.4 Especificaciones de materia prima.

7.4.1 Botana dulce

Tabla 48 Formulación de botana dulce.

	Chocolate (%)
Amaranto	20.35
Maíz	13.49
Lenteja	13.49
Linaza	1.06
Sal	0.09
Plátano	28.21
Betabel	4.85
Goma	0.05
Vainilla	5.64
Edulcorante	1.6
Leche	1.76
Ciruela	5.29
Sabor nuez	4.06
Chocolate	0.055

7.4.1.1 Amaranto

La semilla es pequeña y brillante, ligeramente aplanada con forma lenticular, su tamaño va de 1-1.5 milímetros de diámetro los colores varían de negro a blanco según la especie.

Los tipos de amaranto que se cultivan para grano normalmente tienen semillas de colores claros, mientras que los que se cultivan como verdura dan origen a semillas oscuras (Morales y otros, 2009). La composición química del amaranto se puede ver en la tabla 04, donde se puede apreciar que el amaranto contiene mayoritariamente carbohidratos, por lo que es una fuente de energía, además de ser una fuente vegetal de proteínas.

Tabla 05 Composición Química del Amaranto

Agua	Proteína Cruda	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
10.8	15.5	5.4	62.1	2.6	3.6

Fuente: Bastidas, 2017

El amaranto se puede consumir en forma de verdura (hojas) y en forma de grano, tradicionalmente el grano es reventado y mezclado con miel y frutos secos para realizar “alegrías” (Figura 18). También se utiliza la harina del grano reventado o sin reventar para la producción de pan, galletas, pastas, bebidas (aguas frescas y pulque de amaranto), helados artesanales, bases para preparar atoles, tamales y hot cakes. (Morales y otros, 2009).

7.4.1.1 Lenteja

Las lentejas pertenecen a la familia de las legumbres que se puede clasificar en legumbres secas y legumbres verdes. Las legumbres secas (Figura 19) se someten a un proceso de deshidratación el cual prolonga su vida útil durante un largo periodo de tiempo (González C., 2009). La lenteja (Tabla 07) es una legumbre baja en grasas, rica en hidratos de carbono, proteínas, fibra dietética, vitaminas y minerales, (S.M. Pathiratne y otros, 2015).

Tabla 07. Composición química de la Lenteja.

Agua (%)	Proteína Cruda (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Minerales (%)
8	23	0.96	54.8	11.2	2.04

Fuente: Mataix y otros, 2009.

La lenteja se utiliza casi exclusivamente en alimentos humanos, en platos culinarios o se incorpora a las sopas (Bhatty, 1988).

7.4.1.1 Harina de maíz

A continuación se reproduce textualmente la definición y especificaciones de la harina nixtamalizada descritas en la norma NMX-F-046-S-1980, HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS:

3.1 Harina de maíz nixtamalizado es el producto que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (*Zea Mays*) sanos, limpios y previamente nixtamalizados y deshidratados y que cumpla con las especificaciones señaladas en 5.

5. ESPECIFICACIONES La harina de maíz nixtamalizado en su único tipo y grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales Color: Debe ser blanco amarillento o característico de la variedad de grano empleado (véase 5.7).

Olor: Debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro olor extraño. Sabor: Debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.

Aspecto: Debe ser granuloso con una finura tal que el 75% como mínimo pase a través de un tamiz de 0.250 mm de abertura de malla, tamiz NOM No. 24 M.-60 US.

5.2 Físicas y químicas La harina de maíz nixtamalizado debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 3.

Tabla 049 Especificaciones Físicas y Químicas de la harina de maíz nixtamalizado.

ESPECIFICACIONES	MINIMAS %	MÁXIMAS %
Humedad	-	11.0
Proteínas (Nitrógeno x 6.25)	8.0	-
Cenizas	-	1.5
Extracto etéreo	4.0	-
Fibra cruda	-	2.0

NOTA: Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

5.3 Microbiológicas El producto objeto de esta Norma no debe contener microorganismos patógenos, ni más de 1000 UFC/g de hongos, ni biotoxinas fuera de los límites que la Secretaría de Salubridad y Asistencia señala en esta Norma (NMX-F-046-S-1980).

7.4.1.1 Linaza

El lino es una oleaginosa de importancia económica en Canadá. Además de ser su aceite rico en ácido alfa- linoleico y poseer una proteína de buena calidad; la linaza tiene potencial como fuente natural de sustancias fotoquímicas como los flavonoides, lignanos y ácidos fenólicos (Mazza G., 2000).

La composición química de la linaza se muestra en la tabla 50, donde se puede apreciar que esta contiene mayoritariamente grasa y fibra dietética.

Tabla 50 "Composición Química de la Linaza".

Linaza	
Humedad	7.2
Proteína	19.9
Grasa	37.4
Cenizas	3.1
Carbohidratos	7.2
Fibra dietética	25.2

Fuente: Jiménez y otros, 2013

La linaza se comercializa como fuente de proteínas vegetales en forma de semilla, harina sin desgrasar (linaza molida) y sémola de linaza (Mazza G., 2000).

7.4.1.1 Sal.

La sal químicamente es cloruro de sodio, tiene brillo vítreo, su coloración normalmente varía de incolora a blanca, ocasionalmente presenta color rojo, amarillo o azul. Entre sus características conviene resaltar que es altamente diatérmica, plástica, viscosa y fluye a grandes presiones, esto la habilita como sello en fracturas y fisuras de las rocas que la circundan. Puede contener otras sustancias como: sulfato de calcio, cloruro de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de sodio, bicarbonato de calcio, cloruro de potasio y bromuro de magnesio. La sal en el consumo humano se usa agregándola a los alimentos para resaltar el sabor; como preservativo, aglutinante y aditivo para controlar la fermentación; para dar textura, desarrollar color y como agente deshidratador, ablandador e inhibidor de enzimas (QuimiNet ,2005). Para saber qué tipo de sal se puede utilizar en la industria alimentaria y que sea apta al consumo humano se presenta las variedades y los usos principales de varios tipos de sal, la diferencia es el tamaño y la pureza (Tabla 51).

Tabla 51. Variedades de sal.

Tipo	Tamaño	Pureza	Destino / Usos Principales
Gruesa	>3/4"	99.70%	Industrial / Suavizadores de agua
Regular	1/4"-3/4"	99.70%	Industrial / Industria química
Mesa	<1/4"	99.90%	Consumo humano
Cocina	<1/4"	95-98%	Consumo humano
Deshielo	<1/4"	98%	Deshielo de carreteras
En bloque	En bloque	90%	Pecuario / alimento de ganado vacuno

Fuente: QuimiNet ,2005

7.4.1.6 Goma carragenina.

La carragenina es un hidrocoloide extraído de algas marinas rojas de las especies *Gigartina*, *Hypnea*, *Euclidean*, *Chondrus* e *Iridaea*. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria como espesante, gelificante, agente de suspensión y

estabilizante, tanto en sistemas acuosos como en sistemas lácticos. La carragenina es un ingrediente multifuncional y se comporta de manera diferente en agua y en leche. En el agua, se presenta, típicamente, como un hidrocoloide con propiedades espesantes y gelificantes. En la leche, tiene, además, la propiedad de reaccionar con las proteínas y proveer funciones estabilizantes, posee una habilidad exclusiva de formar una amplia variedad de texturas de gel a temperatura ambiente: gel firme o elástico; transparente o turbio; fuerte o débil; termorreversible o estable al calor; alta o baja temperatura de fusión/gelificación. Puede ser utilizado, también, como agente de suspensión, retención de agua, gelificación, emulsificación y estabilización en otras diversas aplicaciones industriales. Es clasificada de acuerdo con su estructura y propiedades físico-químicas o según su proceso de producción:

1. Con respecto a la estructura y propiedades físico-químicas:

Kappa- gel rígido, quebradizo, termorreversible, alta fuerza de gel, presenta sinéresis.

Iota - gel elástico, termorreversible, no presenta sinéresis, propiedad tixotrópica.

Lambda - soluble en frío, no gelificante, produce altas viscosidades. Más ampliamente los valores de sus propiedades fisicoquímicas en la tabla 52.

2. Con respecto al proceso de producción:

Semi-refinada - gel opaco, con mucha celulosa y fibra, bajo grado de pureza.

Refinada - gel claro, transparente, alto grado de pureza.

Tabla 52 Propiedades físico-químicas de la goma carragenina.

Apariencia	Polvo levemente amarillo
Granulometría	Mesh 200
Humedad	Max. 18%
Absorción de Agua	Max. 75 c.c.
Proteína bruta	0,50 – 0,70%
Grasa bruta	0,30 – 0,50%
Cenizas totales	Max. 15%
Materiales orgánicos	Max. 1,0%
Materiales insolubles	Max. 1,0%
pH (sol. 1,5% a 20 °C)	7,0 a 10,0
Fuerza de Gel (agua, sal 1,5%, 0,2% KCl, 20°C)	500 a 1.200 g/cm ²
Fuerza de Gel (agua, sal 1,5% a 20°C)	100 a 350 g/cm ²
Fuerza de Gel (leche, sal 0,5% a 20°C)	500 a 2.000 g/cm ²
Viscosidad (agua, sal 1,5% a 75°C)	30 a 300 cps
Punto de Fusión	50°C a 70° C
Punto de Gelificación	30°C a 50°C
Solubilidad	Agua en ebullición
PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS	
Contaje de Bacterias Aerobias	<5.000 UFC/g
E.Coli	Ausente
Salmonella	Ausente
Contaje de Bacterias Coliformes	<100 UFC/g
Análisis efectuados por el método 3M Petrifilm	

Fuente: AGARGEL, 2003.

7.4.1.7 Edulcorante.

Svetia: Es un endulzante elaborado con estevia (glucósidos de esteviol), obtenido a partir de un proceso de co-cristalización patentado por METCO, que logra obtener un producto con excelente perfil de sabor y dulzor.

Los glucósidos de esteviol, son compuestos de origen natural, presentes en las hojas de la planta de estevia, responsables de su sabor dulce y de no aportar calorías. La planta de estevia es originaria de Paraguay y Brasil (Svetia® , s.f.).

Stevia: El edulcorante de Stevia es resistente al calor (hasta 200° C), es estable al ácido y no fermenta (Glycemic Research Institute, 2000. Midmore and Rank, 2002). Refuerza sabores y olores (Ikan, et al., 1993; Mowrey, 1992). No tiene calorías y es natural (Johnson, 1990). Es un edulcorante no-tóxico y no-adictivo (Álvarez, 1986; Kirkland, 2000). Soluble en agua no se metaboliza por el organismo, por tanto no contiene calorías ni sodio. Es un edulcorante de mesa para el té, café, etc. (Midmore & Rank, 2002). Una fuente de antioxidantes. Enaltecedor de bebidas alcohólicas (agente de envejecimiento y catalizador). Productos potenciales: Aditivo para las bebidas gaseosas, jarabes de fruta, refrescos, jugos de fruta, helados, yogures, sorbetes, pasteles, bizcochos, tortas, panes dulces, tartas, panificados, mermeladas, salsas, curtidos, jaleas, postres, chicles, dulces, confiterías, frutos de mar, verduras, dietas para bajar de peso, dietas diabéticas, enaltecedor del sabor, color y olor (Stevia Uruguay, 2016).

7.4.1.8 Leche en polvo.

Una de las maneras de conservar por más tiempo los alimentos, de transportarlos y de consumirlos es a través de su versión en polvo. Este proceso conserva todos sus nutrientes, propiedades y calidad volviendo al producto en cuestión mucho más práctico y en ocasiones más barato.

Leche en polvo o leche deshidratada: La que ha sido sometida a un proceso de deshidratación, estandarizada o no (NOM-155-SCFI-2012, 2012).

7.4.1.9 Betabel.

La remolacha o betabel es la raíz profunda, grande y carnosa que crece en la planta del mismo nombre. Se trata de una raíz casi esférica de forma globosa. Tiene un diámetro de entre 5 y 10 cm y puede pesar entre 80 y 200 g. Su color es variable, desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. El sabor, debido a que se trata de una raíz en la que se acumulan gran cantidad de azúcares, es dulce (Remolacha, s.f.).

Tabla 17 Composición Química del betabel (100 g).

Compuesto	Contenido (g)
Agua	87.58
Proteína	1.61
Grasas	0.17
Carbohidratos	6.76
Fibra	2.8
Cenizas	1.08

Fuente: USDA 2016, Verduras y Hortalizas Remolacha, Erosky Consumer Remolacha, Infojardin. Remolacha.

El betabel posee un sabor muy dulce que se aprovecha para la obtención de azúcar y su pulpa para colorantes

7.4.1.10 Plátano.

El Banano y Plátano, es un frutal cuyo origen se considera del Sureste Asiático, como alimento es considerado uno de los cultivos más importantes en el mundo, ocupando este frutal el 4º lugar en importancia, después del arroz, trigo y la leche. Los bananos son consumidos extensivamente en los trópicos, donde se cultivan y en las zonas templadas es apreciado por su sabor, gran valor nutritivo y por la disponibilidad durante todo el año. En México con término “Plátano” se le denomina tanto a los bananos como a los plátanos; en otros países esta separación de nomenclatura se basa en la forma de consumirse, los bananos son los que se consumen como fruta cruda o fresco y los plátanos los que se consumen cocinados por la razón de que tienen más harina (Vázquez, 2005).

Tabla 15 Composición Química del banano y plátano macho. (100g)

Compuesto	Banano	Plátano
Agua	74.91	65.28
Proteína	1.09	1.3
Grasas	0.33	0.37
Carbohidratos	20.24	29.59
Fibra	2.6	2.3
Cenizas	0.83	1.16

Fuente: USDA y Robles 2007.

El plátano macho es una fruta de uso exclusivamente culinario. La cocción no altera su contenido de hidratos de carbono (almidón). Normalmente se guisa de igual modo que se cocinan las patatas y las hortalizas (cocido, frito, asado, al horno etc.) y también puede ser empleado como ingrediente de ciertas sopas

7.4.1.11 Saborizante vainilla.

Al ser un **saborizante artificial de vainilla** es una sustancia que se elabora químicamente para que reproduzca las características aromáticas y de sabor de la vainilla natural, a partir de la resina de plantas coníferas , de sustancias parecidas (fenoles) como el eugenol de donde es obtenida la vainillina y su costo es menor al del cultivo (Botanical online, s.f.).

Saboreador, saborizante o aromatizante sintético-artificial

A las sustancias que no han sido aún identificadas en productos naturales procesados o no y que son aptas para consumo humano.

Vainillina: Principal componente aromático de la vainilla, cuyo nombre químico corresponde a 3-metoxi-4- hidroxibenzaldehído (NOM-139-SCFI-2012).

Propiedades:

- Imparte sabor, color y aroma
- Aporta ligero color café característico del producto.
- Producto grado alimenticio
- Se dosifica fácilmente
- Perfil cremoso y dulce
- Se incorpora fácilmente
- Aporta ligero color café característico del producto.

(DEIMAN 'vainilla', 2017)

Sabor: Vainilla

Ingredientes: Agua, alcohol etílico, monopropilenglicol, color caramelo IV, vainilla, ethyl maltol, ethyl vainillin, sorbato de potasio 0.1% (conservador), su composición se muestra en la Tabla 39 donde apreciamos que principalmente se compone de carbohidratos.

Tabla 53 Propiedades del saborizante vainilla.

Tamaño de la porción	45 mL
Porciones por envase	5.5 aprox.
Energía (kcal)	1.48 kcal
Proteínas	0 g
Grasa total	0 g
Grasa saturada	0 g
Carbohidratos	0.37 g
Fibra dietética	0 g
Azúcares totales	0 g
Sodio	0 g

Fuente: Walmart, 2016.

7.4.1.12 Saborizante a nuez.

Proporciona un aroma y sabor a nuez, elaborado artificialmente (DEIMAN 'nuez', 2017):

Propiedades:

- Producto grado Alimenticio
- Se dosifica fácilmente
- Sabor definido y característico
- Se incorpora uniformemente

Tabla 54. Composición química de saborizante de nuez.

Cantidades para 100g de sabor	
Ingredientes	Agua, alcohol etílico y saborizantes artificiales
Tamaño	120mL, 500mL, 1L, 4L, 20L
Contenido energético	11475 kJ (270 kcal)
Proteínas	0 g
Grasa (Lípidos)	0 g
Carbohidratos	38.5 g
Sodio	0 g

Fuente: DEIMAN 'nuez', 2017

Al igual que el saborizante vainilla en su composición (Tabla 54) lo que compone en su mayoría son los carbohidratos.

7.4.1.13 Saborizante (Chocolate).

En base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002 se define al chocolate como: al producto homogéneo elaborado a partir de la mezcla de dos o más de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, así como de otros ingredientes opcionales, tales como productos lácteos y aditivos para alimentos, encontrándose dentro de éste diferentes variedades.

Cobertura de chocolate se le define al producto homogéneo que cumple con las características del tipo de chocolate del que proviene de acuerdo a su formulación y características físicas, y que debe cumplir con los mínimos previstos en la tabla 55.

Aquellos productos que no cumplan con las especificaciones señaladas en la tabla 55, podrán utilizar el término chocolate siempre y cuando se anteponga el texto: "Sabor a", usando la misma tipografía que la de la denominación.

➤ Temperatura para la cobertura de chocolate.

Es importante no sobrepasar las temperaturas señaladas en la figura 50 y 51 ya que el chocolate se podría quemar, al romperse los cristales de grasa, inutilizando el chocolate y dejándolo duro y con grumos (Mazorriaga, Mayordomo 2015 y Chong 2014).

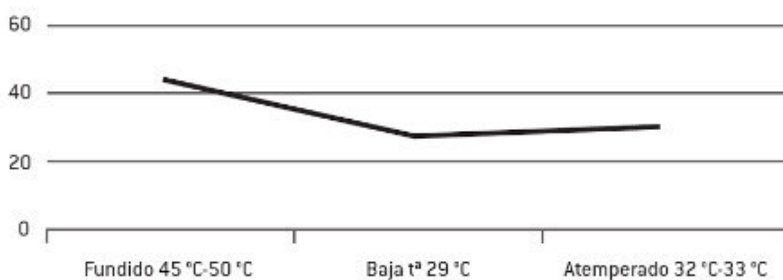


Figura 50. Temperatura de fundido y atemperado para cobertura negra.

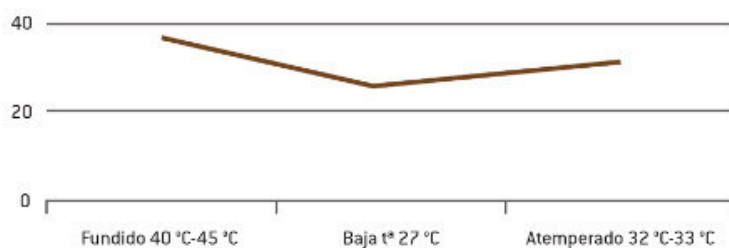


Figura 51. Temperatura de fundido y atemperado para cobertura con leche.

Tabla 55. Composición % m/m en base seca

Producto	Manteca de cacao total	Cocoa desgrasada totalmente	Sólidos totales de cacao	Grasa butírica total	Sólidos totales de leche	Sólidos totales de cacao y leche	Grasa vegetal diferente a la manteca de
Chocolate	18,0	14,0	35,0				
Chocolate amargo	22,0	18,0	40,0				5,0
Chocolate semiamargo	15,6	14,0	30,0				5,0
Chocolate con leche	20,0	2,5	25,0	2,5	14,0		5,0
Chocolate con alto contenido de leche	17,0	2,5	20,0	5,0	20,0	40,0	5,0

Chocolate con leche descremada	20,0	2,5	20,0	0,5	14,0	40,0	5,0
Chocolate blanco	20,0		20,0	3,5	14,0	40,0	5,0
Chocolate para mesa	11,0	9,0	20,0			34,0	5,0
Chocolate para mesa semiamargo	15,6	14,0	30,0				5,0
Chocolate para mesa amargo	22,0	18,0	40,0				5,0
Chocolate en polvo		1,8	18,0				5,0

Nota: la adición de grasas vegetales distintas a la manteca de cacao no deberá exceder del 5% del total de las grasas del producto terminado, sin reducir el contenido mínimo de las materias de cacao (NOM-186-SSA1/SCFI-2002)

7.4.1.14 Ciruela pasa

La ciruela pertenece a la familia de las Rosáceas y procede de un árbol frutal que, en algunas especies, alcanza entre 6 y 10 metros de altura; aunque un árbol de tamaño mediano alcanza una altura máxima de 5-6m. Es un árbol caducifolio de hojas oblongas, aserradas, de color verde, lisas por el haz y pubescentes por el envés. El fruto es una drupa redonda u oval recubierta por una cera blanquecina (pruina), de color amarillo, rojo o violáceo, con pedúnculo mediano, peloso, con hueso oblongo, comprimido, algo áspero y que por un lado presenta una sola costilla. Dentro del hueso se encuentran dos semillas o más frecuentemente una sola, por aborto de la otra. Las semillas pierden después de un mes la facultad germinativa (CIRUELA, PRUNUS DOMESTICA / ROSACEAE, 2017)

Las ciruelas deshidratadas o ciruelas pasas son producidas generalmente mediante la deshidratación en túneles de secado. El proceso de secado se lleva a cabo normalmente en túneles a gas en los cuales las temperaturas del aire de proceso rondan los 65 a 85° C (Urfalino, 2014)

Las ciruelas pasas quizá sean mejor conocidas por su papel como auxiliar digestivo (como por tener un efecto ligeramente laxante). Son útiles para esto, no sólo porque contienen fibra soluble e insoluble, sino también por su alto contenido de sorbitol.

Tabla 56 Composición Química de la Ciruela pasa (100 g).

Compuesto	Contenido (g)
Agua	30.92
Proteína	2.18
Grasas	0.38
Carbohidratos	61.08
Fibra	2.8
Cenizas	2.64

Fuente: Información nutricional de la Ciruela pasa, s.f.

7.4.2 Botana salada.

Tabla 21 Formulación de botana salada.

	(%)
Amaranto	21
Maíz	27
Frijol	18
Chía	1.92
Calabaza	29.5
Leche	2
Azúcar	0.54
Goma	0.04

Nota: se utilizó la misma formulación para la botana salada cambiando únicamente el aditivo.

7.4.2.1 Harina de maíz.

A continuación se reproduce textualmente la definición y especificaciones de la harina nixtamalizada descritas en la norma NMX-F-046-S-1980, HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS:

3.1 Harina de maíz nixtamalizado es el producto que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (*Zea Mays*) sanos, limpios y previamente nixtamalizados y deshidratados y que cumpla con las especificaciones señaladas en 5.

5. ESPECIFICACIONES La harina de maíz nixtamalizado en su único tipo y grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales

Color: Debe ser blanco amarillento o característico de la variedad de grano empleado (véase 5.7).

Olor: Debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro olor extraño.

Sabor: Debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.

Aspecto: Debe ser granuloso con una finura tal que el 75% como mínimo pase a través de un tamiz de 0.250 mm de abertura de malla, tamiz NOM No. 24 M.-60 US.

5.2 Físicas y químicas La harina de maíz nixtamalizado debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 3.

Tabla 03 Especificaciones Físicas y Químicas de la harina de maíz nixtamalizado.

ESPECIFICACIONES	MINIMAS	MÁXIMAS
	%	%
Humedad	-	11.0
Proteínas (Nitrógeno x 6.25)	8.0	-
Cenizas	-	1.5
Extracto etéreo	4.0	-
Fibra cruda	-	2.0

NOTA: Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

5.3 Microbiológicas El producto objeto de esta Norma no debe contener microorganismos patógenos, ni más de 1000 UFC/g de hongos, ni biotoxinas fuera de los límites que la Secretaría de Salubridad y Asistencia señala en esta Norma (NMX-F-046-S-1980).

7.4.2.2 Amaranto.

La semilla es pequeña y brillante, ligeramente aplanada con forma lenticular, su tamaño va de 1-1.5 milímetros de diámetro los colores varían de negro a blanco según la especie. Los tipos de amaranto que se cultivan para grano normalmente tienen semillas de colores claros, mientras que los que se cultiva como verdura dan origen a semillas oscuras (Morales y otros, 2009). La composición química del amaranto se puede ver en la tabla 04, donde se puede apreciar que el amaranto contiene mayoritariamente carbohidratos, por lo que es una fuente de energía, además de ser una fuente vegetal de proteínas.

Tabla 05 Composición Química del Amaranto

Agua	Proteína Cruda	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
10.8	15.5	5.4	62.1	2.6	3.6

Fuente: Bastidas, 2017.

El amaranto se puede consumir en forma de verdura (hojas) y en forma de grano, tradicionalmente el grano es reventado y mezclado con miel y frutos secos para realizar “alegrías”. También se utiliza la harina del grano reventado o sin reventar para la producción de pan, galletas, pastas, bebidas (aguas frescas y pulque de amaranto), helados artesanales, bases para preparar atoles, tamales y hot cakes. (Morales y otros, 2009).

7.4.2.3 Frijol pinto.

Las semillas están contenidas en vainas o legumbres, aunque existen infinidad de semillas que difieren en tamaño, forma y color, generalmente sus semillas tienen forma de

riñón (Área de producción vegetal, 1990). La composición química del frijol se muestra en la tabla 09.

Tabla 09 “Composición química del frijol común”.

Agua (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)
12	22	1.6	56.5	4.3	3.6

Fuente: Arias, 1970.

generalmente se consume de forma integral, en África, India, México y varios países de Centroamérica y Sudamérica (Salinas, 2014). Y debido a su gran aporte nutricional este podría utilizarse como ingrediente en la utilización de nuevos productos (Granito y otros, 2009).

7.4.2.4 Calabaza.

Los calabacines son un tipo alargado de calabaza, tienen una forma alargada y un color verde oscuro con toques amarillentos, puede medir de 15 a 20 cm cuando está maduro (Bellido, 2007). La composición química de la calabaza se muestra en la tabla 19.

Tabla 19 Composición Química de la calabaza (100 g).

Compuesto	Contenido (g)
Agua	94.64
Proteína	1.21
Grasas	0.18
Carbohidratos	2.25
Fibra	1.1
Cenizas	0.62

Fuente: Lim, 2012

Generalmente son consumidas crudas o cocidas (Téllez, 1999), en México también se utiliza para molestias urinarias, cálculos renales, antirreumático (Mazza, 2000).

7.4.2.5 Leche en polvo.

Una de las maneras de conservar por más tiempo los alimentos, de transportarlos y de consumirlos es a través de su versión en polvo. Este proceso conserva todos sus nutrientes, propiedades y calidad volviendo al producto en cuestión mucho más práctico y en ocasiones más barato.

Leche en polvo o leche deshidratada: La que ha sido sometida a un proceso de deshidratación, estandarizada o no (NOM-155-SCFI-2012, 2012).

7.4.2.6 Edulcorante.

Svetia: Es un endulzante elaborado con estevia (glucósidos de esteviol), obtenido a partir de un proceso de co-cristalización patentado por METCO, que logra obtener un producto con excelente perfil de sabor y dulzor.

Los glucósidos de esteviol, son compuestos de origen natural, presentes en las hojas de la planta de estevia, responsables de su sabor dulce y de no aportar calorías. La planta de estevia es originaria de Paraguay y Brasil (Svetia®), s.f.).

Stevia: El edulcorante de Stevia es resistente al calor (hasta 200° C), es estable al ácido y no fermenta (Glycemic Research Institute, 2000. Midmore and Rank, 2002). Refuerza sabores y olores (Ikan, et al., 1993; Mowrey, 1992). No tiene calorías y es natural (Johnson, 1990). Es un edulcorante no-tóxico y no-adictivo (Álvarez, 1986; Kirkland, 2000). Soluble en agua no se metaboliza por el organismo, por tanto no contiene calorías ni sodio. Es un edulcorante de mesa para el té, café, etc. (Midmore & Rank, 2002). Una fuente de antioxidantes. Enaltecedor de bebidas alcohólicas (agente de envejecimiento y catalizador). Productos potenciales: Aditivo para las bebidas gaseosas, jarabes de fruta, refrescos, jugos de fruta, helados, yogures, sorbetes, pasteles, bizcochos, tortas, panes dulces, tartas, panificados, mermeladas, salsas, curtidos, jaleas, postres, chicles, dulces, confiterías, frutos de mar, verduras, dietas para bajar de peso, dietas diabéticas, enaltecedor del sabor, color y olor (Stevia Uruguay, 2016).

7.4.2.7 Chía.

Esta semilla es conocida por ser una excelente fuente de proteína (20%), ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3, antioxidantes, fibra, minerales y vitaminas (Fernández y otros 2006).

Tabla 57“Composición Química de la Chía”.

	Chía
Humedad	6.2
Proteína	19.8
Grasa	27.9
Cenizas	4.5
Carbohidratos	8.6
Fibra dietética	33.0

Fuente: Jiménez y otros, 2013

Actualmente se usa en la preparación de alimentos tanto de consumo humano como animal. En la actualidad, se busca reinsertar en la alimentación habitual estos viejos

cultivos (como la chíá) basado en sus propiedades nutricionales (Fernández y otros 2006).

7.5 Ubicación de la planta.

Para efecto de este trabajo, que consiste en la ubicación de la planta procesadora de botanas, se abordó únicamente la macrolocalización.

Los aspectos que se consideraron para la localización fueron los siguientes (Koch 2000 Erossa 1987):

- La disponibilidad de las materias primas necesarias y la probabilidad de obtenerlas con menor costo de transporte.
- Contar con infraestructura para movilización de personas, recepción de materias primas y envío de los productos terminados desde la planta.
- Disponibilidad de los insumos indispensables para el funcionamiento de la planta y de manera suficiente (electricidad y agua).

Se realizó el análisis de cuatro ubicaciones como propuesta para la localización de la planta procesadora de botanas:

- Se encuentra en Av. Cuauhtémoc Ote. Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.56600, con un área de 1600 m². El uso de suelo es de tipo comercial, cuenta con servicios de agua, electricidad y drenaje. Cuenta con servicios de transporte colectivo. A 32 km aproximadamente se encuentra la Central de Abastos Iztapalapa y a 34 km aproximadamente la Central de Abastos Chicoloapan.
- Se encuentra en calle del chopo #17 Santa María Nativitas, Chimalhuacán Estado de México. con un área de 1193 m², a una cuadra de zona comercial. El uso de suelo es de tipo industrial, dispone de servicios de agua, electricidad y drenaje. Cuenta con servicios de transporte colectivo. A 2 km aproximadamente se encuentra la Central de Abastos de Chicoloapan.
- Ubicado entre Calle cipres y Rio armería Chicoloapan de Juárez, Estado de México, con un área de 1217 m². Factibilidad de servicios de luz, agua, drenaje. Cuenta con servicios de transporte colectivo. El uso de suelo es mixto. A 4 km se encuentra la Central de Abastos de Chicoloapan.
- Ubicado sobre carretera Coatepec s/n Km. 7, San Juan, 56580 Ixtapaluca, Méx., con un área de 1600 m², Factibilidad de servicios de luz, agua, drenaje. Servicio de transporte colectivo, uso de suelo mixto. A 13 km aproximadamente se encuentra la Central de Abastos Chicoloapan.

Una vez determinados las propuestas de ubicaciones y los parámetros de comparación, se realizó una evaluación (tabla 58) aplicando a cada resultado una clasificación dentro de una escala del 1 al 4 (en donde 1 es el lugar menos conveniente y 4 el lugar más conveniente) para visualizar de forma numérica los resultados finales (Erossa 1987).

De esta forma se puede observar de manera más rápida y fácil cual es la mejor propuesta de entre las cuatro opciones que se consideran para la planta procesadora. El terreno que se encuentra en Chalco cuenta con todos los servicios básicos (agua, luz eléctrica, drenaje, gas y teléfono), cuenta con transporte público a unas calles y carreteras a 3 km del lugar, pero se encuentra a 32 km de puntos de abastecimiento. El terreno ubicado en Chimalhuacán cuenta con todos los servicios básicos, cuenta con transporte público a una cuadra, carreteras a 1 km del lugar y a 2 km de puntos de abastecimiento. El terreno ubicado en Chicoloapan cuenta con todos los servicios básicos, cuenta transporte público cercano, carreteras a 3 km y puntos de abastecimiento a 4 km del lugar. El terreno ubicado en Coatepec cuenta con todos los servicios básicos, cuenta con transporte público aunque no sea tan abundante como las otras propuestas, carreteras a 7 km y se encuentra a una distancia de 13 km de puntos de abastecimiento.

Tabla 58. Comparación de las propuestas de ubicaciones.

Descripción	Chalco.	Chimalhuacán.	Chicoloapan.	Coatepec.
Disponibilidad de materias primas	1	4	3	2
Distancia a carretera	3	4	3	2
Agua	4	4	3	4
Gas	4	4	3	4
Teléfono	4	4	3	4
Energía eléctrica	4	4	3	4
Vías de acceso	3	4	3	3
Suma	23	28	21	23

De esta forma se considera ubicar la planta procesadora en el municipio de Chimalhuacán Estado de México en Calle del chopo #17 Santa María Nativitas (19°24'34.5"N - 98°55'54.0"W) ya que cuenta con servicios de agua potable, electricidad y drenaje, se encuentra a 2 km aproximadamente de la Central de Abastos de Chicoloapan, siendo una opción para el abastecimiento de materias primas, además de ubicarse cerca de la carretera México-Texcoco, una vialidad que brinda un fácil acceso a otras carreteras

7.6.2 Vapor.

Tabla 60. Características del servicio de Vapor.

Tipo de vapor	Temperatura	Presión
saturado	103°C	8 bar

7.6.3 Agua.

- El agua a utilizar será denominada como “agua de proceso”
- Agua potable

7.6.4 Aire.

Características del servicio de Aire: Presión 6 bar.

7.6.5 Combustible.

El combustible que se usara será gas LP.

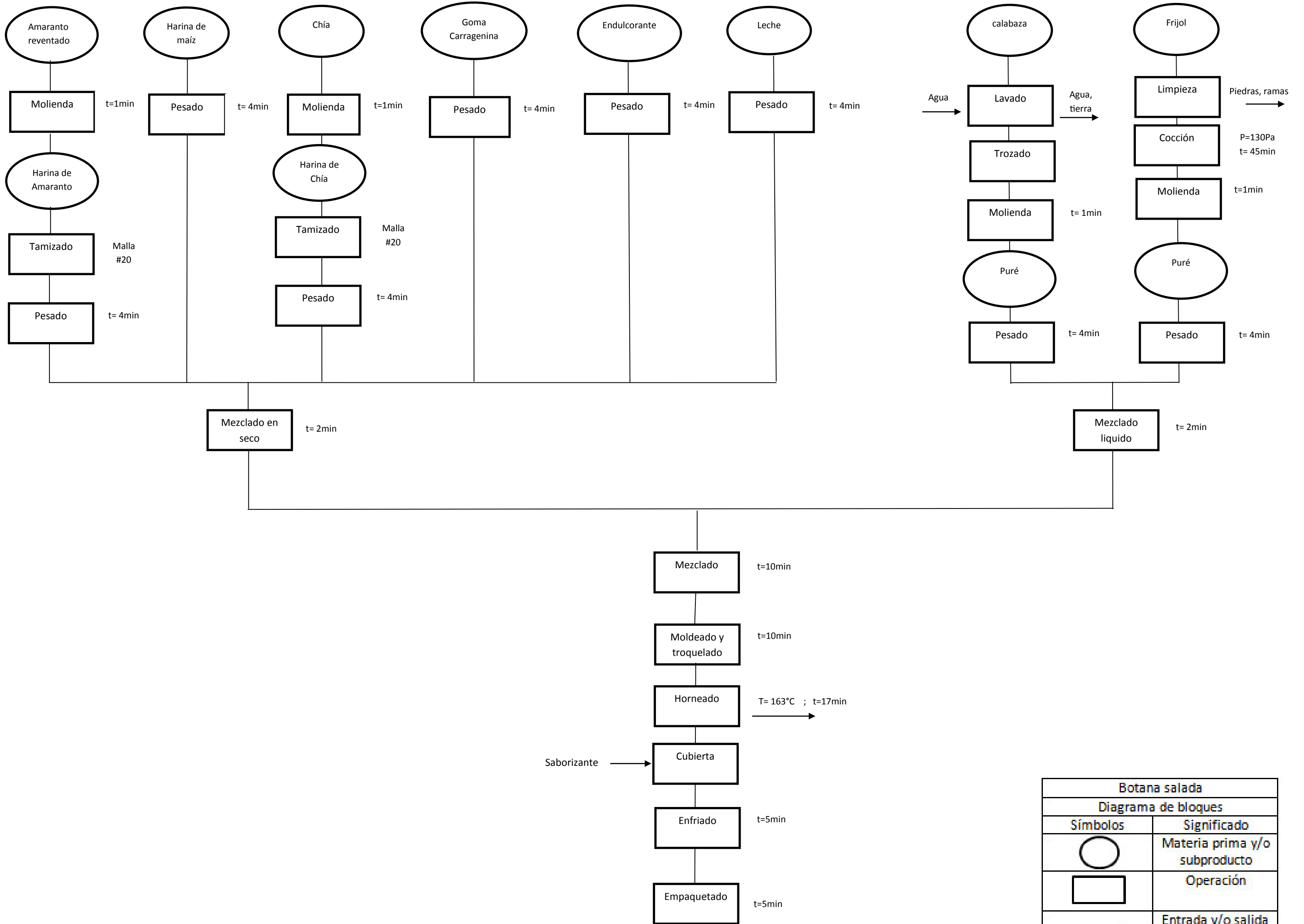
7.6.6 Basura.

La basura se almacenará en contenedores con tapa divididos para basura orgánica e inorgánica, los desechos tendrán que estar en bolsas negras cerradas.

7.6.7 Tratamiento de agua residual.

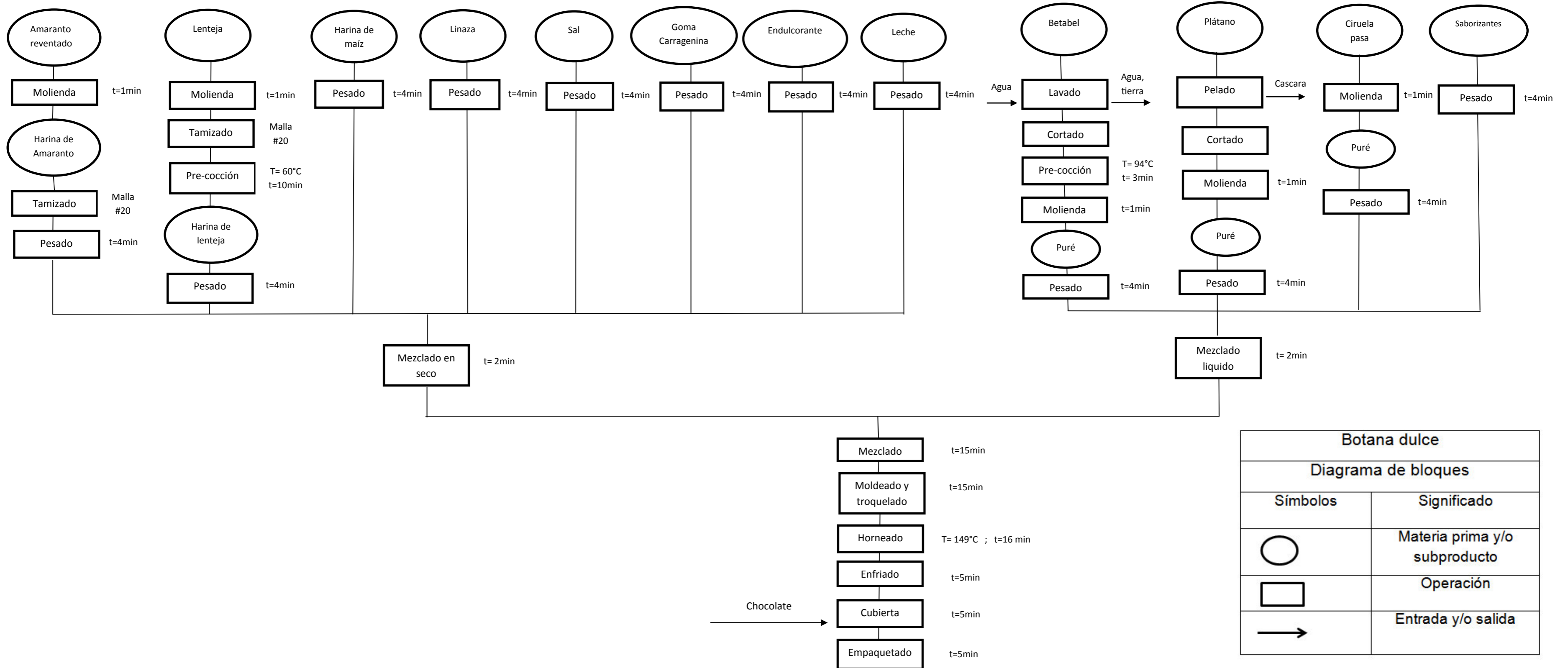
Una parte del agua la que proviene de baños, lavabos, regaderas y comedor se irá al drenaje público, la otra parte proveniente del área de proceso tendrá un tratamiento que consistirá en una PRECLORACIÓN que es una práctica común empleada en la eliminación de materia orgánica en las plantas potabilizadoras, que se alimentan de aguas superficiales consiste en la dosificación de Cloro o Hipoclorito de Sodio.

3.2.1 Diagrama de Bloques de la botana salada.



Botana salada	
Diagrama de bloques	
Símbolos	Significado
○	Materia prima y/o subproducto
□	Operación
→	Entrada y/o salida

3.3.1 Diagrama de Bloques de la botana dulce.



Botana dulce	
Diagrama de bloques	
Símbolos	Significado
○	Materia prima y/o subproducto
□	Operación
→	Entrada y/o salida

7.8 Descripción de cada parte del diagrama.

7.8.1 Descripción de proceso para la elaboración de botana salada.

1. Obtención de harinas: Para la obtención de las harinas de amaranto y chíá las semillas se sometieron a molienda en una licuadora Oster modelo BEST02-E01, BEST02-E01-013, Características eléctricas: 60Hz; 120V-600W. Posteriormente las harinas fueron tamizadas en un tamiz malla n. 20 y almacenadas en bolsas de plástico con cierre hermético.

2. Lavado de la calabaza: Para el lavado se utilizó agua del grifo a temperatura ambiente (22-25°C), jabón y esponja para eliminar las impurezas como la tierra.

3. Cocción de frijol: primero se eliminaron las impurezas del frijol a mano, posteriormente las leguminosas se colocaron en una olla a presión marca TRANSTHERM W Mf (trabaja a presión de 130Pa) por 45 minutos agregando agua para su cocción.

4. Elaboración de purés: Para la elaboración de puré la calabaza y el frijol se colocaron en un recipiente plástico individual, para su molienda se utilizó una batidora de inmersión marca Taurus, modelo Robot 300 inox (ver. III) características eléctricas: 122V; 60Hz; 180W, y se molió hasta obtener un puré.

5. Pesado: los ingredientes se pesaron en una balanza analítica de marca Santorius Modelo BA315 en vasos de precipitados de vidrio.

6. Mezclado: El mezclado se realizó en dos partes, primeramente en un recipiente se mezclaron todos los materiales secos, en otro recipiente se mezclaron los materiales húmedos, esto con el propósito de lograr homogeneidad en la masa, posteriormente las mezclas húmeda y seca se unieron para formar la masa.

7. Moldeado y troquelado: Para esta operación se utilizó un marco de madera con un grosor de 0.5 cm. La masa fue laminada hasta obtener el grosor de 0.5 cm, posteriormente la lámina fue cortada con las geometrías deseadas.

8. Adición de aceite: Para esta operación se utilizó un pulverizador con el cual se rociaron las botanas con aceite con 1 disparo.

8 Horneado: Fue realizado en un horno Black and Decker Counter Top Ovens serie CTO700. La botana salada fue horneada a una temperatura de 325°F (163 °C) por 17 minutos

9. Incorporación de aditivos/saborizantes: Se utilizó un saborizante en polvo el cual se colocó en una bandeja, posteriormente se colocó el producto horneado (caliente) en la misma bandeja para incorporar el aditivo moviendo la bandeja con movimientos

ascendentes.

10. Enfriado: El producto fue colocado en una bandeja para que se enfriara por 5 minutos a temperatura ambiente (25-23°C).

11. Empaquetado: Ya frío del producto se pesaron 30 gramos y se colocaron en bolsas metálicas de 9 x 16.5 x 3 cm, que posteriormente fueron selladas por medio de calor.

7.8.2 Descripción de proceso para la elaboración de botana dulce.

1. Obtención de harinas: Para la obtención de las harinas de amaranto y lenteja se sometieron a molienda en una licuadora Oster modelo BEST02-E01, BEST02-E01-013, Características eléctricas: 60Hz; 120V-600W.

Posteriormente las harinas fueron tamizadas en un tamiz malla n. 20. y almacenadas en bolsas de plástico con cierre hermético.

2. Pre-cocción de la lenteja: Para la pre-cocción de la lenteja esta se sometió a un tostado en donde se colocó la harina sobre un sartén caliente (60°C) agitando constantemente durante 10 minutos y así evitar que se pegue o se queme, se dejó enfriar a temperatura ambiente (25-23 °C) y se colocó en una bolsa hermética.

3. Lavado del betabel: Para el lavado de este se utilizó agua del grifo a temperatura ambiente (22-25°C), jabón y esponja para eliminar las impurezas como la tierra.

4. Cortado del betabel: Para cortar el betabel se utilizó un cuchillo fraccionando el tubérculo en rectángulos para que la cocción tuviera mayor superficie de contacto y así fuera más rápido este proceso.

5. Cocción del betabel: Para la cocción del betabel se colocó agua en un recipiente sobre una parrilla al comenzar la ebullición se colocó el betabel y se dejó en cocción por tres minutos.

6. Elaboración de purés: Para la elaboración de purés el betabel, plátano y ciruela pasa se colocaron en un recipiente plástico individualmente, para su molienda se utilizó una batidora de inmersión marca Taurus, modelo Robot 300 inox (ver. III) características eléctricas: 122V; 60Hz; 180W, y se molió hasta obtener un puré.

7. Pesado: los ingredientes se pesaron en una balanza analítica de marca Santorius Modelo BA315 en vasos de precipitados de vidrio.

8. *Mezclado*: El mezclado se realizó en dos partes, primeramente en un recipiente se mezclaron todos los materiales secos, en otro recipiente se mezclaron los materiales húmedos, esto con el propósito de lograr homogeneidad en la masa, posteriormente las mezclas húmeda y seca se unieron para formar la masa.

9. *Moldeado y troquelado*: Para esta operación se utilizó un marco de madera con un grosor de 0.5 cm. La masa fue laminada hasta obtener el grosor de 0.5 cm, posteriormente la lámina fue cortada con las geometrías deseadas.

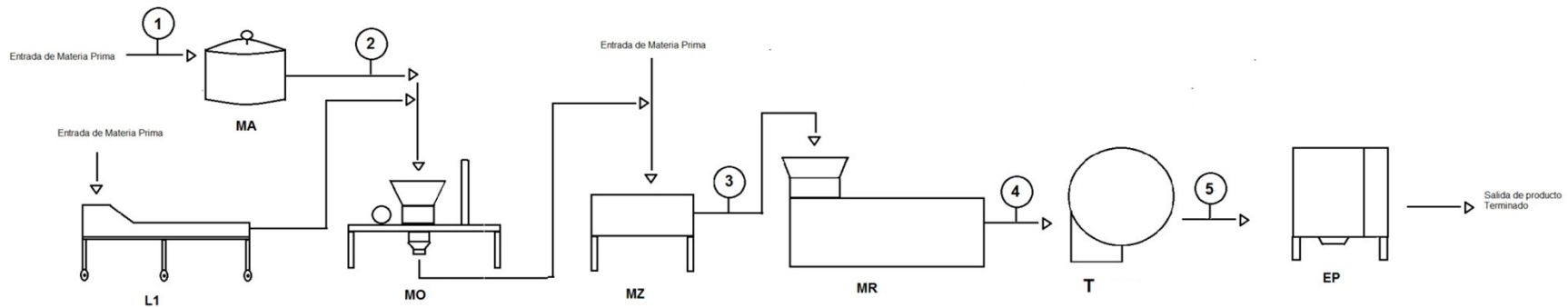
10. *Horneado*: Fue realizado en un horno Black and Decker Counter Top Ovens serie CTO700. La botana dulce se horneó a 300°F (149°C) por 16 minutos. Posteriormente la botana se dejó enfriar por un tiempo de 10 min a temperatura ambiente (25-23 °C).

11. *Incorporación de aditivos/saborizantes*: se utilizó una cobertura de chocolate aplicada con brocha.

12. *Empaquetado*: Ya terminados los productos se pesaron 30 gramos de cada botana y se colocaron en bolsas metálicas de 9 x 16.5 x 3 cm, que posteriormente fueron selladas por medio de calor.

7.9 Balance de materia-energía y diagrama de flujo para la botana salada.

SIMBOLOGÍA	
L1	Lavadora.
MO	Molino.
MZ	Mezcladora.
MR	Máquina de rodillos.
T	Tambor rotatorio.
EP	Empaquetadora.
MA	Marmita.

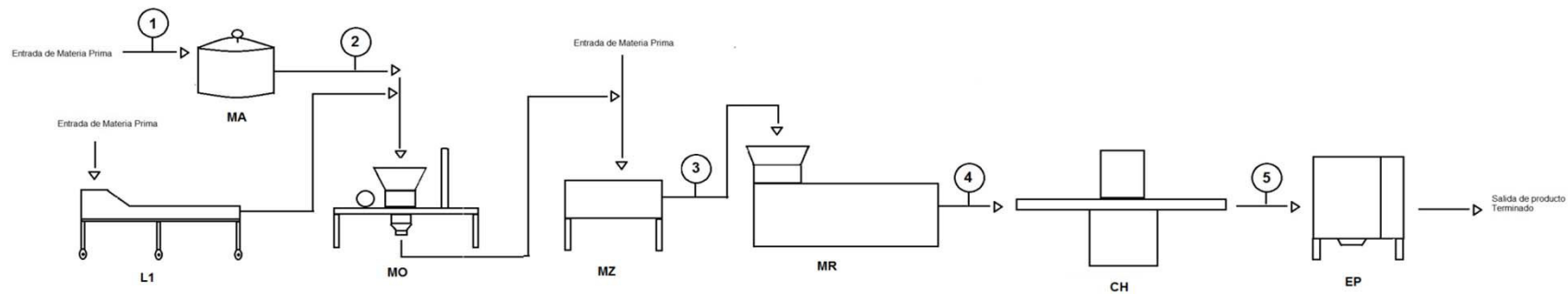


Corriente Parámetro	1	2	3	4	5
Flujo másico	12.02 Kg /h	24.91 kg/h	66.77 Kg/h	34.19 Kg/h	35.35 Kg/h
Temperatura	25°C	93 °C	25°C	163°C	25°C
Presión	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*
Entalpia	---	384.28 Kg/h	---	---	---
C.p.	---	---	---	---	---

*Presión local de Chimalhuacán estado de México (INEGI, 2014)

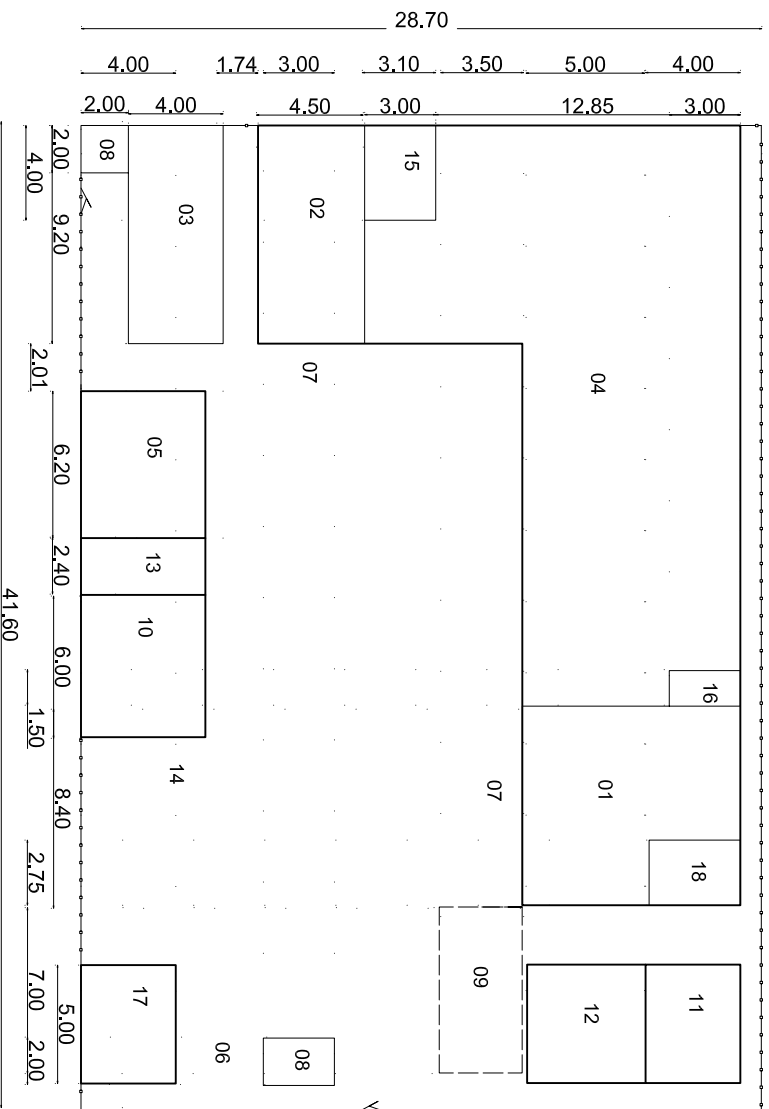
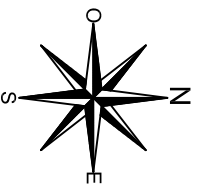
7.10 Balance de materia-energía y diagrama de flujo para la botana dulce.

SIMBOLOGÍA	
L1	Lavadora.
MO	Molino.
MZ	Mezcladora.
MR	Máquina de rodillos.
EP	Empaquetadora.
MA	Marmita.
CH	Maquina para cubierta de chocolate



Corriente Parámetro	1	2	3	4	5
Flujo másico	2.65 Kg /h	2.54 kg/h	51.06 Kg/h	33.21 Kg/h	33.27 Kg/h
Temperatura	25°C	93 °C	25°C	163°C	25°C
Presión	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*	0.774 atm*
Entalpia	---	384.28 Kg/h	---	---	---
C.p.	---	---	---	---	---

*Presión local de Chimalhuacán estado de México (INEGI, 2014)



Simbología

- 01. Almacén de materia prima
- 02. Almacén de producto terminado
- 03. Área administrativa
- 04. Área de proceso
- 05. Baños y vestidores
- 06. Basurero
- 07. Carga y descarga
- 08. Caseta de vigilancia
- 09. Cisterna
- 10. Comedor
- 11. Cuarto de caldera
- 12. Cuarto de máquinas
- 13. Enfermería
- 14. Estacionamiento
- 15. Laboratorio de control de calidad
- 16. Mantenimiento
- 17. Subestación
- 18. Cámara de refrigeración

Revisiones	Dibujo de referencia
Observaciones	

DISEÑO DE PLANTA PROCESADORA DE SNACKS			
VISTA SUPERIOR DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA			
Fecha	Nombre	Firma	
20/09/2016	N.M.G.L./J.R.R.		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Diseño	Dibujo	Revisó	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
09/10/2016	N.M.G.L./J.R.R.		CUAUTITLÁN
1 : 1	DP-01		#

7.12 Listado de áreas.

01. Almacén de materia prima.
02. Almacén de producto terminado.
03. Área administrativa.
04. Área de proceso.
05. Baños y vestidores.
06. Basurero.
07. Carga y descarga.
08. Caseta de vigilancia.
09. Cisterna.
10. Comedor.
11. Cuarto de Caldera.
12. Cuarto de máquinas.
13. Enfermería.
14. Estacionamiento.
15. Laboratorio de control de calidad.
16. Mantenimiento.
17. Subestación.
18. Cámara de refrigeración.

7.13 Justificado de áreas.

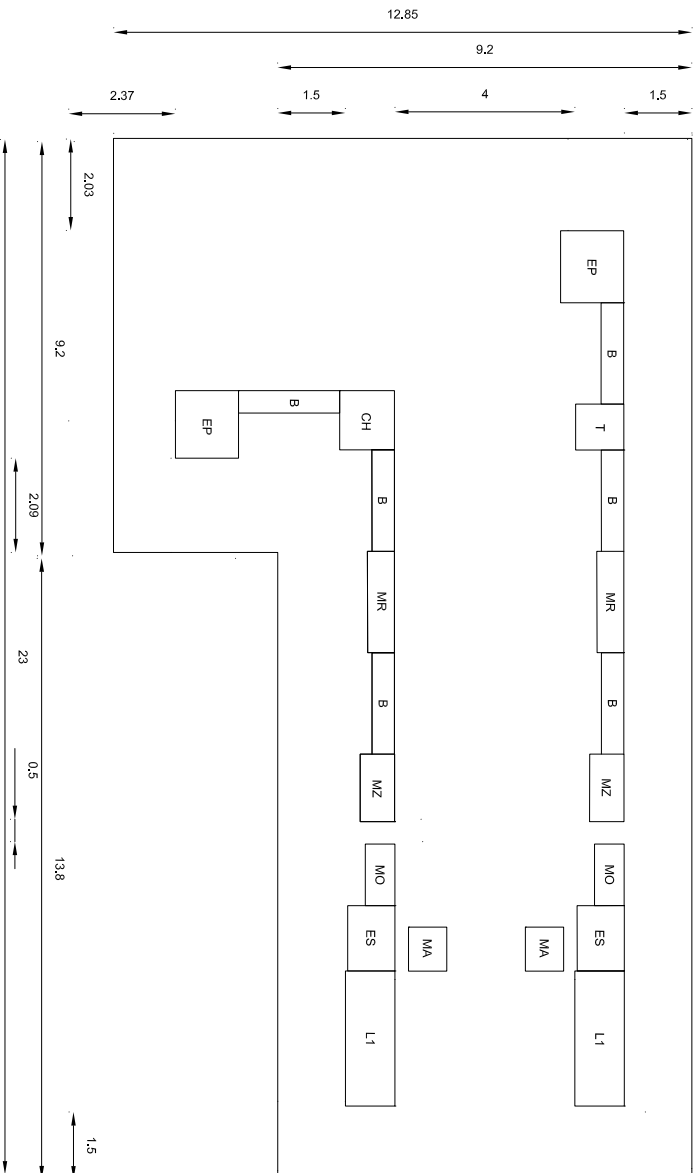
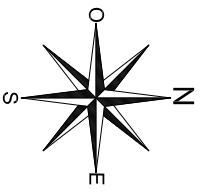
- *Almacén de materia prima:* Es el lugar destinado para almacenar la materia prima en pallets, Se tomará en cuenta una semana de producción, ósea que se surtirá de materia prima cada semana, por lo tanto sus dimensiones serán 8.4m x 9.2m. Así mismo dentro del almacén se encontrara una cámara de refrigeración la cual se usará para los productos perecederos y almacenará el producto para una semana de producción, la cual operará a 12 °C y Hr 70%, sus dimensiones serán 2.75m x 3.85.

Nota: Para la cámara de refrigeración se consideran las condiciones para plátano (12-13°C, 90-95 Hr%) y la calabaza (10-13°C, 50-75 Hr%), pues ambos son productos con compatibilidad de almacenaje (13-15°C, 85-90 Hr%), sin embargo el betabel (0°C,98-100 Hr%) puede ser enfriado con hielo, colocado en la parte superior del fruto, esto con el fin de no disminuir la temperatura e incrementar la humedad dentro de la cámara de refrigeración y dañar a las demás materias primas, en el caso de la humedad, esta se mantendrá con respecto a la calabaza pues la humedad puede incrementarse por medio del hielo para el betabel y utilizando forro de polietileno y reducir la pérdida de agua en el caso del plátano (FAO, 1996).

- *Almacén de producto terminado:* En este lugar el producto terminado permanecerá antes de que salga a la venta el tiempo que residirá en este almacén será alrededor de 7 días. Las dimensiones con las que contará son de 9.2m x 4.5m.
- *Área administrativa:* En esta área se llevará a cabo todas aquellas actividades que tengan que ver con las razones administrativas, de la empresa (recursos humanos, bienes y servicios). El área está destinada para medir 9.2m x 4m.
- *Área de proceso:* Esta área es donde la fabricación de los snacks tendrá lugar ya que es donde se encuentran todos los equipos y el espacio que requiere para la producción de los productos. Medirá 23m X 12.85m.
- *Baños y vestidores:* Lugar donde los trabajadores al ingreso a la planta podrán acondicionarse para ingresar al área de proceso aquí el trabajador podrá cambiarse lavarse las manos cuando se requiera, además de servir para cubrir necesidades básicas de los trabajadores. El área destinada a este espacio será de 1.4m x 5.25m para los baños de hombres, al igual que los baños para mujeres, que serán de 1.4m x 5.25 y de 1.7m x 5.25m para vestidor y regaderas por cada sección (para hombres y otra para mujeres).
- *Basurero:* Este lugar se reserva para alejar los desechos del área de producción evitando que exista contaminación que pueda producir sabores extraños en el producto final o ingrese alguna plaga que pueda ser atraída por olores provenientes de la basura, las medidas de este espacio son 2.4m x 2.4m.
- *Carga y descarga:* En este lugar los camiones encargados de transportar el producto terminado o materia prima pueden maniobrar y desempeñar su labor sin obstruir otras áreas además de encontrarse cerca de área del almacén para evitar tiempos muertos. Para este espacio se contempla un área de 5.65m x 23.7m y 5.5m x 8.6m, y estarán ubicados frente a los almacenes de materia prima y producto terminado.
- *Caseta de vigilancia:* En toda empresa se requiere de un control de la entrada y salida de los trabajadores, así como evitar el ingreso de personas extrañas, controlar además el ingreso de proveedores, visitas y vendedores; así como también prevenir la extracción o robo del producto terminado, la materia prima, los equipos pequeños y herramientas. La cabina será destinada para un trabajador, con medidas de 3m x 2m y 2m x 2m.
- *Cisterna:* Esta área es de suma importancia ya que se necesita de agua potable para el lavado del área de proceso sobre todo de los equipos que ahí se

encuentran además en los baños se requiere para el aseo de los trabajadores, esta cisterna tendrá un tamaño aproximado de: 7m x 3.5m x 2m.

- *Comedor:* Lugar en común donde todo trabajador pueda ir a comer pues todos los trabajadores disponen de un tiempo para comer y evitar el consumo de alimentos en lugares inapropiados que pueden generar cualquier clase de contaminación. Las dimensiones para esta área son 6m x 5.25m.
- *Cuarto de Caldera:* Cuarto reservado para la caldera que suministra vapor a los equipos que lo requieran esta se debe ubicar lejos del área de proceso y administrativa para evitar cualquier accidente. Las dimensiones del área son 5m x 4m.
- *Cuarto de máquinas:* Cuarto reservado para las máquinas que proporcionan servicios al área de producción. Las dimensiones del área son 5m x 5m.
- *Enfermería:* Esta área es muy útil debido a que ocurren accidentes menores que pueden ser atendidos dentro de la planta o bien para evaluar el estado de salud de los trabajadores. Dimensiones 2.4m x 5.25m.
- *Estacionamiento:* Diseñado para las visitas que tenga la empresa de otras compañías y contará con un área de 5.25m x 4.20m y 4.4m x 4.2m.
- *Laboratorio de control de calidad:* Esta es el área en donde se realizarán las pruebas a la materia prima y el producto terminado, y así saber si cuentan con la calidad requerida. Las medidas de esta área serán de 4m x 3m lo suficiente para desempeñar sus actividades.
- *Mantenimiento:* Este lugar está reservado para guardar todas aquellas herramientas que son útiles para la reparación de alguno de los equipos. El tamaño de este cuarto será de 1.5m x 3m.
- *Subestación:* Esta área será destinada para instalar la subestación eléctrica cuyo objetivo será facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica a toda la planta 5m x 4m.



Simbología

- B Banda transportadora
- CH Maquina para cubierta de chocolate
- EP Empaquetadora
- ES Escaladora
- L1 Lavadora
- MA Marmita
- MO Molino
- MR Maquina de rodillos
- MZ Mezcladora
- T Tambor rotatorio

Revisiones	Dibujo de referencia
Observaciones	

DISEÑO DE PLANTA PROCESADORA DE SNACKS			
VISTA SUPERIOR DEL ÁREA DE PROCESO			
Fecha	Nombre	Firma	
20/09/2016	N. M. G. L. / J. R. R.		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Diseño			FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTTLÁN
Dibujó	06/10/2016	N. M. G. L. / J. R. R.	
Revisó			
1 : 1		DP-02	#

7.15 Listado de equipos.

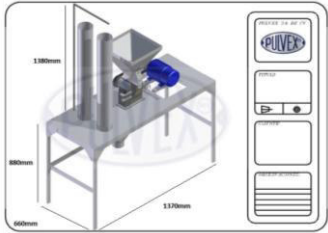
1. Lavadora (L1).
2. Molino (MO).
3. Mezcladora (MZ).
4. Máquina de rodillos (MR).
5. Banda transportadora (B).
6. Tambor rotatorio (T).
7. Empaquetadora (EP).
8. Marmita (MA).
9. Máquina para cubierta de chocolate (CH).


7.16 Hoja de especificación de equipos.

Hoja de especificaciones	Nombre	Lavadora de frutas
		Clave
	Marca	Sormac
Descripción del equipo Es posible procesar todo tipo de fruta, con flotabilidad positiva o negativa. El producto es empujado a través de la lavadora por la corriente de agua en combinación con el sistema compartimental de paletas de velocidad variable. El tiempo de residencia es ajustable entre 1,5 y 5 minutos. Las paletas se pueden desmontar también para obtener un flujo libre ininterrumpido. Para reforzar la acción de lavado convencional, hay un sistema especial de agitación por aire que intensifica el resultado de lavado/limpieza. El agua se recoge en un tanque separado dotado de una bomba y un tamiz previamente a su recirculación.	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	3.000 x 1.100 x 1.600 mm
	Peso	± 1.500 kg
	Depósito de agua	2.000 x 1.400 x 750 mm
	Tensión	230/400 V, trifásica, 50/60 Hz
	Capacidad	Esta depende del tipo de producto, las dimensiones y el tiempo de residencia deseado.
Características del motor	Potencia total instalada 5,74 kW	



<http://www.sormac.es/es/producto/Lavadora-de-frutas-FW-100-44>

Hoja de especificaciones	Nombre	
	Clave	Molino pulverizador
	Marca	MO
Descripción del equipo El Molino pulverizador trabaja mediante un sistema de turbina de alto impacto que por medio de impulso eléctrico logra reducir las partículas eficazmente del tamaño que sean deseadas, la granulometría es controlable por medio de una malla intercambiable por la cual es expulsado el producto. Es ideal para transformar productos en polvo, pasta o granulados. Por ser multifuncionales muelen en seco, húmedo y pastoso.	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	123 x 62 x 244 cm
	Peso solo (kg)	40
	Peso con base (kg)	150
	Material	Acero inox. 316
	Rendimiento (kg/h)	3-100
	Características del motor	
5 Hp		
		
http://maquinariapulvex.com/molino-pulverizador.html		

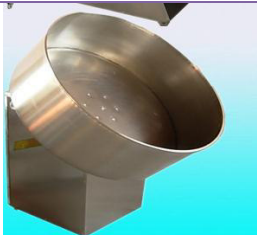
Hoja de especificaciones	Nombre	
	Clave	Mezcladora "ZZ"
	Marca	MZ
Descripción del equipo La mezcladora está diseñada y construida para auxiliar procesos de mezclado y amasado de pastas, polvos húmedos, pesados y pastas viscosas con alto contenido de grasa o humedad. Su robustez la hace especialmente apta para la producción a escala mediana e industrial de masas pesadas donde se mezclen o amasen productos similares. Sus robustos brazos de acero son de fundición completamente y puede descargarse mientras los brazos mezcladores siguen trabajando en movimiento.	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	58" X 30" X56"
	Tiempo de mezclado	20 a 30 minutos
	Descarga	Volcable/gusano extrusor
	Material	Acero inox 316
	Capacidad (kg)	100
	Características del motor	
3 H.P		
		
http://maquinariapulvex.com/mezcladora-zz.html		

Hoja de especificaciones	Nombre	
	Clave	MR
	Marca	Manufacturas Lenin
Descripción del equipo	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	2.25m. x 0.6 m x 1.35m
	Peso solo (kg)	372.5
	Rendimiento (tortillas/h)	720
	Consumo gas LP	*Cabezal 1.9 Kg *Chasis 1.1 Kg
	Amperaje (MON./BIF./TRIF.)	*Cabezal 20 / 10 / 7 *Chasis 10 / 5 / 4
	Consumo Eléctrico (KW/W)	*Cabezal 2.2 / 2200 *Chasis 1.1 / 1100
Características del motor	*CABEZAL MÁQUINA TORTILLADOR 1 ¼ HP *CHASIS COCEDOR 1 HP	



<http://www.manufacturaslenin.com/maquinas-rodillos.html>

Hoja de especificaciones	Nombre	
	Clave	T
	Marca	Azeus
Descripción del equipo	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	1020x1070x1430mm
	Capacidad	110
	Capacidad	110
	Consumo Eléctrico (KW/W)	1.1kw/380v
Características del motor	1.1 KW	



<https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-fried-food-rotary-drum-type-flavoring-machine-1392306989.html>

Hoja de especificaciones	Nombre	Embolsadora
<p>Descripción del equipo</p> <p>Envasadora automática multiformatos, fabricada con mecánica de alta resistencia, control electrónico de última generación y configuraciones para manejar formatos de bolsa.</p> <p>Diseño modular abierto para facilitar su operación, limpieza y ajustes. Cuenta con un controlador electrónico PLC con interfaz gráfica tipo touch.</p> <p>Sistema de sellado fijo con capelo de seguridad anti intrusos.</p> <p>Requiere un mantenimiento mínimo</p>	Clave	EM
	Marca	Doping Maq.
	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	160 cm x 140 cm x 170 cm
	Peso solo (kg)	800 Kg
	Consumo de aire	desde 400 L/min a 6 bar
	Velocidad	30 a 90 bpm
	Estilo de bolsa	Almohada, almohada con fuelle, almohada fondo plano
	Tamaño de bolsa	*Ancho de 50 a 300mm *Largo de 80 a 500 mm
	Materiales de empaque	Polietileno o Polipropileno, Poliéster y laminados
Tensión	220 a 440 V/50 o 60 Hz/3F	
Capacidad	Depende de la tolva a usar, el gramaje y el producto a embolsar.	
Características del motor	Potencia total 4KW	



CARACTERÍSTICAS DEL EMPACADO



<http://dopingmaq.com.mx/bolsa/tipo-almohada/suprim-s.html>

Hoja de especificaciones	Nombre	Equipo para cubierta de chocolate
	Clave	CH
	Marca	Finamac
Descripción del equipo La máquina tiene tres bandas, una banda para colocar el producto en la máquina, con una velocidad graduable, otra banda para el baño, con una velocidad graduable y un vibrador para acelerar gotas + soplador de aire frío para acelerar el secado y por último una banda para la extracción, con una velocidad graduable y con la posibilidad de utilizar papel no adherente debajo de los productos. Cuenta con accesorios para dosis de granulados, baño en la parte inferior de los productos, decorador con hilos de chocolate, entre otros	Características	
	Dimensiones (largo X ancho X altura)	1315 mm x 1215 mm x 600 mm
	Peso solo (kg)	45
	Material	Acero inoxidable
	Tensión	220 C, monofásico o bifásico 50/60 Hz
Características del motor	Consumo electricidad 270 W ou 0,27 kW	



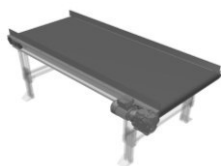
<http://www.finamac.com.br/es/produutos/maquinas-chocolate/super-coat>

Hoja de especificaciones	Nombre	Marmita
	Clave	MA
	Marca	ZANUSSI PROFESSIONAL
Descripción del equipo Aparatos ideales para la cocción en agua de carnes, pescados, verduras, tubérculos, pasta, etc., o para la cocción de alimentos líquidos o densos (caldos, leche, sopas, cremas, etc.), sin problemas de quemado del fondo. Todos los modelos van dotados de los dispositivos de seguridad previstos en la normativa actualmente en vigor. Una gama fiable, funcional, con seguridad operativa, robusta y fácil de limpiar. La gama se compone de 4 modelos a vapor con	Características	
	Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	850mm x 900mm x 980mm
	Dimensiones Recipiente	diámetro=600mm altura=420mm
	Capacidad (L)	100
	Peso (Kg)	135
	Consumo de vapor para alcanzar la ebullición	(a 0.45 bar) 50 kg/h
consumo de vapor para mantener la ebullición	(a 0.45 bar) 7 kg/h	
Servicios auxiliares	Vapor a presión nominal de 0,45 bares.	
Características del motor	potencia= 2.2kw= 2.95Hp	



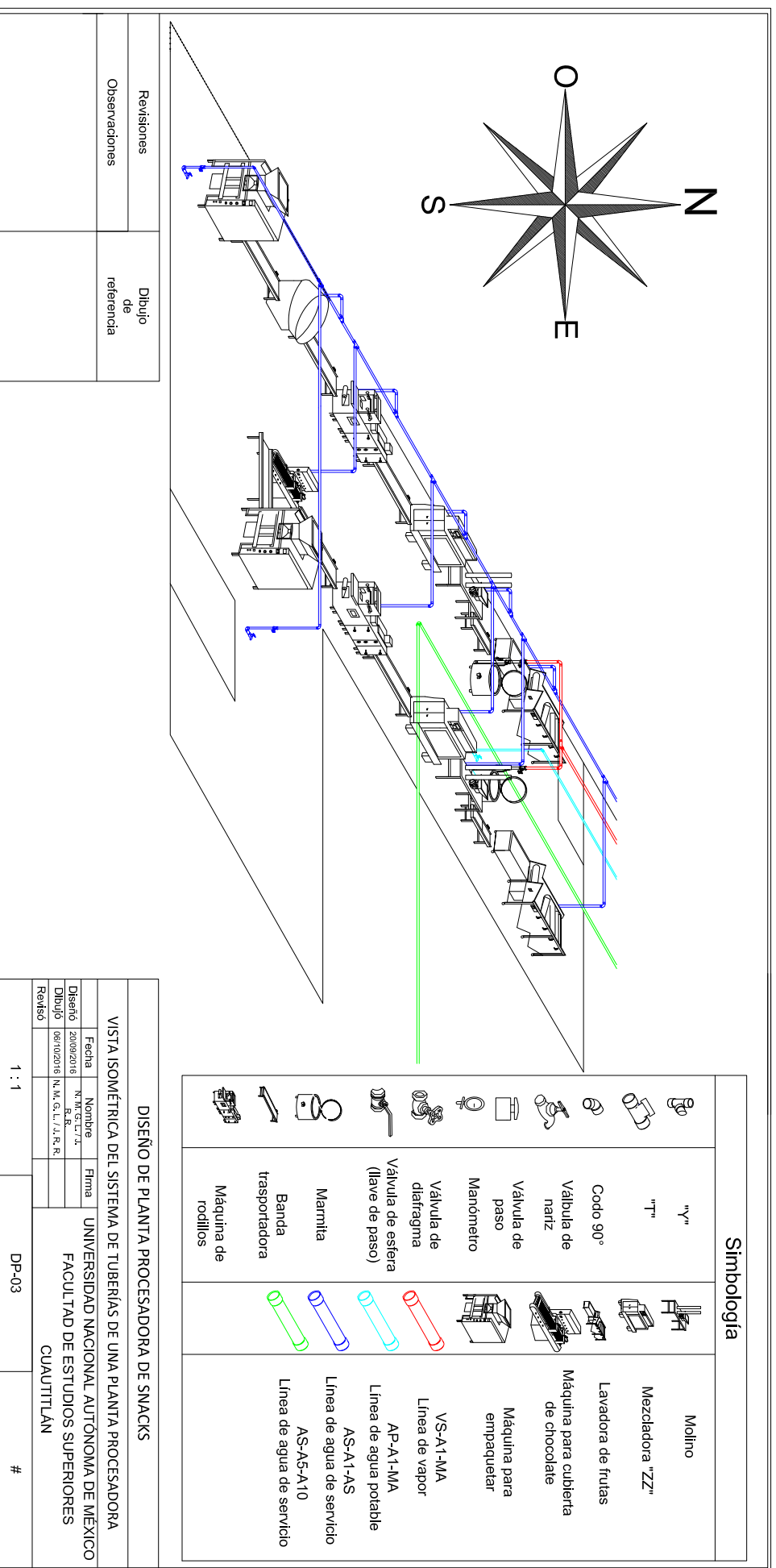
<http://tools.professional.electrolux.com/Mirror/Doc/MAD/ZANUSSI/Spanish/BBAA1.pdf>

Hoja de especificaciones	Nombre	Banda Transportadora
	Clave	BA
	Marca	Axmann
Descripción del equipo Función: Transporte continuo, evacuación, enlace, montaje, comprobación, verificación, etc. Aplicación Industria de: Envase y embalaje, Transporte y Distribución, Automoción, Plástica, Farmacéutica, Alimentación, Madera, Artes Gráficas, Metal, Textil, etc.	Características	
	Dimensiones (largo X ancho)	2250 mm x 310 mm
	Rango de carga (máximo)	50 kg/m
	Velocidad	0.05 m/s
	Material	PVC
	Rango de temperaturas	-5°C a +50°C
	Motor reductor de 3 fases	400 V
	Características del motor	3 Kw



http://www.axmann-fs.com/gurtfoerderer_gurtfoerderer_40_81_es.html

7.17 Diagrama de distribución de tubería (DT-01).



7.18 Listado de tuberías.

1. VS-A1-MA Vapor saturado para MA.
2. AP-A1-MA Agua potable para MA.
3. AS-A1-AS Agua de servicio para área 01.
4. AS-A5-A10 Agua de servicio para área 05 y 10.
5. AS-A11-AS Agua de servicio para área 11.

Tabla 61. Características de las tuberías.

Línea	Diámetro (in)	Material	Fluido
VS-A1-MA	DN25*	Acero inoxidable	Vapor
AP-A1-MA	1 ½"	Acero inoxidable	Agua potable
AS-A1-AS	1 ¼"	Cobre	Agua de servicio
AS-A5-A10	2"	Cobre	Agua de servicio
AS-A11-AS	1 ½"	Cobre	Agua de servicio

*Diámetro Nominal

7.19 Hoja de resultados de la selección del diámetro de tubería para cada línea

SERVICIO: Vapor saturado		Clave: VS-A1-MA	
Descripción: Línea encargada de transportar vapor a la marmita			
Fluido: Vapor de agua		Gasto: 75kg/h	
Temperatura (T): 103°C		Presión (P): 8 bar	
Densidad (ρ): 957.84 kg/m ³		Viscosidad (μ): 2.739E-4 Pa.s	
Material :Acero inoxidable		Cp: 4.2375 KJ/kg K	
Velocidad recomendada: 1800-3000 m/min		Diámetro seleccionado: DN 25	
Accesorios			
Tipo	Cantidad	Material	Diámetro
Codo 90°	2	Acero inoxidable	DN 25
Codo 45°	2	Acero inoxidable	DN 25
Válvulas	3	Acero inoxidable	DN 25

SERVICIO: Agua potable		Clave: AP-A1-MA	
Descripción: Esta línea se encarga de abastecer con agua potable a la marmita para la elaboración de las botanas dulces.			
Fluido: Agua potable		Gasto: 15 L/min	
Temperatura (T): 15°C		Presión (P): 568 mmHg	
Densidad (ρ): 0.00114 Kg/m s		Viscosidad (μ): 999.14 Kg/m ³	
G:		Cp: 4.1889 KJ/Kg K	
Material: Acero inoxidable		Cédula: 40	
Diámetro calculado: ½" ¾", 1 ½"		Diámetro seleccionado: 1 ½"	
Velocidad recomendada: 1.2 - 2.1 m/s		Velocidad calculada: 1.284 m/s	
ΔP		ΔP_{total} : 34823.93 Pa / 0.015 bar	
#Re: 22737.65		*f: 0.0327	
Accesorios			
Tipo	Cantidad	Material	Diámetro
Válvula	1	Acero inoxidable	1 ½"
Codo 90°	2	Acero inoxidable	1 ½"
Codo 45°	1	Acero inoxidable	1 ½"

SERVICIO: Agua de servicio		Clave: AS-A1-AS	
Descripción: Esta línea tiene como objetivo abastecer al área de producción con agua de servicio, para realizar la limpieza de la misma.			
Fluido: Agua de servicio		Gasto: 83.33 L/min	
Temperatura (T): 15°C		Presión (P): 568 mmHg	
Densidad (ρ): 0.00114 Kg/m s		Viscosidad (μ): 999.14 Kg/m ³	
G:		Cp: 4.1889 KJ/Kg K	
Material: Cobre		Cédula: 40	
Diámetro calculado: 1", 1 ¼"		Diámetro seleccionado: 1 ½"	
Velocidad recomendada: 1.2 - 3 m/s		Velocidad calculada: 1.645 m/s	
ΔP		ΔP_{total} :4080.93 Pa /0.397 bar	
#Re: 77734.31		*f: 0.02	

Accesorios

Tipo	Cantidad	Material	Diámetro
Válvula	1	Cobre	1 ½"
Codo 90°	2	Cobre	1 ½"
Codo 45°	1	Cobre	1 ½"

SERVICIO: Agua de servicio		Clave: AS-A5-A10	
Descripción: Esta línea se encarga de llevar agua a los baños, regaderas, vestidores y comedor.			
Fluido: Agua		Gasto: 733.33 L/min	
Temperatura (T): 15°C		Presión (P): 568 mmHg	
Densidad (ρ): 0.00114 Kg/m s		Viscosidad (μ): 999.14 Kg/m ³	
G:		Cp: 4.1889 KJ/Kg K	
Material: Cobre		Cédula: 40	
Diámetro calculado: 3", 3 ½", 4"		Diámetro seleccionado: 2"	
Velocidad recomendada: 1.2 - 3 m/s		Velocidad calculada: 1.558 m/s	
ΔP		ΔP_{total} : 5093.3394 Pa / 2.6 bar	
#Re: 212572.33		*f: 0.0155	

Accesorios

Tipo	Cantidad	Material	Diámetro
Válvula	1	Cobre	2"
Codo 90°	6	Cobre	2"
Codo 45°	1	Cobre	2"

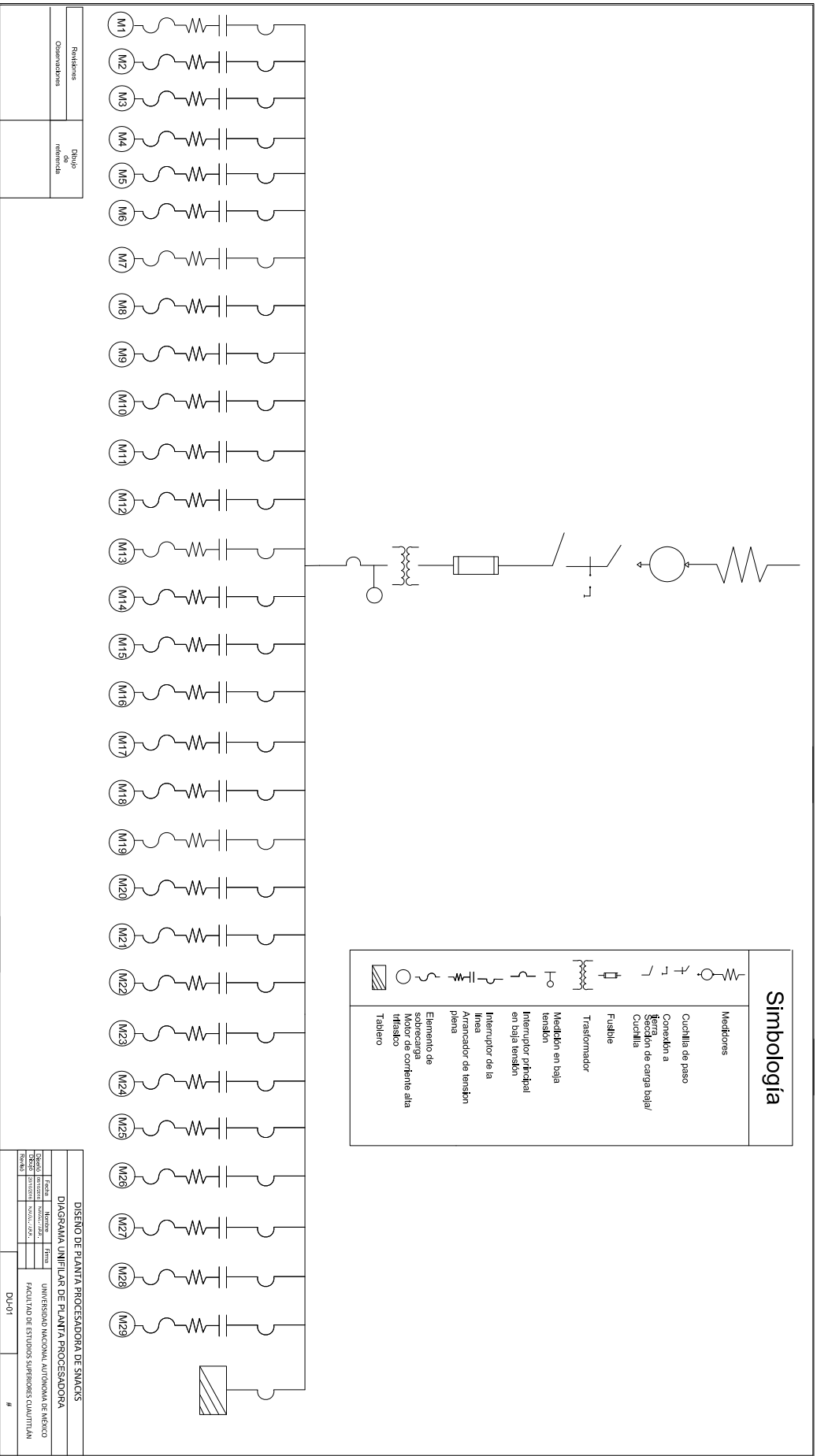
SERVICIO: Agua de servicio		Clave: AS-A11-AS	
Descripción: Línea encargada de abastecer con agua de servicio a la caldera			
Fluido: Agua de servicio		Gasto: 22.04 gpm = 83.33 L/min	
Temperatura (T): 15 °C		Presión (P): 568 mmHg	
Densidad (ρ): 0.00114 Kg/m s		Viscosidad (μ): 999.14 Kg/m ³	
G:		Cp: 4.1889 KJ/Kg K	
Material: Cobre		Cédula: 40	
Diámetro calculado: 3/4", 1"		Diámetro seleccionado: 1 ½"	
Velocidad recomendada: 2.4 - 4.6 m/s		Velocidad calculada: 2.468 m/s	
ΔP		ΔP_{total} :42603.906 Pa /0.392 bar	
#Re: 142914.94		*f: 0.0170	

Accesorios

Tipo	Cantidad	Material	Diámetro
Válvulas	1	Cobre	1 ½"
Codos 90°	2	Cobre	1 ½"
Codo 45°	1	Cobre	1 ½"

Nota: el cálculo de tuberías se realizó utilizando el monograma de Crane, 2011.

7.20 Diagrama eléctrico. 7.20.1 Diagrama unifilar.



7.21 Listado de motores.

Tabla 62 Listado y potencia de los motores que se encuentran en la planta.

Clave de motor	Equipo al que pertenece	Potencia (Hp)
M1	L1	7.69
M2	L1	7.69
M3	MO	5
M4	MO	5
M5	MZ	3
M6	MZ	3
M7	MR (cabezal)	1 1/4
M8	MR (cabezal)	1 1/4
M9	MR (chasis)	1
M10	MR (chasis)	1
M11	T	1.47
M12	EP	5.36
M13	EP	5.36
M14	CH	0.36
M15	MA	2.95
M16	MA	2.95
M17	B	4.02
M18	B	4.02
M19	B	4.02
M20	B	4.02
M21	B	4.02
M22	B	4.02
M23	B	4.02
M24	B	4.02
M25	BO (AP-A1-MA)	1/2
M26	BO (AS-A1-AS)	1/2
M27	BO (AS-A5-A10)	3
M28	BO (AS-A11-AS)	1/2
M29	COMPRESOR	7.4
Sumatoria Total		98.39

Tabla 63 Lux y Watts mínimos necesarios para cada área de la planta.

Área	Lux	Watts*	Hp
Proceso	500	2042	2.734
Administrativa	300	184	0.247
Laboratorio	300	60	0.080
Almacén materia prima	50	65	0.087
Almacén de producto terminado	50	35	0.047
Baños, regaderas y vestidores	150	82	0.110
Comedor	150	79	0.106
Cuarto de caldera	300	100	0.134
Cuarto de máquinas	300	125	0.168
Mantenimiento	200	15	0.020
Carga y descarga	100	302	0.405
Subestación	200	67	0.090
Cuarto de vigilancia	200	34	0.046
Sumatoria total			4.274

*Convertor de lux a waths tomando en cuenta lámpara flourecente/led (rapidtables.com).

Los Hp totales requeridos para el funcionamiento de la planta son 102.664 Hp.

7.22 Cálculo del transformador.

$$I = \frac{746 * \Sigma Hp_{tot}}{\sqrt{3} * V_f * \eta * F_p}$$

$V_f =$ tensión entre fases

$\eta =$ eficiencia del sistema

$F_p =$ factor de potencia

$$I = \frac{746 * 102.664}{\sqrt{3} * 220 \text{ volts} * .90 * .90} = 248.135 \text{ A}$$

$$kVA = \frac{I * V_f * 1.73}{1000}$$

$$kVA = \frac{248.135 \text{ A} * 220 \text{ V} * 1.73}{1000} = 94.44$$

Se seleccionó un transformador pedestal trifásico de marca PROLEC que tiene una capacidad de 112.5 kVA la opción adecuada (tabla 00), Frecuencia 60 Hz (Pedestal, 2016).

Tabla 64 Dimensiones generales de los transformadores (mm)

kVA	Alto	Ancho	Profundidad	Peso (kg)	Lts de aislante
75	1,620	1,155	1,645	1,140	515
112.5	1,625	1,170	1,645	1,235	545
150	1,635	1,195	1,650	1,310	545
225	1,680	1,265	1,710	1,585	620
300	1,700	1,355	1,730	1,750	645
500	1,725	1,560	1,770	2,250	770
750	1,895	1,820	1,840	2,990	1,030
1000	1,970	1,910	1,895	3,470	1,180
1500	2,090	2,080	2,110	4,485	1,395
2000	2,180	2,155	2,250	5,395	1,640
2500	2,215	2,245	2,430	6,255	1,840

Conclusiones

La hipótesis fue correcta y el objetivo general se cumplió pues la combinación de cereal-leguminosa propuesta para los snacks desarrollados aumentó el contenido de proteínas y fibra en comparación con los productos comerciales que son hechos a base de cereales.

Se propusieron 8 formulaciones de las cuales se pudieron elegir 2 a través de pruebas de aceptación, las cuales mostraron la inclinación de los panelistas hacia las botanas mochi y chocolate, a las cuales se les realizó AQP y pruebas microbiológicas. También se propuso un diseño de planta procesadora para ambas botanas.

Este trabajo es de gran interés pues como se mencionó anteriormente en la actualidad la población mexicana atraviesa por diversos problemas de salud asociados con la alimentación y como alternativa a ello en el presente trabajo se desarrollaron dos botanas saludables incluyendo dentro de su formulación materias primas saludables como el frijol la lenteja, plátano, calabaza, betabel, chía y linaza. Debido a la naturaleza de las materias primas seleccionadas la botana incrementó su contenido de proteínas en comparación con las botanas comerciales, pues se obtuvo poco más del doble en el caso de la botana dulce y el doble en el caso de la botana salada en comparación con productos comerciales, el contenido de carbohidratos fue parecido a los productos comerciales, el contenido de grasa fue bajo (9.2% dulce y 11.11% salada) por lo cual ambas botanas pueden ser denominadas como bajas en grasa, los productos comerciales contienen el doble en comparación con las botanas desarrolladas. Ambas botanas pueden ser denominadas como adicionadas en fibra (dulce 17.3% y salada 18.6%) y en comparación con los comerciales la botana dulce tiene 4 veces más fibra y la salada 3 veces más, ambas botanas son un producto inocuo, según refleja el análisis microbiológico ya que los valores son menores que los establecidos en la norma.

Para la elaboración de las etiquetas y que esta cumplieran con las normas NOM-051-SCFI y NOM-086-SSA1-1994 se realizó la prueba de absorción atómica para conocer el contenido de sodio en las botanas. La botana salada contiene 26% de sodio según la ingesta diaria recomendada (basados en una dieta de 2000 Kcal) esto es más de lo que contienen los productos comerciales con los que se comparó, e indica que el producto tiene una elevada cantidad de sodio (FDA) en cambio la botana dulce contiene 1% de sodio logrando ser un producto muy bajo en sodio.

El contenido de cenizas para la botana dulce es de 0.699g por porción (30g) de cenizas, si restamos la cantidad de sodio que se encontró en la botana dulce observamos que 0.6795 g son de otros minerales, en la botana salada es 1.4 g de cenizas en una porción de 30g de producto, restando la porción de sodio encontrado en la botana observamos que 0.872g pertenece a otros minerales.

El análisis sensorial demostró que es posible elaborar botanas estadísticamente aceptables bajas en grasa y altas en fibra en comparación con las comerciales, es por esto que Debido a estos atributos nutricionales prometedores, así como la creciente preferencia del consumidor por alimentos de origen vegetal ricos en proteínas, los productos desarrollados son una buena opción a contemplar para el mercado actual.

Recomendaciones

- Realizar pruebas específicas para saber qué minerales son los que aportan ambas botanas.
- Realizar pruebas físicas, fisicoquímicas y texturales a las botanas para poder tener las especificaciones de producto terminado.
- Realizar pruebas físicas y texturales para saber las especificaciones de la masa.
- Realizar pruebas para saber la vida de anaquel.
- Determinar la cantidad de aditivo a adicionar para controlar el contenido de sodio. en las botanas saladas o buscar otra alternativa basándose en la cantidad de sodio aportada por el aditivo.
- Realizar un “Escore químico” (método teórico de cálculo del perfil de los aminoácidos), para saber el contenido final de aminoácidos en los productos.
- Rectificar los productos elaborados con respecto a la ISO 9001 para saber si los productos pueden salir al mercado.
- Al tomar en cuenta el diseño teórico de este proyecto se recomienda realizar pruebas piloto en los equipos para saber si son los indicados

Anexos

Ejemplo de cálculo de bomba.

Se calculará la potencia de la bomba que abastece de agua potable a la marmita. Para ello se tiene en cuenta un tanque de almacenamiento de 450 litros lo equivalente a usar ambas marmitas por dos ocasiones a su máxima capacidad. Considerando un tiempo de llenado de 15 min.

1.- Se calcula el caudal (L/min), también se establece la velocidad recomendada para el fluido que se quiera transportar. En este caso la velocidad recomendada es de 1.2 - 2.1 m/s para agua potable (Crane).

Usando:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Litros del tanque}}{\text{minutos de llenado}}$$

$$\text{Caudal} = \frac{450 \text{ litros}}{15 \text{ min}} = 30 \text{ L/min}$$

Una vez calculado el caudal, utilizamos Crane, para flujos de agua en tuberías de acero de cédula 40 página B-16. Se observan los diámetros compatibles para el caudal que se calculó. Siendo estos 2", 1½", ¾", 1", 1¼" y 1½". Para seleccionar un diámetro de tubería de entre las opciones, se efectúa un filtro en donde se tomará en cuenta la velocidad recomendada (1.2 - 2.1 m/s) y el segundo filtro tomara en cuenta el diámetro de tubería que presente menor caída de presión. Tal como se muestra a continuación:

B-11a. Flujo de agua en tuberías de acero de cédula 40

Caída de presión en 100 metros y velocidad en tuberías de cédula 40, para agua a 15°C														
Caudal (litros por minuto)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)	Velocidad (metros por segundo)	Caída de presión (bar)
	1/8"		1/4"		3/8"		1/2"		3/4"		1"			
1	0.459	0.726	0.251	0.17										
2	0.918	2.59	0.501	0.60										
3	1.38	5.59	0.752	1.22	0.272	0.136	0.170	0.044						
4	1.84	9.57	1.00	2.09	0.407	0.29	0.255	0.091	0.144	0.023				
5	2.29	14.45	1.25	3.18	0.543	0.48	0.340	0.151	0.192	0.038	0.120	0.012		
					0.679	0.70	0.425	0.223	0.241	0.057	0.150	0.017		
6	2.75	20.29	1.50	4.46	0.815	0.98	0.510	0.309	0.289	0.077	0.180	0.024		
8	3.67	35.16	2.01	7.36	1.09	1.69	0.680	0.524	0.385	0.129	0.240	0.041	0.138	0.011
10			2.51	11.81	1.36	2.52	0.850	0.798	0.481	0.193	0.300	0.061	0.172	0.015
15			3.76	25.67	2.04	5.37	1.28	1.69	0.722	0.403	0.450	0.124	0.258	0.032
20					2.72	9.24	1.70	2.84	0.962	0.683	0.600	0.210	0.344	0.054
	2"		2 1/2"		3"		3 1/2"		4"		4 1/2"		5"	
30	0.231	0.016	0.216	0.016			2.55	6.17	1.44	1.45	0.900	0.442	0.517	0.114
40	0.308	0.022	0.288	0.022			3.40	8.72	1.93	1.93	1.200	0.596	0.689	0.153
50	0.385	0.039	0.270	0.017			4.41	12.53	2.41	2.41	1.500	0.783	0.861	0.290
60	0.462	0.055	0.324	0.023			5.80	17.21	3.10	3.10	1.800	1.041	1.03	0.400

Una vez aplicado el primer filtro podemos ver que nos queda elegir de entre un diámetro de tubería, por esta razón no se aplica el segundo filtro. Seleccionando de esta forma el diámetro de ¾".

2.- Lo siguiente es calcular el flujo (m^3/s), el cual se obtiene a partir de la velocidad (L/min).

$$30 \frac{L}{min} \times \frac{1 min}{60 s} \times \frac{0.001 m^3}{1 L} = 0.000500 \frac{m^3}{s}$$

Obteniendo así un flujo de 0.0005 m^3/s . También se deberá obtener la medida del diámetro interno de la tubería seleccionada para agua potable (3/4”), la cual se encuentra en Bioprocessing Pipelines, para tubo sanitario, pagina 140, tal como se muestra a continuación:

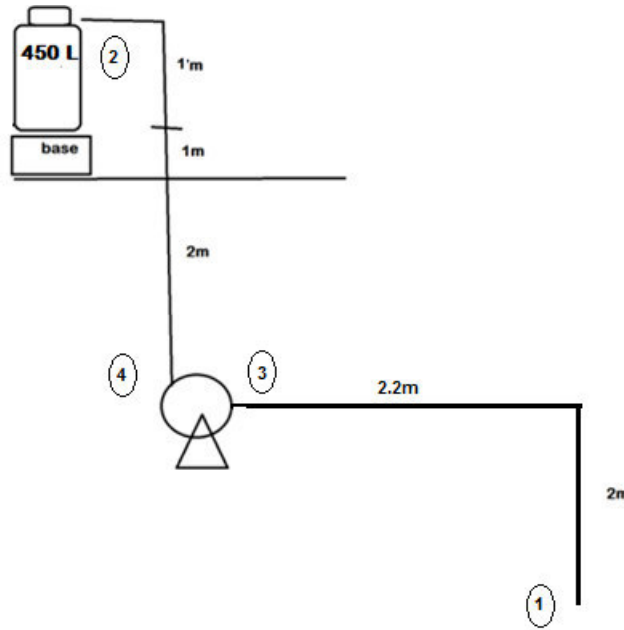
Nominal Size	Sanitary Tubing		Schedule 40 Pipe	
	I.D.* mm	O.D.* mm	I.D.* mm	O.D.* mm
1/2	9.4	12.7	15.8	21.3
3/4	15.7	19.1	20.9	26.7
1	22.1	25.4	26.6	33.4
1 1/2	34.8	38.1	40.9	48.3
2	47.5	50.8	52.5	60.3
2 1/2	60.2	63.5	62.7	73.0
3	72.0	76.2	77.9	88.9
4	97.4	101.6	102.3	114.3
6	146.9	152.4	154.1	168.3
8	197.7	203.2	202.7	219.1

* I.D. = Inside Diameter

* O.D. = Outside Diameter

Obteniendo así un diámetro interno de 15.7 mm para tubería de 3/4” de tubo sanitario.

3.- Lo siguiente es fijar los puntos 1, 2, 3 y 4 en el diagrama, para efectuar balances para obtener el trabajo de la bomba o cabezal y la presión de succión, tomando como referencia los puntos 1 (punto de entrada del fluido), 2 (punto de salida del fluido), 3 (punto de entrada a la bomba) y 4 (punto de salida de la bomba), tal como se muestra en el diagrama a continuación.



4.- Para calcular el cabezal de la bomba se efectúa un balance del punto 1 al punto 2 (Bioprocessing Pipelines).

Partiendo de:

$$W_f = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{\alpha} + (Z_2 - Z_1)g + \sum F$$

.....Ba.1

Dónde:

$P_X =$ Presión en el punto X (Pa).

$\rho =$ Densidad del fluido (Kg/m^3).

$\alpha =$ Factor de corrección de energía cinética.

$V_X =$ Velocidad volumétrica promedio (m/s)

$Z_X =$ elevación al punto X (m).

$g =$ Aceleración gravitacional (9.81 m/s).

$F =$ Pérdida de energía viscosa (pérdida por fricción) en unidades de masa J/Kg.

$W_f =$
Trabajo de la bomba, Cabezal (J/Kg).

$\frac{P_2 - P_1}{\rho} =$
Pérdida de energía por presión (J/Kg).

$\frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{\alpha} =$
Pérdida de energía cinética (J/Kg).

$(Z_2 - Z_1)g =$ Pérdida de energía potencial (J/Kg).

$\Sigma F =$ Sumatoria de todas las pérdidas por fricción (J/Kg).

Considerando que el diámetro de tubería es el mismo, obtenemos:

$$W_f = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + 0 + (Z_2 - Z_1)g + \frac{2F_F V^2 L}{D} + \frac{K_{f\text{valvula}} V^2}{2} + \frac{K_{f\text{codo}} V^2}{2} + \frac{K_{fY} V^2}{2} \quad \dots\text{Ba.2}$$

de la cual conocemos:

Datos conocidos	
Patm (Pa)*	75727.12
G (m3/s)	0.000500
D in (mm)	15.7
z1 (m)	-2
z2 (m)	6.3
g (m/s^2)	9.81
gc (kgm/Ns^2)	1
h (m)	2
v (m/s)	2.583
L 1-2 (m)	8.8
L 1-3 (m)	4.5
ρ (H2O,15°C) Kg/m3	999.14
P vapor 15° (Pa)	1703.6
# válvulas	1
# codos	2
# Y	1

*Presión atmosférica de Chimalhuacán (Anexo 3)

**Valores obtenidos de tablas de vapor

Al tomar en cuenta los datos conocidos podemos calcular los restantes de la siguientes forma:

Para obtener la presión hidrostática.

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} = \frac{P_{atm} - (P_{atm} - P_{hidrostatica})}{\rho} \dots \text{Ba. 3}$$

$$P_{hidrostatica} = \frac{\rho g h}{gc} \dots \text{Ba.4}$$

Dónde:

ρ = Densidad del fluido (Kg/m^3).

g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s).

h = Altura del fluido (m)

$gc = 1 \text{ Kg m}/\text{N s}^2$

$$P_{hidrostatica} = \frac{9.81 \text{ m/s}^2 * 2 \text{ m}}{1 \text{ Kg m}/\text{Ns}^2} = -19.62 \text{ J/Kg} = P_2$$

Para obtener la presión 1.

$$P_1 = P_{hidrostatica} + P_{atmosferica} \dots \text{Ba.5}$$

$$P_1 = -19.62 + 75727.12 = 75707.503 \text{ Pa}$$

Para obtener el Reynolds.

$$Re = \frac{D_{in} * V^2 * \rho}{\mu} \dots \text{Ba. 6}$$

Dónde:

D_{in} = Diámetro interno (m).

V^2 = Velocidad volumétrica (m/s)

ρ = Densidad del fluido (Kg/m^3).

μ = Viscosidad del fluido (Kg/ms).

$$Re = \frac{104.63757}{999.14} = 91787.34$$

Para obtener la pérdida por fricción (Hazen- william, sistema métrico)

$$P_F = \frac{9.52 \times 10^{-6} * Q^{1.8} * L}{D_{in}^{4.87}} \dots \text{Ba.7}$$

Dónde:

$$P_F = \frac{0.045268275 L/\text{min } m}{666854.8394 \text{ mm}} = 6.78833 \times 10^{-8} \text{ mm H}_2\text{O}$$

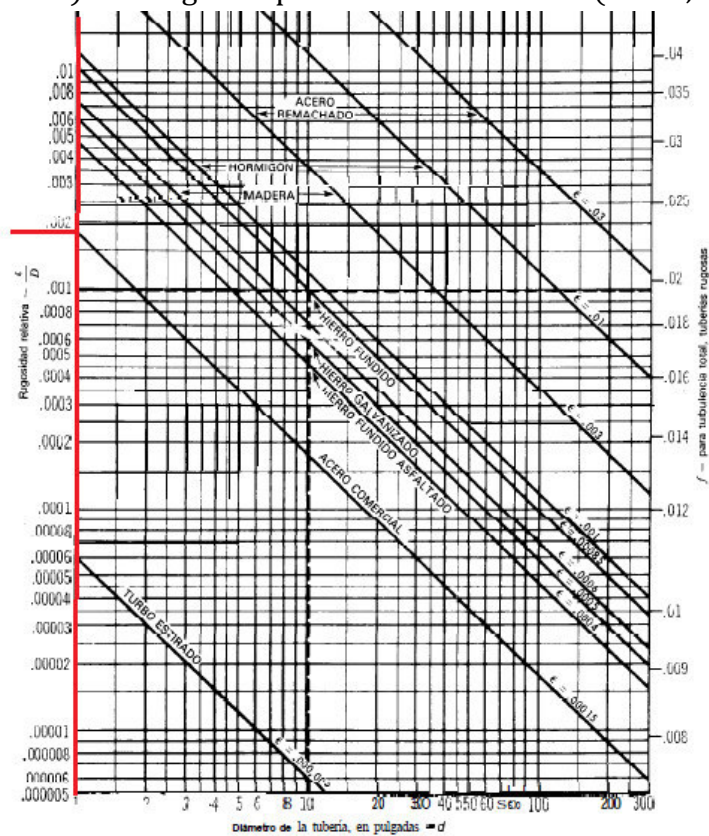
$$P_F = 6.66262 \times 10^{-07} \text{ J/Kg}$$

Para obtener el factor de rozamiento

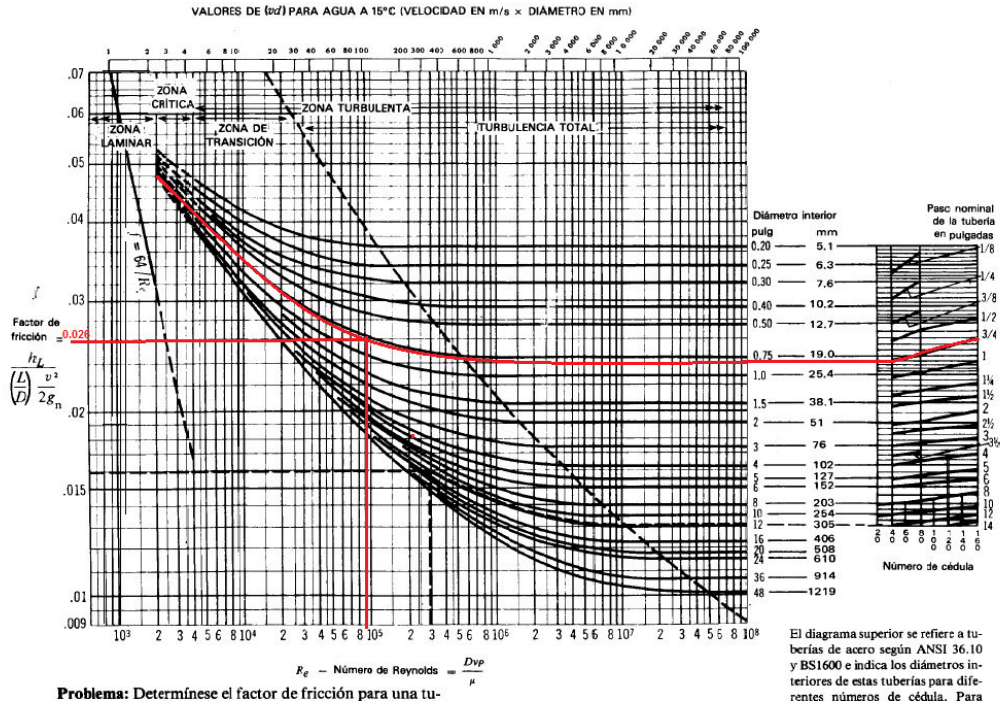
$$\frac{\epsilon}{D} \dots \text{Ba.8}$$

$$F = \frac{0.002 \text{ mm}}{9.4 \text{ mm}} = 1.3 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

Se obtuvo ϵ (rugosidad) del diagrama para tubería comercial (Crane, 2011).



Para el factor de fricción se obtuvo con el diagrama de moody como se indica a continuación (Crane, 2011):



Leyendo en el diagrama:

$$F = 0.026$$

Para los coeficiente de fricción de los accesorios.

$$K_{f \text{ codo } 90} = 30 * F \dots \text{Ba.9}$$

$$K_{f \text{ codo } 90} = 30 * 0.026 = 0.78 Ff$$

$$K_{f \text{ válvula}} = 75 * F \dots \text{Ba.10}$$

$$K_{f \text{ válvula}} = 75 * 0.026 = 1.95 Ff$$

$$K_{f \text{ codo } 45} = 16 * F \dots \text{Ba. 11}$$

$$K_{f \text{ codo } 45} = 16 * 0.026 = 0.416 Ff$$

Sustituyendo en balance 1- 2

$$W_f = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + 0 + (Z_2 - Z_1)g + \frac{2F_f V^2 L}{D} + \frac{K_{f \text{ válvula}} V^2}{2} + \frac{K_{f \text{ codo}} V^2}{2} + \frac{K_{f Y} V^2}{2}$$

... Ba. 2

dónde:

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} = \frac{P_{atm} - (P_{atm} + P_{hidrostatica})}{\rho} \therefore \frac{P_2 - P_1}{\rho} = -\frac{\rho gh}{\rho} = -\frac{gh}{gc}$$

$$W_f = -19.62 J/Kg + \frac{81.423}{1 gc} + \frac{0.0453}{66854.8394} + \frac{13.0076}{2 gc} + \frac{10.4061}{2 gc} + \frac{2.7749}{2 gc} =$$

$$W_f = -19.62 J/Kg + 81.423 J/Kg + 6.663 \times 10^{-07} J/Kg + 6.504 J/Kg + 5.2030 J/Kg$$

$$+ 1.3875 J/Kg =$$

$$W_f = 74.8973 J/kg$$

$$W_f = \text{Cabezal} = 74832.8784 Pa$$

5.- Balance del punto 1 al punto 3.

Partiendo de:

$$W_f = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{\alpha} + (Z_2 - Z_1)g + \sum F$$

.....Ba. 1

obtenemos:

$$P_{succion} = P_3 = P_1 - \left[\frac{(z_3 - z_1)g}{gc} + \frac{2F_FLV^2}{Dgc} + \frac{K_f \text{codo} V^2}{2gc} + \frac{K_f \text{valvula} V^2}{2gc} \right] \rho \quad \dots \text{Ba.3}$$

Dónde:

$$P_1 = (P_{atm} + P_{hidrostatica}) = P_1 + \frac{\rho gh}{gc}$$

$$P_1 = \frac{95310.6298 \text{ Kg} / \text{m s}^2}{1 \text{ Kg m} / \text{N s}^2} = 95310.6298 Pa$$

Accesorios para del punto 1 al punto 3	
# válvulas	1
# codos	1

Sustituyendo en Ba. 3

$$P_3 = 95310.6298 \text{ Pa} - \left[\frac{22.563 \text{ m}^2/\text{s}^2}{1 \text{ Kg m/N s}^2} + \frac{0.3902 \text{ m}^2/\text{s}^2}{0.0094 \text{ Kg m/N s}^2} + \frac{5.2030 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \text{ Kg m/N s}^2} + \frac{13.0076 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \text{ Kg m/N s}^2} \right] 999.14 \text{ Kg/m}^3 =$$

$$P_3 = 95310.6298 \text{ Pa} [22.563 \text{ Nm/Kg} + 24.8552 \text{ N m/Kg} + 2.6015 \text{ N m/Kg} + 6.5038 \text{ N m/Kg}] 999.14 \text{ Kg/m}^3 =$$
$$P_3 = 38835.7058 \text{ Pa}$$

6.- Balance del punto 3 al punto 4.

donde

$$W_f = \frac{P_4 - P_3}{\rho}$$

Ba. 12

$$P_4 = W_f \rho + P_3 \quad \text{Ba. 13}$$

$$P_4 = (74.8973 \text{ J/Kg} * 999.14 \text{ Kg/m}^3) + 38835.7058 \text{ Pa}$$
$$P_4 = 113668.5842 \text{ Pa}$$

7.- Para seleccionar una bomba centrífuga es necesario contar con P4 en unidades de pies de agua, el gasto en galones por minuto y el Cabezal en Psi.

$P_4 = 38.0290 \text{ ft H}_2\text{O}$ redondeando $38 \text{ ft H}_2\text{O}$

GPM= 7.937 gal/min redondeando 8 gal/min .

Cabezal = 10.854 Psi redondeando 11 Psi .

De esta forma se puede entrar al catálogo (Tri-Clover) y seleccionar las opciones de la bomba al desplazarse sobre B (cabezal) y C (GPM), obteniendo 2 opciones de bomba.

B Pressure in Lb./Sq.In.	A Head in Feet	C →									
		U.S. GALLONS PER MINUTE									
		4	8	12	16	20	30	40	50	60	
POUNDS PER HOUR											
		2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	
1.7	4	114-2 ¹ / ₂ 1/4-18	114-2 ¹ / ₂ 1/4-18	114-2 ¹ / ₂ 1/4-18	114-2 ³ / ₄ 1/4-18	114-2 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18		
2.6	6	114-2 ³ / ₄ 1/4-18	114-2 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/2-18
3.5	8	114-3 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/2-18	114-4 1/2-18
4.3	10	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₄ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-4 1/2-18	114-4 1/2-18	216-4 1/2-18 114-2 ³ / ₄ 3/4-36
5.2	12	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ¹ / ₂ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-4 1/2-18	114-4 1/2-18	114-4 1/2-18	216-4 ¹ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36 114-2 ³ / ₄ 3/4-36
6.1	14	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-3 ³ / ₄ 1/4-18	114-4 1/4-18	114-4 1/2-18	114-4 1/2-18	216-4 ¹ / ₄ 3/4-18	216-4 ¹ / ₄ 3/4-18	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36 114-2 ³ / ₄ 3/4-36
6.9	16	114-4 1/4-18	114-4 1/4-18	114-4 1/4-18	114-4 1/4-18	114-4 1/4-18	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18	216-4 ¹ / ₂ 1-18 114-3 3/4-36
7.8	18	216-4 ¹ / ₄ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₄ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₄ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₄ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₄ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36
8.7	20	216-4 ¹ / ₂ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 1/2-18 114-2 ¹ / ₂ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 1/2-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ¹ / ₂ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-3 3/4-36	216-4 ³ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 1-18 114-3 3/4-36
9.8	22 ¹ / ₂	216-4 ³ / ₄ 1/2-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-4 ³ / ₄ 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 3/4-18 114-3 3/4-36	216-5 3/4-18 114-3 3/4-36	216-5 3/4-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36
10.8	25	216-5 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-2 ³ / ₄ 1/2-36	216-5 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36
13	30	216-5 ¹ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₄ 1-18 114-3 1/2-36	216-5 ¹ / ₂ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₂ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₂ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ¹ / ₂ 1 ¹ / ₂ -18 114-3 ¹ / ₄ 1-36 114-3 ¹ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18
15.2	35	216-5 ³ / ₄ 3/4-18 114-3 1/2-36	216-5 ³ / ₄ 1-18 114-3 1/2-36	216-5 ³ / ₄ 1-18 114-3 1/2-36	216-5 ³ / ₄ 1-18 114-3 1/2-36	216-5 ³ / ₄ 1-18 114-3 1/2-36	216-5 ³ / ₄ 1-18 114-3 3/4-36	216-5 ³ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18 114-3 ¹ / ₄ 3/4-36	216-5 ³ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18 114-3 ¹ / ₄ 1-36	216-5 ³ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18 114-3 ¹ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18	216-5 ³ / ₄ 1 ¹ / ₂ -18 114-3 ¹ / ₂ 1 ¹ / ₂ -18

Llamaremos a las opciones A1 y B1.

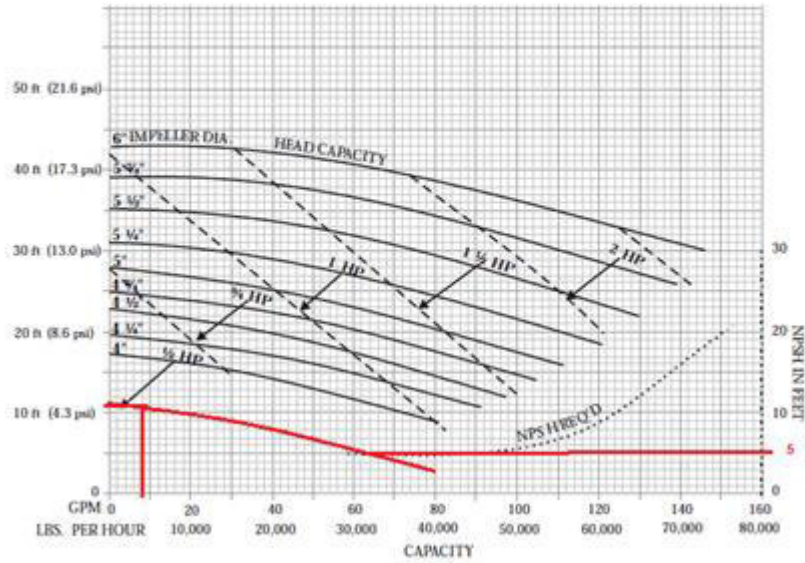
	A1	B1
Tamaño/modelo	216	114
D impulsor	5 1/4	3
Consumo (HP)	3/4	1/2
RPM	18	36

Una vez hecho esto, nos dirigimos a los diagramas, para buscar una opción u opciones por el modelo y revoluciones por minuto.

Opción a1.

**For All Size 216 Pumps, Speed 1750 RPM
Inlet 2" – Outlet 1½"**

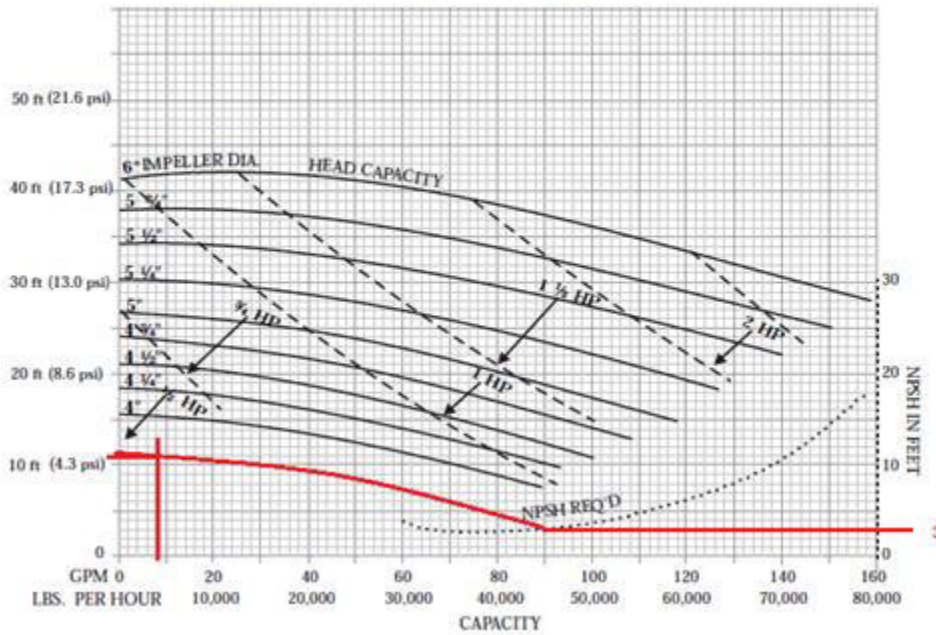
All curves are typical performance curves, not Certified, and should be applied for guideline purposes only.



Opción a2

**For All Size 216 Pumps, Speed 1750 RPM
Inlet 2½" – Outlet 1½"**

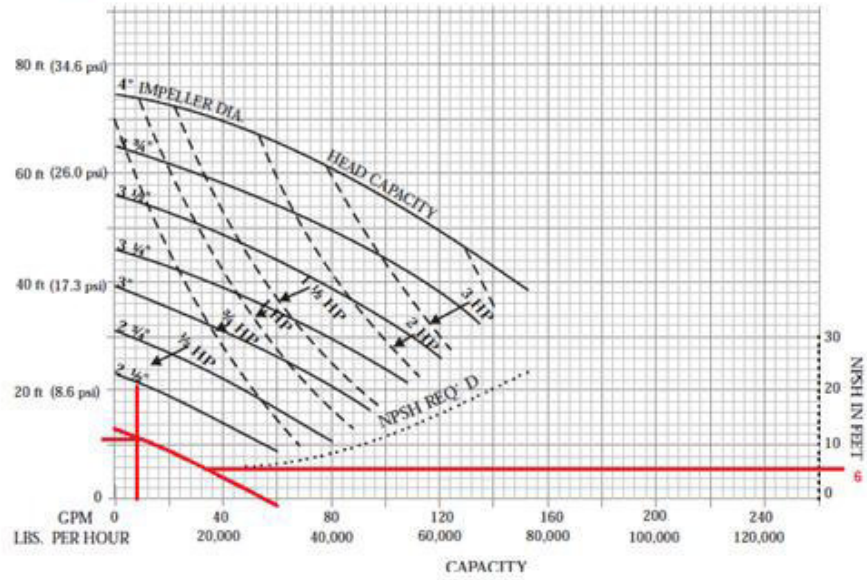
All curves are typical performance curves, not Certified, and should be applied for guideline purposes only.



Opción b1

**For All Size 114 Pumps, Speed 3500 RPM
Inlet 1 1/2" - Outlet 1 1/2"**

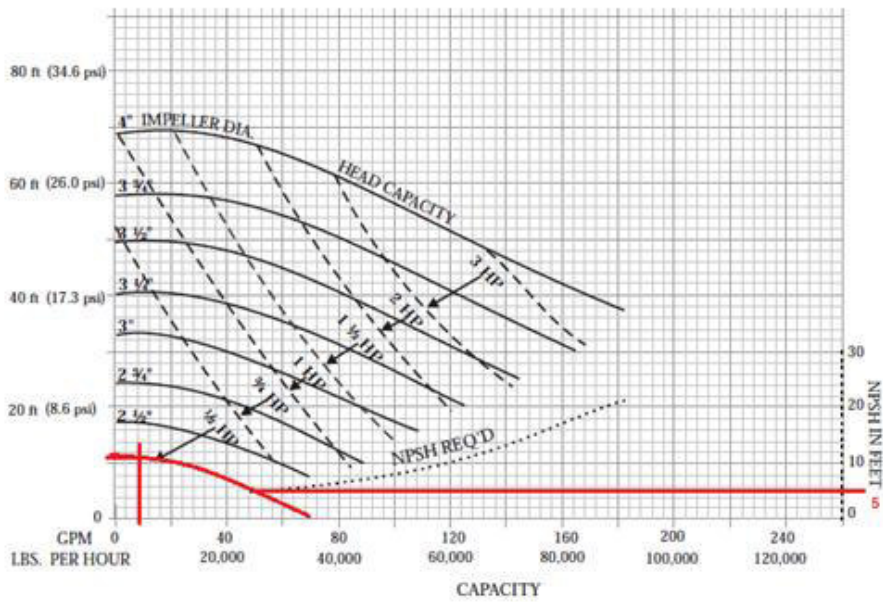
All curves are typical performance curves, not Certified, and should be applied for guideline purposes only.



Opción b2

**For All Size 114 Pumps, Speed 3500 RPM
Inlet 2" - Outlet 1 1/2"**

All curves are typical performance curves, not Certified, and should not be applied for guideline purposes only.



Al revisar los modelos de las bombas, se encontraron 4 opciones, las cuales se resumen en el cuadro siguiente:

	216		114		
	Opción a1	Opción a2	Opción b1	Opción b2	
φ int	2	2 1/2	1 1/2	2	
φ out	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	
Potencia =	1/2	1/2	1/2	1/2	
φ inp =	4	4	2 1/2	2 1/2	
NPSH reque =	5	3	6	5	ft H2O

Una vez obtenidas las opciones con sus respectivas características, se calcula el NPSH disponible.

$$NPSH_{disponible} = P_{succion} - P_{vapor} \quad \dots Ba. 14$$

$$NPSH_{disponible} = 38835.7058 Pa - 1703.6 Pa = 37132.1058 Pa$$

$$NPSH_{disponible} = 5.3856 Psi = 12.5246 ft H2O$$

Comparamos el NPSH requerido con el NPSH disponible para poder seleccionar o filtrar las posibles bombas, tomando en cuenta que:

$$NPSH_{reque} < NPSH_{dispo}$$

	Opción A1	Opción A2	Opción B1	Opción B2	
NPSH dispo =	12.5246	12.5246	12.5246	12.5246	ft H2O
NPSH reque =	5	3	6	5	ft H2O

Como se puede observar todas las opciones pueden ser seleccionadas de acuerdo al NPSH, por lo que se debe optar por la que cuente con menor riesgo de cavitación. Es por eso que se selecciona la Opción A2.

Para el transporte de 4 GPM de agua a 15°C de una cisterna a un tanque a 6.3 m de altura se requiere una bomba centrífuga marca triclover WCB modelo 216 a 1750 rpm que va a requerir 1/2 HP de energía, que tiene un diámetro entrada de 2 1/2", un diámetro salida de 1 1/2" y un diámetro impulsor de 4".

ANEXO 2

Selección de diámetro de tubería para el vapor que usa la marmita

En las características de la marmita nos dice que requiere 50 kg/h (.45 bar) para alcanzar la ebullición y 7 kg/h (.45 bar) para mantenerla por lo tanto el caudal necesario es de 57 kg/h (.45 bar).

Dadas las condiciones de la caldera se trabajara con vapor a presión de 8 bar que es la mínima permitida por el diseño de los equipos y una temperatura de 103°C, de las opciones viables (Tabla 65) se elige una caldera de vapor RL 200 ya que el caudal necesario se multiplicará por dos al utilizar las dos marmitas y por lo tanto el requerimiento total sería de 114 kg/h y se selecciona la de capacidad mayor, la caldera tiene un diámetro nominal de 25 para la salida de vapor el cual será conectado hasta la marmita de igual manera los accesorios tendrán este diámetro.

Tabla 65 Opciones de calderas marca ATTSU

Caldera modelo	RL	50	75	100	200	300	400	500	600	800	1.000	
Producción de vapor	kg/h	50	75	100	200	300	400	500	600	800	1.000	
Potencia térmica útil	BHP	3,8	5,8	7,7	15	23	30	38	46	61	77	
	kW	38	57	76	153	229	305	382	459	607	758	
	Kcal/h x 1.000	33	49	66	132	197	263	329	395	522	652	
	Btu/h x 1.000	131	195	262	524	782	1.044	1.306	1.568	2.072	2.588	
Consumo de combustible *	Gasóleo - Light Oil (8.900 Kcal/lit) (10,35 kW/l)											
	Its/h	3,6	5,4	7,2	14,3	22	29	36	43	57	72	
	Fuel - Heavy Oil (9.600 Kcal/Kg) (11,16 kW/Kg)											
	Kg/h	3,3	5,0	6,6	13,2	20	27	33	40	53	66	
	Gas natural (9.200 Kcal/Nm ³) (10,7 kW/Nm ³)											
	Nm ³ /h	3,4	5,1	6,8	13,5	20,3	27	34	40	54	67	
Consumo de combustible *	Propano - LPG (11.900 Kcal/Kg) (13,84 kW/Kg)											
	Kg/h	2,7	4,0	5,3	10,6	16	21	27	32	43	53	
Peso en transporte	caldera de 8 bar	Tm	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,4
Sobrepresión hogar	mbar		1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
	kPa		0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60
DIMENSIONES	A	mm.	1.100	1.100	1.100	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.700	1.700
	B **		1.400	1.600	1.850	1.800	2.300	2.400	2.800	3.000	3.100	3.500
	C	mm.	1.250	1.100	1.100	1.400	1.400	1.500	1.500	1.500	1.700	1.700
	D **	mm.	400	400	400	400	500	500	600	600	900	900
	E	mm.	1.050	1.200	1.450	1.400	1.800	1.900	2.200	2.400	2.200	2.600
	F	mm.	915	915	915	1.075	1.075	1.250	1.250	1.250	1.550	1.550
	G	mm.	100	100	100	150	150	200	200	200	250	250
	H (desentubado)	mm.	400	600	800	800	1.100	1.100	1.400	1.600	1.400	1.800
	Salida vapor	V para P =										
		8 bar	1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 40	DN 40
10 bar		1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 40	
12 bar		1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 32	
14 bar					DN 20	DN 20	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	
16 bar					DN 20	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32		

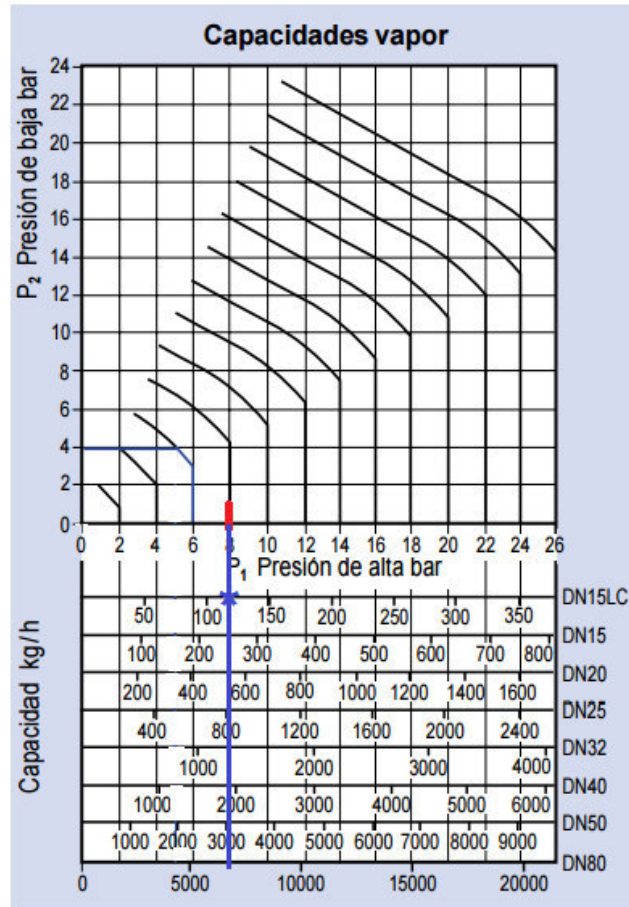
* Producción nominal de vapor a 8 bar y agua de alimentación a 103 °C

** Variable según marca quemador y combustible

El fabricante se reserva la facultad de introducir modificaciones sin previo aviso

Fuente: Calderas de vapor RL ATTSU, s.f.

Para los requerimientos de la caldera se toma la decisión de colocar una válvula reductora de presión y ajustar la presión de 8 bar a .45 bar



Se selecciona primero la presión alta que se tiene (8 bar) y se sigue la línea hasta llegar a la presión baja deseada en este caso .45 al quedar en la misma línea recta solo se baja esta y se localiza la capacidad requerida en este caso 114 kg/h, la más cercana a nuestros requerimientos es la válvula DP17 con un código de tamaño de DN15LC

Tipos de válvulas

Series	Tamaños	Material del cuerpo	Conexiones	Temperatura máxima de trabajo (°C)	Presión máxima de trabajo (bar)
DP17	DN15 a DN50	Fundición nodular	Bridas	232	25
DP17	½" a 1"	Fundición nodular	Rosca	232	25
DP143	DN15 a DN80	Acero carbono	Bridas	300	40
DP163	DN15 a DN80	Acero inoxidable	Bridas	250	40

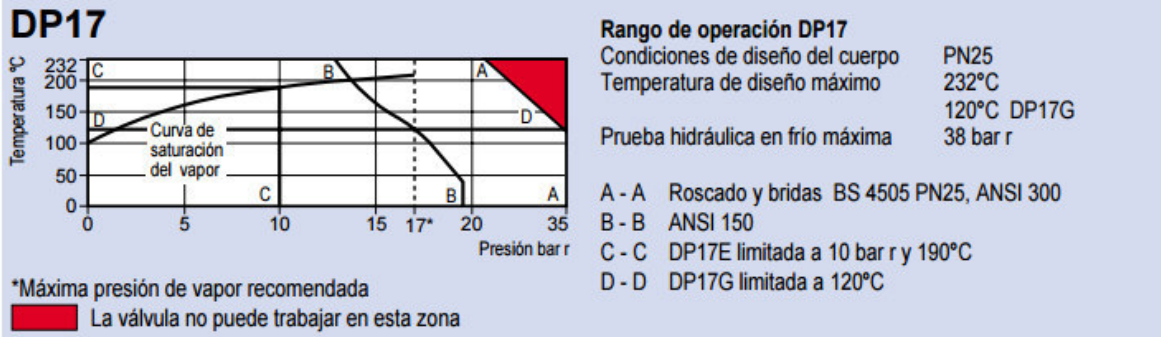
Valores de Kvs

DN15LC	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN80
1,0	2,8	5,5	8,1	12,0	17,0	28,0	64,0

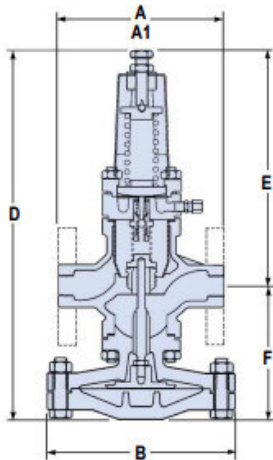
Para conversión $C_v (UK) = K_v \times 0,97$ $C_v (US) = K_v \times 1,17$

Nota: Los valores de Kvs mostrados son capacidades totales y serían usados para proponer tamaños de válvulas de seguridad donde sean necesarias.

Especificaciones técnicas



Dimensiones (aproximadas en milímetros)



DP17

Tamaño	Roscas PN16/25		ANSI 150		ANSI 300		Peso kg			
	A	A1	A1	A1	B	D	E	F	Roscadas	Bridas
DN15LC	160	130	120,2	126,6	185	364	234	130	12	12,8
DN15	160	130	120,2	126,6	185	364	234	130	12	12,8
DN20	160	150	139,4	-	185	364	234	130	12	13,7
DN25	180	160	160,0	160,0	207	388	240	148	13	16,0
DN32	-	180	176,0	180,0	207	388	240	148	-	17,0
DN40	-	200	199,0	200,0	255	433	255	178	-	29,0
DN50	-	230	228,0	230,0	255	433	255	178	-	31,5

(Válvulas reductoras de presión pilotadas Para vapor, aire y gases industriales, 2003)

ANEXO 3

Obtención de la presión atmosférica de Chimalhuacán, Estado de México.

La presión de Chimalhuacán se obtuvo, de la siguiente forma:

- 1.- Se obtuvo la altitud de Chimalhuacán, la cual es de 2,520 metros sobre el nivel del mar (Información sobre Chimalhuacán).
- 2.- Se tomó como referencia tabla de altura vs presión atmosférica:

Tabla No. 3. Altura-Presión atmosférica

ALTURA (m)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mm de Hg)
0	760
500	717
1000	676
1500	638
2000	602
3000	536

Fuente: Universidad Autónoma de Nuevo León.

- 3.- Se realizó una interpolación utilizando una calculadora Casio fx-991 Es Plus para obtener la presión atmosférica con la altitud.

Altura (m)	Presión Atmosférica (mmHg)
2000	602
2,520	$X=567.68 = 568$
3000	536

Por lo cual la presión de Chimalhuacán es igual a 568 mm Hg que es equivalente a 0.7476 atm o equivalente a 75727.12 Pa.

Bibliografía

- **AGARGEL, 2003** consultada el 2 de octubre del 2016 en la página: <http://www.agargel.com.br/carragenina.html> y <http://www.agargel.com.br/carragenina-tec.html>
- **Alasino** María Celia, Andrich Oscar Daniel, Sabbag Nora Guadalupe, Costa Silvia Claudia, de la Torre María Adela, Sánchez Hugo Diego. (2008). Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición Vol. 58 N° 4
- **Alfaeditores, 2013**, Canacindra reúne a fabricantes de botanas por decimotercera ocasión. Recuperado el 26 Octubre de 2016 de: <http://www.alfaeditores.com/index.php/component/k2/item/2278-canacindra-re%C3%BAne-a-fabricantes-de-botanas-por-d%C3%A9cimo-tercera-ocasi%C3%B3n>
- **Almanzar Rosario y Díaz Claudette. (2011)**. Hábitos alimentarios en la selección de merienda en niños escolares de 5-10 años en un área de la ciudad de Santo Domingo. Ciencia y Sociedad, XXXVI, Número 4, 702-712.
- **Aminoácidos de la harina de maíz, sin. Fecha** visto el 14/10/2017 en la página: <https://alimentos.org.es/aminoacidos-harina-maiz>
- **Aminoácidos de la remolacha, sin. Fecha** visto el 14/10/2017 en la página: <https://alimentos.org.es/aminoacidos-remolacha>
- **Aminoácidos del calabacín, sin. Fecha** visto el 14/10/2017 en la página: <https://alimentos.org.es/aminoacidos-calabacin>
- **Andino** Segura José Enrique, **Aguilar** Zaquinaula Mike Yor **2016**, Efecto del consumo de bebidas altas en fibra y proteína en saciedad, apetito, hambre e ingesta posterior de alimentos, Proyecto especial de graduación para obtener el título de Ing. en Agroindustrias Alimentarias, Zamorano Honduras.
- **Arata** Andreini Adolfo, **2009**, Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la Plataforma R-MES, RIL Editores
- **Área de producción vegetal, 1990**, Frijol y chícharo, Ed Trillas México.
- **Arias** Carlos L. **1970**, Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios, Frijol XVI Reunion anual, Publicacion Miscelanea No. 77, IICA. Visto el 30/09/2017 en: https://books.google.com.mx/books?id=Ut1kAAAIAAJ&pg=PA9&dq=frijol+comun+composicion+quimica&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=frijol%20comun%20composicion%20quimica&f=false
- **Asier** Mazorriaga Rama, Tomás Mayordomo Feliu, **2015**, Presentación y decoración de productos de repostería y pastelería UF0821, Ediciones Paraninfo, S.A. visto en: <https://books.google.com.mx/books?id=liNwCgAAQBAJ&pg=PA39&dq=chocolate+fundido+a+45%C2%B0C++50%C2%B0C&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwixyO22yb7UAhVI0oMKHV0UCIwQ6AEIlzAA#v=onepage&q=chocolate%20fundido%20a%2045%C2%B0C%20-%2050%C2%B0C&f=false

- **Asociación Escuela de Estudiantes de Ingeniería Química, 2001**, Termodinámica Química, Ed. Revista ReCiTeIA
- **Astiasarán** Anchia Iciar, Martínez Hernández Alfredo, **2003**, Alimentos composición y propiedades segunda edición, editorial McGraw-Hill-INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- **Ayerza** Ricardo y **Coates** Wayne, **2006**, Chía: redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas, Editorial Del Nuevo Extremo.
- **B.M. Watts**, G.L Ylimaki, L.E. Jeffery y L. G. Elías, **1992**, Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. CIID Canadá.
- **Badui** Dergal Salvador, **2006**, Química de los alimentos, cuarta Edición, Editorial Pearson.
- **Badui** Dergal Salvador, **2012**, La ciencia de los alimentos en la práctica, Editorial Pearson
- **Barceló** Acosta Maricela y **Borroto** Díaz, Gerardo. **2001**. Estilo de vida: factor culminante en la aparición y el tratamiento de la obesidad. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 20(4), 287-295. Recuperado en 01 de junio de 2017, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002001000400009&lng=es&tlng=es.
- **Bastidas** Tibanquiza Mérida Lucía, **2017**, "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)" Consultada el 12 de septiembre del 2017 en la página: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25031/1/Tesis-151%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20465.pdf>
- **Bellido** Ojeda, Xavier & Casanovas, Cristóbal Barber & Murdoch Books, **2007**, *Verduras y hortalizas*, Blume, Barcelona.
- **Bello** Pérez Luis Arturo, Contreras Ramos Silvia Maribel, Romero Manilla Rebeca, Solorza Feria Javier y Jiménez Aparicio Antonio, propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* L. (Var. Macho), Agrociencia, vol. 36, núm. 2, marzo-abril, **2002**, pp. 169-180
- **Bioprocessing Pipelines: Rheology and Analysis**. 2006, James F. Steffe, Ph.D., P.E. and Christopher R. Daubert Ph.D. Printed on acid paper in the USA
- **Botanical** online, **2017** consultada en la página: http://www.botanical-online.com/vainilla_artificial.htm#
- **Calderas de vapor RL ATTSU, sin fecha**, visto el 25/10/2017 en: <https://www.attsu.com/uploads/files/producto/caldera-de-vapor-dentro-de-contendor-sala-de-calderas-movil/attsu-rl-es-8-prl-1312-8-espanol.pdf>
- **Campbel** Neil A., Jane B. Reece **2007**, Biología, reimpresión, Ed. Médica Panamericana, 1532 paginas. Visto en: [https://books.google.com.mx/books?id=QcU0yde9PtkC&pg=PA33&dq=sodio+elemento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi-](https://books.google.com.mx/books?id=QcU0yde9PtkC&pg=PA33&dq=sodio+elemento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi)

p_SEmLXUAhVq1oMKHTAADVQQ6AEILjAB#v=onpage&q=sodio%20elemento&f=false

- **Cananio** Plátano tomado el 26 de Agosto de 2016 de: <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6023438>
- **Caravaca** Rodríguez F. P., Castel Genís J. M., Guzmán Guerrero J.L., Delgado Pertíñez M., Mena Guerrero Y., Alcalde Aldea M. J., y González Redondo P. 2005, Bases de la producción animal Manuales universitarios Vol. 61 Ed. illustrated, universidad de Sevilla, 512pp
- **Cárdenas** Hernandez Alexandra del Socorro, 2012 Composición química, características de calidad y actividad antioxidante de pasta enriquecida con harina de amaranto y hoja de amaranto deshidratada, tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro. Visto el 04/10/2017 en <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/667/1/RI>
- **Carrasco Castilla Janet**, Hernández Álvarez Alan Javier, Jiménez Martínez Cristian, Jacinto Hernández Carmen, Alaiz Manuel, Girón Calle Julio, Vioque Javier, Gloria Dávila Ortiz Gloria, Antioxidant and metal chelating activities of Phaseolus vulgaris L. var. Jamapaprotein isolates, phaseolin and lectin hydrolysates, Food Chemistry 131 (2012) 1157–1164
- **Chokis** Fatsecret, base de datos de alimentos y contador de calorías. Recuperado 1 Octubre de 2016 de: <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gamesa/chokis-brownie/2-galletas>
- **Chong** Lozada Valeria , 2014, Temperado de chocolate, Boletín científico publicación semestral ciencias económico administrativas no. 4, Universidad Nacional Autónoma del Estado de Hidalgo, Secretaria de Desarrollo Internacional, Visto en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icea/n4/p2.html>
- **CIRUELA, PRUNUS DOMESTICA / ROSACEAE, 2017**, visto el 21/10/2017 en: <http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Ciruella.html>
- **Coates** Wayne y Pedersen Stephanie, 2013 Chía: el increíble super nutriente. Editorial edaf.
- **Crane**, 2011, Flujo de fluidos: en válvulas, accesorios y tuberías, McGraw-Hill Interamericana, 222 páginas.
- **Cuellar** Núñez Mardey Liceth, 2014, Desarrollo, evaluación nutrimental y nutracéutica de una botana horneada a partir de harina de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado y frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) cocido, Tesis para obtener el título de Maestro en ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro,
- **Cutullé** Barbara, Berruti Verónica, Campagna fabiana, Colombaroni María Betina, Robidarte Maria Sol, Wiedemann Adriana, Vázquez Marisa. 2012. Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja (Gallentinas). DIAETA (B.Aires); 30(138):25-31
- **De la Fuente** García David, 2008, Ingeniería de organización en la empresa: dirección de operaciones. Universidad de Oviedo, visto el 09/10/2017 en:

https://books.google.com.mx/books?id=vwkk787HzuUC&dq=lay+out+distribucion&source=gbs_navlinks_s

- **DEIMAN** 'nuez', 2017, consultada en la página. <http://www.deiman.com.mx/product/e-nuez/>
- **DEIMAN** 'vainilla', 2017, consultada en página <http://www.deiman.com.mx/product/vainilla-deiman/>
- **Deliciosas Fatsecret**, base de datos de alimentos y contador de calorías. Recuperado 1 Octubre de 2016 de: <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/lara/deliciosas/8-piezas>
- Diario oficial de la Federación , Norma Oficial Mexicana **NOM-051-SCFI/SSA1-2010**, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010, 14/08/2014 visto en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356328&fecha=14/08/2014
- **Diario Oficial de la Federación 2010**, ACUERDO mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica Recuperado 12 de Diciembre 2016 de: http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/635/1/images/acuerdolineamientos_sept.pdf
- **Diconsa, sin fecha**, Instructivo para el muestreo y análisis de maíz, frijol y arroz Dirección de Comercialización Visto el 26/10/2017 en: http://www.diconsa.gob.mx/normateca/images/pdfs/documentos_apoyo/muestreo_y_analisis.pdf
- **Doritos Fatsecret**, base de datos de alimentos y contador de calorías. Recuperado 1 octubre 2016 de: <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/doritos/nacho/1-porci%C3%B3n>
- **Drago** Silvina R., González Rolando J., Chel-Guerrero Luis y Valencia Mirta E. 2007. Evaluación de la Disponibilidad de Minerales en Harinas de Frijol y en Mezclas de Maíz/Frijol Extruidas. Información Tecnológica, Vol. 18(1), 41-46.
- **El economista** , FABRICANTES BUSCAN REVERTIR MALA IMAGEN EN MÉXICO, 31 de Octubre del 2010, visto en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2010/10/31/consumo-botanas-crecio-70-10-anos>
- **El Frijol**: un regalo de México al mundo, 2012 coordinación editorial Gilda Castillo, México DF: Fundación Herdez
- **El plátano macho**, revista EROSKI CONSUMER, publicado el 28 de abril de 2006, consultada el 2 de octubre del 2016 en la página: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2004/01/15/94142.php
- **Empaques Doña Mary** Imagen, tomada 6 de Diciembre de 2016 de: http://sites.amarillasinternet.com/desechablesdonamary/mas_productos.html
- **Erossa** Martín Victoria Eugenia 1987, Proyectos de inversión en ingeniería: (su metodología), Ed Limusa, visto el 04/10/2017 en:

https://books.google.com.mx/books?id=radgq2zQxH0C&dq=localizacion+de+la+planta+macro+y+micro+localizacion&source=gbs_navlinks_s

- **Eroski Consumer remolacha**, tomado el 21 de Agosto de 2016 de: <http://verduras.consumer.es/remolacha/introduccion>
- **Escobar** Berta, Estévez A. Ana Maria, Fuentes G. Carolina, Venegas F. Daniela, **2009**, Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol. 59 N. 2.
- **Estudio de mercado sobre Pepsico, 2016**, Recuperado el 26 de octubre de 2016 de: <https://mexico.feebbo.com/blog/estudio-de-mercado-pepsico/>
- **FAO, 1996**, Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala, Series de horticultura postcosecha No. 8S. visto el 20/10/2017 en: <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s09.htm#TopOfPage> y <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s00.htm#Contents>
- **FDA**, Mayo 2016, Sodio en su dieta, use la etiqueta de información nutricional y redizca su consumo, visto el 21/10/2017 en: <https://www.fda.gov/downloads/food/foodborneillnesscontaminants/ucm317101.pdf>
- **FENNEMA, O. 2000**. Química de los alimentos. Acribia. Zaragoza, tercera edición
- **Fernández** Inés, Ayerza (H) Ricardo, Coats Wayne, Vidueiros, Silvina Mariela, Slobodianik Nora, Pallaro Anabel Nora, **2006**, Características nutricionales de la chía,. Actualización en nutrición, Vol. 7 No 1 Abril.
- **Figueroa** G. J. J., Guzmán M. S. H. , Herrera H. M. G., Rumayor R. A. F., **2010**, Botana a base de frijol con alto contenido nutricional y nutracéutico ,Folleto técnico No.28. campo Experimental Zacatecas, 27p, SAGARPA e infap
- **Flores** Pérez Alejandra Carolina, **2014**, Desarrollo de una harina a base de semilla de Amaranto (*Amaranthus cruentus*), Chía (salvia hispánica) y Ayote (*Curcubita moschata*), Tesis para obtener el título de nutricionista en el grado académico de licenciatura, Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la Asunción,
- **G. Mazza**, Alimentos funcionales, aspectos bioquímicos y de procesado, Ed Acribia, Zaragoza España, **2000**.
- **Galán** Saucó Víctor, **1992**, Los frutales tropicales en los subtrópico. II. Plátano (Banano), Ediciones Mundi-Prensa
- **García** González Zaira Amanda. **2015**. Diseño de evaluación de creencias de la alimentación sana e insana. Estudio de caso: en niños de 4 a 6 Años . En Libro de Semblanzas, Reseñas y Divulgación (99-112). Azcapotzalco, México, D.F: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.
- **García** Martínez R, Quiroz Ramírez M. G, Rubio Nateras F. I, Sosa Morales M. E, **2016**, Topoji, Totopos enriquecidos con amaranto y ajonjolí, sabor chipotle Vol.1, No.2. 698-702. Universidad de Guanajuato.
- **Gil** Hernández Angel, Tratado de nutrición Tomo II Composición y calidad Nutritiva de los alimentos ,Editorial Medica panamericana, **2010** consultada el 23 de enero del 2017 en la página: <https://books.google.com.mx/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT211&lpg=PT211&dq=composicion+de+Musa+paradisiaca&source=bl&ots=6HF-lhr62q&sig=I-8pkxKZ6i0Nh1Qpmp1626ywUY0&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwjfuYzem7PPAhUL34MKHdxbDb04ChDoAQhSMAw#v=onepage&q=banano&f=false

- **Gisell C. González Alfonso** .Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. *ALAN* [online]. **2000**, vol.50, n.3, pp. 281-285. ISSN 0004-0622. consultada el 23 de enero del 2017 en la página : http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- **Gómez López Paulette**, **2013**, Obtención de productos directamente expandidos por extrusión y botanas de 3a generación a base de Chía y almidón de maíz resistente AR4, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Alimentarias, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. visto el 26/05/2017 en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/42635/1/GomezLopezPaulette.pdf>
- **González Caballero Marta** ,Alergias e intolerancias alimentarias, Ed. Formación Alcala, Nov. **2009**.
- **Granito Marisela**, Valero Yolmar, Zambrano Rosaura, **2010**, Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION, Vol. 60 N°1.
- **Heike Vibrans**, 16 de agosto de **2009**, Chenopodiaceae *Beta vulgaris* L. Acelga silvestre consultada el 6 de octubre del 2016 en la página: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/beta-vulgaris/fichas/ficha.htm>
- **Hill John W.** y, **Kolb Doris K.**, 1999, Química para el nuevo milenio, 8a edición, Pearson Educación, 677pp.
- **Horwitz William**, **2000**, Official methods of Analysis International, Volume II, 17th Edition, United States of America. Obtenido de: <http://www.agargel.com.br/carragenina-tec.html>
- **Huerta Hernandez Fabiola**, **2004**. Desarrollo de alimentos formulados con concentrado proteico de amaranto: estudio físico químico y propiedades de textura. Tesis para obtener el título de Química de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- **Huerto 2.0 Riegos de lino**, tomado el 11 de Septiembre de 2016 de: <https://elhuerto20.wordpress.com/category/cultivo-de-cereales/lino-cultivo-de-cereales/>
- **INEGI, 2013** Encuesta nacional de gastos en los hogares 2013. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/enchogares/regulares/engasto/2013/doc/engasto13_catalogo.pdf
- **INEGI, 2014**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Cuaderno estadístico y geográfico de la zona metropolitana del Valle de México 2014/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2014. 324 p. VISTO EN: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/valle_mex/702825068318.pdf

- **Infojardin Remolacha**, tomado el 21 de Agosto de 2016 de: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/remolacha-mesa-betarraga-remolacha-roja-betabel.htm>
- **Información nutricional de Ciruela pasa, sin fecha**, visto el 21/10/2017 en: <http://www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/ciruela-pasa/>
- **Información sobre Chimalhuacan**, Visto el 30/01/2016 en: <http://www.municipios.mx/mexico/chimalhuacan/>
- **Informador**, La chía algo más que un aditivo para el agua de limón, tomado el 11 de Septiembre de 2016 de: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2009/146820/6/la-chia-algo-que-mas-que-aditivo-para-agua-de-limon.htm>
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México)**. Cuaderno estadístico y geográfico de la zona metropolitana del Valle de México 2014/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2014. 324 p. VISTO EN: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/valle_mex/702825068318.pdf
- **INTI** (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), 2012, Cuadernillo para unidades de producción Apoyo al Trabajo Popular “Envases y Embalajes” consultado el 2 de Octubre del 2016 en la página: <http://www.inti.gov.ar/atp/pdf/cuadernilloEnvasesyEmbalajes.pdf>
- **Jiménez P., Paula; Masson S., Lilia; Quitral R., Vilma, 2013**, Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3 Revista Chilena de Nutrición, vol. 40, núm. 2, junio, pp. 155-160. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46928522010>
- **Kay Daysi E., 1985**, Legumbres Alimentarias, Editorial Acribia, S. A., Zaragoza (España).
- **Koch Tovar Josefina 2000**, Manual del empresario exitoso, Publicado por Juan Carlos Martínez coll, visto el 04/10/2017 en: https://books.google.com.mx/books?id=SqFKNjAD7y4C&source=gbs_navlinks_s
- **Kranky Fatsecret**, base de datos de alimentos y contador de calorías. Recuperado 1 Octubre de 2016 de: <http://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/ricolino/kranky/1-bolsa>
- **Lim T.K., 2012**, Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Vol. 2, Fruits, Editorial Springer, visto el 14/10/2017 en la página: <https://books.google.com.mx/books?id=6fJyQDil1rYC&pg=PA286&lpg=PA286&dq=ash+water+of+raw+cucurbita+pepo&source=bl&ots=0QQERV2rJu&sig=QQfDPsZgcdYaHhFII063DC3-Ab8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjml6um-fDWAhVq9IMKHcoPBC0Q6AEIfTAO#v=onepage&q=ash%20water%20of%20raw%20cucurbita%20pepo&f=false>
- **López Barrera Dunia Maria, 2011**, Efecto del proceso de extrusión sobre los inhibidores de tripsina y actividad ureásica en frijol común (*Phaseolus Vulgaris L.*), Tesis para obtener el título de Ing. Químico en Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro.

- **López** Marín Beatriz Estrella, **Carvajal** de Pabón Luz Marina, **2012**, Elaboración de un alimento con base en harina de banano (*Musa paradisiaca*) fortificada con hierro y zinc aminoquelados, calcio microencapsulado y folato, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Vol. 14, No. 1, enero-junio de 2012, p. 47-57.
- **Macias M** Adriana Ivette, Gordillo S Lucero Guadalupe y Camacho R. Esteban Jaime (septiembre **2012**). Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud. Rev. Chil Nutr, 39 no. 3, 40-43.
- **Martínez** Meza Y, Islas Hernández J.J., Gutiérrez Meraz F, Osorio Díaz P, **2016**, Formulación de una botana por extrusión con mezcla de harina de plátano y amaranto Vol. 1, No. 2 728-733
- **Mataix** Verdú José, **2013**, Nutrición para educadores, Ediciones Díaz de Santos
- **Mataix** Verdú José. García Diaz Luis, Mañas Almendros Mariano, Martínez de Victoria Emiliano, Llopis González Juan, **2009** Tablas de composición de alimentos. Editorial Universidad de Granada. 5a edición.
- **Meyers** Fred E. y **Stephens** Matthew P., Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ª Edición, Pearson Educación, **2006**, 508 paginas.
- **Microorganismos y alimentos** in food quality , Education and culture Leonardo Da Vinci consultado el 19 de Abril del 2017 en la página. http://www.epralima.com/infoodquality/materiais_espanhol/Manuais/3.Microorganismos_y_alimentos.pdf
- **Mimorelia.com** imagen de cultivo de lenteja obtenida el 20/06/2017 de; <http://www.mimorelia.com/michoacan-el-productor-numero-uno-del-pais-de-lenteja/>
- **Moncada** Rodríguez Luz Miriam, Gualdrón de Hernández Lucía, **2006**, Retención de nutrientes en la cocción , freído, y horneado de tres alimentos energéticos, Revista de investigación Universidad la Salle, Bogotá Colombia, Vol.6 número 002 pp.179-187 , consultada el 16 de marzo del **2017** en la página : <http://www.redalyc.org/pdf/952/95260205.pdf>
- **Morales** Guerrero Josefina C, Vázquez Mata Norma, Bressani Castignoli Ricardo, **2009**, El amaranto: características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricional, Impreso en México.
- **NOM-086-SSA1-1994**, NORMA OFICIAL MEXICANA, BIENES Y SERVICIOS. ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHOLICAS CON MODIFICACIONES EN SU COMPOSICION. ESPECIFICACIONES NUTRIMENTALES , consultada el día 11 de Junio del 2017 en la página: [.http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html)
- **NOM-247-SSA1-2008**, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. Visto el 11/09/2017 en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009
- NORMA Oficial Mexicana **NOM-139-SCFI-2012**, Información comercial-Etiquetado de extracto natural de vainilla (*Vainilla spp*), derivados y sustitutos, 2012 10 de julio, consultada en la pagina http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5258389&fecha=10/07/2012

- NORMA Oficial Mexicana **NOM-155-SCFI-2012**, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5254842&fecha=03/05/2012
- NORMA Oficial Mexicana **NOM-186-SSA1/SCFI-2002**, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial, Visto el 26/10/2017 en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/186ssa12.html>
- **Norma Técnica Complementaria Para El Proyecto Arquitectónico 2011**, Publicada en la gaceta oficial del distrito federal el 8 de febrero de 2011.
- **Pacheco** Estrada José Antonio, **2013**, Desarrollo de productos horneados: opciones saludables, minsa, consultada el 16 de marzo del 2017 en la página : <http://minsa.com/es/prensa/desarrollo-de-productos-horneados-opciones-saludables/>
- **Paliwal** L. Ripusudan, Granados Gonzalo, Laflitte Renée Honor y Violic D. Alejandro, **2001**, El Maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción.
- **Pallares** A. Miguel , 'engordara' hacia el **2017**, revista El financiero, última actualización de la publicación 07-02-2014 consultado en la página: <http://www.elfinanciero.com.mx/archivo/mercado-de-botanas-engordara-hacia-2017.html>
- **Panamaamerica.com.pa** imagen de semilla de lenteja obtenida el 20/06/2017 de: <http://www.panamaamerica.com.pa/sites/default/files/imagenes/2016/07/06/lentejas.jpg>
- **Paredes** Calderón Maria del Pilar, **2001**, Evaluación de toxicidad aguda y subaguda de la fracción de la semilla de calabaza (Curcubita pepo), Tesis para obtener el título de Química de Alimentos, UNAM Facultad de Química, México DF.
- **Paredes** López Octavio , Guevara Lara Fidel, Bello Pérez Luis Arturo, La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz , **2009**, Revista de cultura científica FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, consultada el 5 de marzo del 2017 en la página: <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/41-revistas/revista-ciencias-92-93/205-la-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz-05.html>
- **Paredes** López Octavio, Guevara Lara Fidel, Bello Pérez Luis Arturo, **2009** La Nixtamalización y el valor Nutritivo del Maíz, Revista de la Ciencias, No 092, paginas 60-70 visto el 04/10/2017 en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14831>
- **Pascual** Anderson Maria del Rosario, Calderón y Pascual Vicente, **2000**, Microbiología Alimentaria Metodología analítica para alimentos y bebidas, 2° Edición , España, Editorial Díaz de Santos.
- **Pedestal**, **2016** pedestal trifásico obtenido el 08/08/2016 de: http://prolecge.com/pdf/brochures/es/pedestal_trifasico_MX.pdf
- **Pérez** Ana Bertha, Kaufer Martha, **2008**, Nutriología Medica, Ed. Medica Panamericana
- **Pérez** Reyes, Sosa Morales, **2013**, Mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos, temas selectos de ingeniería de

alimentos 7-1 (2013): 37-47 consultada el 16 de marzo del 2017 en la página : <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Perez-Reyes-et-al-2013.pdf>

- **Platas** García José Armando y **Cervantes** Valencia María Isabel, **2014**, Planeación, Diseño y Layout de instalaciones un enfoque por competencias, Grupo Editorial Patria, Visto el 9/10/2017 en: https://books.google.com.mx/books?id=6jnABgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- PROYECTO de Norma Oficial Mexicana **PROY-NOM-216-SSA1-2002**, Productos y servicios. Botanas. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=692209&fecha=25/08/2003
- **QuimiNet**, 05-Ene-**2005** Características de la sal consultada el 2 de octubre del 2016 en la página: <https://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-de-la-sal-4206.htm>
- **R.S. Bhatt**y, Composition and Quality of Lentil (Lens culinaris Medik): A Review, Can Ins/. Food Sei. Teehnol. J. Vol. 11, No. 2, pp. 144-160, **1988**
- **Ramírez** Díaz M.C., Ruiz López D:G:, Téllez Arellano L:H:, Herrera Cadena M.M., Graciano Verdugo A.Z., Otero León C.B., Ramírez Olivas R., **2016** Desarrollo de dos productos de consumo popular con los beneficios nutricionales de avena (Avena sativa) y nopal (Opuntia ficus), Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos, Vol. 1, No. 1 698-703
- **Rancheritos Fatsecret**, base de datos de alimentos y contador de calorías. Recuperado 1 Octubre de **2016** de: [https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/sabritas/rancheritos-\(25g\)/1-porci%C3%B3n](https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/sabritas/rancheritos-(25g)/1-porci%C3%B3n)
- **Rapidtables.com**, conversor de lux a whats, revisado el 08/08/2016 en: <http://www.rapidtables.com/calc/light/lux-to-watt-calculator.htm>
- **Remolacha verduras y hortalizas** , sin fecha consultada en la página: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/remolacha.pdf>
- **Revista Forbes** , articulo: Ventas de botanas a nivel global factura 347,000 mdd, Publicado el 17 de Octubre de **2014** en la página: <https://www.forbes.com.mx/ventas-de-botanas-nivel-global-facturan-347000-mdd/#gs.NucApvM>
- **Revista computadorizada de producción porcina**, **2004**, Vol. 11 no. 3, instituto de investigaciones porcinas. Visto el 30/09/2017 en: <http://www.iip.co.cu/RCPP/ant/RCPP11.3.pdf#page=8>
- **Revista.unam.mx**. Imagen de la diversidad del frijol, obtenido el 20/06/**2017** de: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art10/>
- **Robles** Davila Karina, **2007**, Universidad del valle ,Harina y productos de plátano consultado el 8 de diciembre de 2016 en la página : https://books.google.com.mx/books?id=lqeiCNgmDK0C&pg=PA18&dq=composicion+quimica+platano+de+coccion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiiu_-gtMLPAhWHWD4KHx66DwgQ6AEINDAE#v=onepage&q=composicion%20quimica%20platano%20de%20coccion&f=false

- **Robles S. Raúl, 1985** Producción de oleaginosas y textiles, 2da edición, Editorial limusa, México.
- **Rodríguez Carles,** Envase flexible para el sector de snacks, É Packaging Revistas énfasis, 12/04/2013 visto en: <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/66620-envase-flexible-snacks>
- **Rodríguez Tarango José Antonio ,** Mayo de **2005**, El empaque + conversión “Cuándo usar las palabras envase, empaque y embalaje” consultado el 2 de octubre del 2016 en la página: <http://www.elempaque.com/temas/Cuando-usar-las-palabras-envase,-empaque-y-embalaje+4040278>
- **S.E.F.O.,** Scientific European Federation Osteopaths, **2014**, visto el 24/10/2017 en: <http://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/las-estadisticas/>
- **Salinas Ramírez Gabriela Yabné. 2014.** Caracterización funcional de un aislado de proteínas de frijol negro (Phaseolus Vulgaris) variedad INIFAP-8025 y su aplicación en formulaciones de alimentos. Tesis para obtener el título de Química de alimentos. UNAM México DF.
- **Santillán María Luisa, DGDC-UNAM,** publicado el 16-04-**2012** y consultada el día 11 de Junio del 2017 en la página: http://ciencia.unam.mx/leer/90/Consumo_alto_en_sal_causante_de_la_hipertension_arterial
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (**SAGARPA**), Fecha de publicación 05 de noviembre de **2016**, consultada el 30 de Noviembre en la página: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/betabel-un-vegetal-con-mucha-historia?idiom=es>
- **Serna Saldivar Othón Sergio R., 2013,** Química, almacenamiento e industrialización de los cereales 2da Edición, Editorial AGT, 521 páginas
- **Shamah Levy Teresa, Amaya Castellanos Maritza Alejandra y Cuevas Nasu Lucia,** Desnutrición y obesidad: doble carga en México, Revista Digital Universitaria ISSN: 1607-6079, publicado el 1 mayo de **2015** vol. 16, No.5, visto el 1 junio 2017 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/>
- **SIPSE,** Pierde México batalla contra la comida chatarra, publicado 6 de Julio de **2016**, visto el 1 junio 2017 en: <http://sipse.com/mexico/impuesto-comida-chatarra-en-mexico-redujo-compras-5-por-ciento-212446.html>
- **Soriano del Castillo José Miguel, 2006,** Nutrición Básica Humana, Universidad de Valencia, visto el 30/09/2017 en: https://books.google.com.mx/books?id=z6iMx642m_wC&pg=PA110&dq=lenteja+aminoacidos+esenciales&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=lenteja%20aminoacidos%20esenciales&f=false
- **Stevia Uruguay, 2016,** consultada en la página: <http://www.steviauruguay.com/caracteristicas-stevia/>
- **Subhani M. Pathiratne ,** Phyllis J. Shand, Mark Pickard, Janitha P.D. Wanasundara, Generating functional property variation in lentil (Lens culinaris)

flour by seed micronization: Effects of seed moisture level and surface temperature, *Food Research International* 76 (2015) 122–131

- **Svetia®**, **METCO®**, sin fecha consultada en la página: <http://www.metco.com.mx/productos-hogar/svetia.php>
- **Téllez González Rosa María**, 1999, Evaluación de toxicidad aguda y subaguda de la fracción lipídica de la almendra de calabaza (*Curcubita Pepo*), Tesis para obtener el título de Química de Alimentos, UNAM, Facultad de Química, México, DF.
- **Tojo Sierra R. y Leis Trabazo R. (2002)**. La obesidad, un problema emergente en pediatría Conferencia inaugural del VIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nutrición, Murcia, 24-27 de octubre de 2001. *Nutr. Hosp*, XVII (2), 75-79.
- **Torres R. Elsa**, (2009). INDUSTRIA ALIMENTICIA "En el mundo de los snacks" visto el 28 de septiembre del 2016 en la página: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/83159-en-el-mundo-de-los-snacks>
- **Tostitos Fatsecret**, base de datos de alimentos y contador de calorías Recuperado 1 octubre 2016 de: <http://www.fatsecret.com.mx/Diary.aspx?pa=fjrd&rid=4031320>
- **Tri-clover C/SP Series Pump Performance Curves** visto el 23/10/2017 en: http://apps.watersurplus.com/techlib/Tri-Clover/TriClover_C_SPcurves.pdf
- **Ulloa, J., Rosas Ulloa, M., Ramírez Ramírez, J., & Ulloa Range, B. (2011)**. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. *Revista Fuente Año* 3, (8), 5-9. Retrieved from <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>
- **Universidad Autónoma de Nuevo León**, Física primera parte, Modulo VIII, Universidad Autónoma de Nuevo León Secretaria Académica, visto el 30/01/2017 en: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020124179/1020124179.PDF>
- **USDA, 2016**. Composición química betabel, tomado el 20 de Agosto de 2016 de: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2863?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=raw+beet&ds=>
- **USDA**, mayo 2016 United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, Basic Report: 11080, Beets, raw , consultada el 6 de octubre del 2016 en la página: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2863?fgcd=&manu=&facet=&format=Abridged&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=raw+beet&ds=>
- **USDA** visto el 04/10/2017 en la página: <http://www.abcdefrutasyverduras.com/curso/consulta.php?sltFrutas=135&tipoConsulta=in>
- **Válvulas reductoras de presión pilotadas Para vapor, aire y gases industriales**, 2003, Visto el 26/10/2017 en: http://www.spiraxsarco.com/global/ar/Products/Documents/V%C3%A1lvulas_reductoras_de_presi%C3%B3n_pilotadas-Cat%C3%A1logos.pdf

-
- **Vázquez** Castrejón Rubén, Romero Cadena Alberto, Figueroa Aviera Jesús, Paquete tecnológico para el cultivo del plátano, publicado en Febrero **2005** consultado en la página : <http://www.siac.org.mx/tecno/9001.pdf>
 - **Verduras y Hortalizas Calabacín**, tomado el 10 de Agosto de **2016** de: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/calabacin.pdf>
 - **Verduras y Hortalizas Remolacha**, tomado el 20 de Agosto de **2016** de: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/remolacha.pdf>
 - **Vernaza** Maria Gabriela, Gularte Márcia Arocha, Chang Yoon Kil, Addition of green banana flour to instant noodles: Rheological and technological properties, Cienc. agrotec, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1157-1165, Nov./Dic., **2011**
 - **Videla** Osorio Jessica Alejandra, **2010**. Obtención y caracterización de un producto alimentario intermedio a partir de afrechillo de amaranto. Memoria para obtener el título de Ing. agronomía, Universidad de Chile, Escuela de ciencias Agronómicas.
 - **WALMART** 'vainilla' , **2016**, consultada en la pagina <https://super.walmart.com.mx/Harina-y-Reposteria/Saborizante-artificial-Pasa-vainilla-250-ml/00750103700014>
 - **William** Horwitz, **2000**, Official methods of Analysis International, Volume II, 17th Edition, United States of America.