



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**ESTUDIO DE LA CALIDAD DE DULCES TRADICIONALES
MEXICANOS COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE
MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

SELENE RAMOS LÓPEZ

ASESORA: DRA. MARÍA ANDREA TREJO MÁRQUEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.

2006



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.

Esta tesis se realizó bajo el apoyo financiero del Proyecto PAPIIT, Clave: IN229403-3 con el título de “Desarrollo de métodos analíticos para el control de aflatoxinas en productos agrícolas”.

La asesoría técnica para la determinación de aflatoxinas estuvo a cargo de la M.C. Josefina Moreno Lara, a quien se le agradece por su valiosa colaboración y tiempo en dicho proyecto.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios:

Por darme la oportunidad de superarme y de darme día con día las herramientas necesarias para poder lograr las metas que me he propuesto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por permitirme ser parte de su alumnado, por abrirme las puertas de sus instalaciones y sobre todo por transmitirme sus conocimientos a través de su personal docente.

A mis Padres:

Higinia y Santiago, por estar siempre a mi lado apoyándome en todas mis decisiones, por su gran esfuerzo y sacrificio para lograr este momento. Gracias también por sus consejos y enseñanzas.

A mis hermanas:

Jacquelinne, Mayra y Karen, por permitir ser parte de su vida, por el apoyo y cariño que me han brindado todo el tiempo, por soportarme y por permitir ser también su amiga.

A mis amigas:

Karen y Carla:

Por su cariño y ayuda, por siempre estar en el momento más preciso dándome siempre una palabra de aliento, por entregarme su confianza y honestidad.

A mi familia:

A todos mis tíos, primos y sobrinos, que siempre estuvieron pendientes de mi, por alentarme a seguir siempre adelante y compartir conmigo este éxito.

A mis amigos y compañeros de la Carrera:

A mis amigos de la generación 25, por regalarme muchos momentos divertidos y otros no tanto, pero que los guardo con gran cariño, gracias por ser parte de mi vida; amigos...!

A mis amigos del resto de las generaciones que tuve la oportunidad de conocer, agradezco su compañerismo y unión a lo largo de toda mi estancia a su lado, por regalarme siempre una sonrisa, pero sobre todo por su valiosa amistad.

A mis compañeros del Laboratorio:

Edna, Maricela, César, Lupita PPO, Benito, Hugo, Gaby, Selene, Adela, Paloma, Natali, Diana, Sergio, Carlos, Rodolfo; por su ayuda, por su amistad y por sus consejos y observaciones en este trabajo.

A el personal de la Unidad de Granos y Semillas (UNAM):

Por las atenciones prestadas y por permitirme hacer uso de sus instalaciones a lo largo de este proyecto.

A Norma Camacho:

Por su colaboración en dicho proyecto.

A la Dra. Andrea Trejo:

Por el tiempo otorgado a este proyecto, por darme la oportunidad de ser parte de su Laboratorio, por sus consejos y observaciones. GRACIAS...!

*Algunos hombres observan
el mundo y se preguntan "¿porqué?".
Otros observan el mundo
y se preguntan "¿porqué no?".
George Bernard Shaw*



	Pág.
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Generalidades de los dulces típicos mexicanos	3
2.1.1 Historia de los dulces típicos	3
2.2 Definición de dulces típicos y su materia prima	5
2.2.1 Frutos Secos y materias primas utilizadas en los dulces típicos	6
2.2.2 Dulces Típicos Mexicanos	10
2.3 Composición Química de las materias primas y dulces típicos mexicanos	11
2.4 Procesos de elaboración de dulces típicos	12
2.4.1 Elaboración de alegría	12
2.4.2 Elaboración de la cocada	15
2.4.3 Elaboración de la palanqueta de cacahuete	17
2.4.4 Elaboración de dulce de coco	19
2.4.5 Elaboración de pepitoria	21
2.5 Importancia económica en México de la producción de dulces típicos	22
2.6 La Contaminación de los Alimentos	24
2.6.1 Contaminación Química	24
2.6.2 Contaminación Física	25
2.6.3 Contaminación Microbiológica	25
2.7 Enfermedades Transmitidas por los Alimentos	25
2.7.1 Infecciones Alimentarias	26
2.7.2 Intoxicaciones Alimentarias	26
2.8 Micotoxinas	28
2.9 Generalidades de aflatoxinas	30
2.9.1 Definición de aflatoxina	30
2.9.2 Clasificación y estructura química de las Aflatoxinas más importantes	32
2.9.2.1 Aflatoxina M1	33
2.9.2.2 Aflatoxina B1	34
2.9.2.3 Aflatoxina G1	35
2.9.3 Toxicidad y dosis letales	35
2.9.4 Mecanismo de acción de las Aflatoxinas	37
2.9.5 Interacción Micotoxina-nutriente en la digestión	38
2.9.6 Detección e identificación	39
2.9.7 Principales causas de la proliferación de aflatoxinas y micotoxinas	39



2.9.8	Efecto de las aflatoxinas en el ser humano	42
2.10	Técnicas para la determinación de aflatoxinas	44
2.10.1	Técnicas analíticas	44
2.10.1.1	Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC)	44
2.10.1.2	Técnicas por cromatografía de capa fina TLC	44
2.10.1.3	Columnas de Inmunofinidad	45
2.10.1.4	Técnica enzimo-inmuno análisis competitivo	45
2.11	Regulación del contenido de aflatoxinas en alimentos en México	47
2.12	Factores que pueden influir en la producción micotoxinas	48
2.13	Control de micotoxinas en procesos de alimentos	48
3.	OBJETIVOS GENERAL Y PARTICULARES	53
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	54
4.1	Secuencia Metodológica	54
4.2	Muestreo de materias primas y dulces	56
4.3	Tratamiento de las muestras	58
4.4	Evaluación química y física de materias primas y dulces típicos mexicanos	58
4.5	Evaluación microbiológica de dulces y materias primas	58
4.6	Determinación de aflatoxinas en dulces y materias primas	59
4.7	Investigación de campo	59
4.7.1	Muestreo realizado en la procesadora de amaranto Olivarera Tulyehualco, S.A. de C.V.	60
4.8	Análisis de Puntos Críticos de Control para la empresa visitada	61
4.9	Propuesta para mejorar la calidad de dulces típicos	61
4.10	Métodos Analíticos	61
4.10.1	Determinación de porcentaje de Humedad	61
4.10.2	Determinación del contenido de grasa	62
4.10.3	Evaluación de color, sabor y aroma	62
4.10.4	Evaluación microbiológica (hongos y levaduras, coliformes y mesófilos aerobios)	63
4.10.5	Determinación de aflatoxinas en materias primas y dulces típicos mexicanos	64
4.11	Tratamientos estadísticos	65



ÍNDICE

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
5.1	Determinación química de materias primas y dulces típicos	66
5.2	Evaluación física de materias primas y de los dulces típicos	75
5.3	Calidad microbiológica en materias primas y dulces típicos mexicanos	77
5.4	Contenido de Aflatoxinas totales en las materias primas y dulces típicos procedentes de Coyoacán y la Merced	85
5.5	Relación presencia de aflatoxinas con el proceso de elaboración de la Alegría	95
5.5.1	Elaboración de Alegría en microempresa y taller en Tulyehualco, Xochimilco	95
5.5.2.	Propuesta de aseguramiento de la calidad de los dulces típicos mexicanos	102
5.5.2.1	Definición del producto	104
5.5.2.2	Diagrama de bloques de la alegría	106
5.6	Identificación de riesgos	107
5.7	Determinación de los Puntos críticos de control	109
5.8	Establecimiento de límites críticos	112
5.9	Propuesta Tecnológica para mejorar la calidad de dulces típicos mexicanos	114
6.	CONCLUSIONES	132
7.	RECOMENDACIONES	134
8.	REFERENCIAS	135
9.	ANEXOS	148
10.	ABREVIATURAS	161



ÍNDICE DE TABLAS

Número	Leyenda	Página
1	Principales dulces típicos elaborados y comercializados en México.	6
2	Composición química de los principales frutos secos empleados para la elaboración de dulces típicos.	11
3	Composición química de algunos dulces típicos	12
4	Producción nacional de frutos secos y semillas oleaginosas 2005	24
5	Hongos típicos y micotoxinas asociadas con diversos productos agrícolas	29
6	Dosis letal de Aflatoxinas	37
7	Principales aflatoxinas identificadas en alimentos de consumo humano	41
8	Técnicas más utilizadas para la detección de Aflatoxinas	46
9	Especificaciones de límite máximo establecido en animales	47
10	Aplicación de los principios del concepto de Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control (APPCC) durante las diferentes etapas de producción y manufactura de alimentos agrícolas para el consumo humano y animal	52



11	Materias primas y dulces típicos mexicanos seleccionados para el presente trabajo	56
12	Evaluación de color, sabor y aroma de las materias primas y dulces típicos procedentes de los mercados de Coyoacán y la Merced	63
13	Evaluación de color, sabor y aroma de las materias primas y dulces típicos procedentes de los mercados de Coyoacán y la Merced	76
14	Presencia de Hongos y Levaduras en las materias primas comercializadas en Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II)	77
15	Presencia de Hongos y Levaduras para dulces típicos comercializados en Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II)	79
16	Coliformes presentes de los dulces típicos procedentes de Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II)	81
17	Mesófilos presentes en dulces típicos procedentes de Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II)	83
18	Contenido de Aflatoxinas Totales en las materias primas comercializadas en el Mercado de Coyoacán (Zona I) y el Mercado de la Merced(Zona II)	85
19	Contenido de Aflatoxinas Totales en los dulces típicos comercializados en el Mercado de Coyoacán (Zona I) y el Mercado de la Merced (Zona II)	89



20	Proceso de elaboración de Alegría en una microempresa y en un Taller familiar	96
21	Presencia de aflatoxinas detectadas en las operaciones más relevantes del proceso de elaboración de las alegrías de amaranto procedente de la microempresa	102
22	Formato HACCP 1: Descripción de producto	104
23	Formato HACCP 2: Lista de materias primas y materiales incorporados	105
24	Formato HACCP 3: Identificación de peligros y medidas de control en el proceso de elaboración de Alegría	108
25	Formato HACCP 4: Determinación de los PCC	110
26	Determinación de límites críticos para PCC	112
27	Formato HACCP 5. PLAN HACCP	113
28	Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la Cocada	154
29	Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la Palanqueta de Cacahuete	156
30	Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración del Dulce de coco	158
31	Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la Pepitoria	160



ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Leyenda	Página
1	Amaranto	6
2	Cacahuate	7
3	Coco	8
4	Nuez	8
5	Piloncillo	9
6	Semilla de Calabaza	9
7	Uva pasa	9
8	Alegría	10
9	Cocada	10
10	Dulce de coco	10
11	Palanqueta de cacahuate	10
12	Pepitoria	11
13	Diagrama de proceso de la alegría	13
14	Diagrama de proceso de la cocada	15
15	Diagrama de proceso de la palanqueta de cacahuate	17
16	Diagrama de proceso de dulce de coco	19



17	Diagrama de Proceso de la Pepitoria	21
18	Biotransformación de la aflatoxina B1 en aflatoxina M1	34
19	Estructura Química de la aflatoxina B1	34
20	Estructura Química de la aflatoxina G1	35
21	Vías de intoxicación a partir de productos avícolas con presencia de hongos	38
22	Secuencia de Metodológica	55
23	Materias Primas comercializados en las Zona I (Coyoacán) y Zona II (Merced).	57
24	Dulces Típicos Mexicanos comercializados en la Zona I (Coyoacán) y Zona II (Merced).	57
25	Contenido de Grasa en materias primas utilizadas en la elaboración de dulces típicos comercializados en la dos zona de la Ciudad de México: Coyoacán y La Merced	67
26	Contenido de Grasa de los dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la Ciudad de México: Coyoacán y La Merced	70



27	Contenido de Humedad en materias primas utilizadas en la elaboración de dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la ciudad de México: Coyoacán y Merced	72
28	Contenido de Humedad en dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la Ciudad de México en: Coyoacán y La Merced	74
29	Correlación del % de humedad y contenido de aflatoxinas en las materias primas procedentes de: Coyoacán y mercado de la Merced	93
30	Diagrama de Proceso de Alegría	106
31	Árbol de decisión HACCP para determinar puntos críticos de control	109
32	Pesado de muestras	148
33	Adicionando metanol al 60% a las muestras	148
34	Moliendo muestras	149
35	Filtrado de muestras	149
36	Tomando alícuotas del filtrado	149
37	Segundo filtrado	150
38	Equipo de filtrado con columnas Aflatest	150



39	Filtración al vacío	150
40	Lavado de columnas	151
41	Adición de metanol grado HPLC	151
42	Homogenización de adición de solución reveladora	151
43	Lectura de aflatoxinas	152
44	Diagrama de Proceso de elaboración de la Cocada	153
45	Diagrama de Proceso de Elaboración de Palanqueta de Cacahuete	155
46	Diagrama de Proceso de Elaboración de Dulce de Coco	157
47	Diagrama de Proceso de Elaboración de Pepitoria	159



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de dulces típicos mexicanos, comercializados en dos diferentes zonas de la Ciudad de México: los mercados de Coyoacán y la Merced.

Se llevó a cabo un muestreo en estas dos zonas de distribución, tanto de las materias primas (coco, amaranto, pepita de calabaza, nuez, cacahuete, pasas y piloncillo) utilizadas en la elaboración de estos dulces, como de los dulces de mayor consumo (dulce de coco, cocada, alegría, palanqueta de cacahuete y pepitoria) en México.

Se realizó una evaluación física y química de las diferentes materias primas y dulces. Encontrándose un mayor contenido de humedad y grasa en las materias primas y dulces típicos procedentes del mercado de la Merced. Se determinó la presencia de microorganismos que pudieran desarrollarse con mayor facilidad y ocasionar su deterioro, tales como: bacterias coliformes y mesófilos; así como hongos y levaduras, encontrándose mayor presencia de estos microorganismos en las materias primas y en los dulces típicos procedentes de la Merced. Se procedió a la determinación de aflatoxinas para ambas zonas, obteniéndose en la pepita de calabaza adquirida en la Merced una mayor cantidad de aflatoxinas (295 ppb); y se encontró que el dulce típico con mayor cantidad de aflatoxinas fue la pepitoria (620 ppb) procedente de la misma zona. Los demás productos y materias primas presentaron un contenido de aflatoxinas en un rango de 1 a 19 ppb. Dichos valores cumplen con lo establecido en la norma de calidad vigente en nuestro país (NOM-188-SSA1-2002) y no representan un riesgo potencial para la salud del consumidor.



INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

La dulcería es una añeja tradición mexicana con raíces tanto autóctonas como hispanas, y los mexicanos somos afines a dichos productos. Por ello, es natural que exista en nuestra ciudad capital, así como en la mayoría de las poblaciones importantes del país, un mercado central de dulces (Sánchez, 1994). Entre los estados productores de dulces típicos mexicanos encontramos: Tlaxcala, Oaxaca, Jalisco, Puebla y Michoacán.

En los dulces típicos podemos hallar una muestra más de la imaginación y de la creatividad de nuestra gente en todas las regiones del país, ya que están hechos a base de los más variados elementos como frutas, nueces, semillas, cactáceas, etcétera, lo que nos habla de cómo se aprovecha todo lo que nos ofrece cada lugar de nuestra pródiga naturaleza. Así, podemos saborear las deliciosas alegrías hechas a base de semillas de amaranto; las coloridas pepitorias, que como su nombre lo indica son elaboradas con pepita de calabaza; las dulces palanquetas, hechas con nuez o con cacahuete; los macarrones de leche azucarada; las cocadas; los variados dulces de leche y coco; los jamoncillos de pepita; el acitrón, producto de nuestras cactáceas; los tamarindos enchilados o salados; las charamuscas estiradas; las trompadas; todo tipo de frutas cubiertas como calabaza, chilacayote, higo, piña, naranja, tuna, y los limones rellenos de coco. Además de las crujientes morelianas, los pirulís, las jaleas, ates, las obleas, las dulces peladillas y los malvaviscos de diferentes colores, tamaños y formas (Sánchez, 1994).

Estos productos, sólo son comercializados en los mercados libres del país y con dificultad se pueden encontrar en los centros de autoservicio; por lo que no están estrictamente regulados por alguna instancia oficial de manera que garanticen al consumidor seguridad alimentaria, además de que su elaboración es a nivel artesanal.

La materia prima requerida para la elaboración de dulces típicos, tales como las nueces (nuez de nogal, almendras, pistacho, macadamia, avellanas) y otros frutos secos



(cacaahuates, piñones, coquitos de palma) han adquirido gran importancia a nivel mundial por sus atractivas características nutritivas y organolépticas. Sin embargo, su composición química, rica en materias grasas insaturadas en algunos casos y de alto contenido de humedad (cerca al 50%) en otros, las hace especialmente susceptibles al deterioro bioquímico, a la deshidratación y al desarrollo de hongos; son especialmente susceptibles cuando están descascaradas y/o partidas (McColloch, 1972).

No sólo su composición química, sino diversos factores de almacenamiento en la materia prima y el producto terminado, tales como la humedad y la temperatura, incrementa la susceptibilidad al crecimiento de hongos, produciendo a partir de *A. flavus* a las llamadas aflatoxinas que químicamente son metabolitos secundarios heterocíclicos estrechamente relacionados entre sí y que pertenecen al grupo de las micotoxinas (Pérez, 2002), las cuales fueron descubiertas en 1960 por un grupo de investigación británico (Previdi y Casorali, 1986). Las aflatoxinas representan una amenaza para la inocuidad de estos productos y un riesgo importante en salud alimentaria para el hombre.

Se considera a las aflatoxinas como las micotoxinas con mayor actividad carcinogénica hasta ahora descubiertas. Las micotoxinas son metabolitos producidos por mohos presentes en gran parte de los alimentos (Pérez, 2002).

Es por ello, que en este trabajo se ha planteado llevar a cabo una evaluación de la calidad de los dulces típicos mexicanos elaborados de forma artesanal, comercializados en la Ciudad de México y posteriormente, realizar una propuesta para mejorar la calidad de estos los productos.



ANTECEDENTES



2. ANTECEDENTES

2.1 GENERALIDADES DE DULCES TÍPICOS MEXICANOS

2.1.1 Historia de los dulces típicos.

Desde antaño, los pueblos precolombinos ya preparaban algunos de los dulces que consideramos típicos, mezclando frutas con miel, semillas y algunas especias. Gracias a las bondades del aguamiel que se extrae del maguey, así como a las de la melcocha obtenida del jugo de tuna concentrado y del mezquite, en combinación con otros productos, como maíz, cacao y la semilla de amaranto, se originaron dulces como el pinole, el chocolate y la alegría (Sánchez, 1994).

La mayoría de los dulces típicos mexicanos están elaborados con frutas autóctonas, los cuales surgieron en la colonización española. Los conventos fueron cuna de varios de los dulces tradicionales, pues en ellos las monjas combinaron las costumbres culinarias europeas e indígenas (Desroiser, 1996). Gracias a la vasta producción de frutas tropicales, se preparaban postres muy sabrosos con el jugo y el azúcar de ésta, mientras el ingenio daba paso a extrañas y complicadas combinaciones de azúcar con leche, huevo, nueces, almendras, piñones y demás productos originarios de ambos países que son el dulcísimo origen de los dulces mexicanos. Diversidad de formas, colores, ingredientes, sabores y graciosos nombres continúan haciendo del dulce mexicano un preciado ornamento nacional.

Las más sabrosas muestras de la dulcería Árabe pasaron a España y de ahí hacia México: alfeñiques, alfajores, muéganos, caramelos y charamuscas, así como las frutas cubiertas con miel. De los dulces prehispánicos sobrevivió la pasta de pepita de calabaza o “jamoncillos”, el dulce de “alegría”, las pastas de coco y de cacahuete (FAO, 2005).



El nombre de "alegría" se adjudicó en el siglo XVII al dulce que se procesa con la semilla reventada del amaranto. Antes de la Conquista los indígenas incluían en su dieta el Huautli (semilla de amaranto), en especial durante las ceremonias religiosas. A Fray Martín de Valencia en 1530 se le ocurrió mezclar la semilla con miel. Esta mezcla les pareció a los indígenas tan sabrosa que comenzaron a bailar y a cantar de alegría, surge así, según la leyenda, el nombre de esta golosina (Borges, 2003).

Se sabe que desde tiempos prehispánicos las culturas Maya, Mexica y Teotihuacana endulzaban sus bebidas y manjares con mieles de avispa, tuna, maguey y de maíz, por lo que el sabor dulcísimo del azúcar de caña fue rápidamente adoptado. Definitivamente eran bebidas para dioses.

Ya en el siglo XVII, en plena expansión de la Colonia, los habitantes aprendieron a manejar el azúcar para convertir la fruta en dulce. De las cocinas de los claustros de monjas surgieron algunos de los más ricos dulces que todavía hoy en día se siguen preparando en varios estados de la República como polvorones, cocadas, turrones, tamarindos, camotes, limones, higos, acitrones.

La dulcería poblana presume en ser una de las más bastas y diversas en su elaboración. Los antiguos pobladores de estas tierras elaboraban exquisitos manjares con frutas y semillas, ricos caramelos de miel y leche, envueltos en hojas de agradable aroma.

En los siglos XVI y XVII, los conventos de Puebla eran verdaderas fábricas donde las monjas competían en ingenio y dedicación para ofrecer a la sociedad poblana de entonces los mejores dulces y galletas.



De tal forma que en el centro histórico de Puebla no faltan las dulcerías en las que encontrará los clásicos camotes, los jamoncillos de nuez, piñón o pepita; mazapanes, marinas, trufas, gaznates, caracoles, espejos, caballitos de panela, limones rellenos de coco, yemitas, rompe muelas y las deliciosas alegrías elaboradas con amaranto.

En la ciudad de Morelia y Michoacán, se encuentran uno de los mercados de dulces más grandes del país, así como un dedicado exclusivamente al dulce, en el que se puede presenciar la elaboración de algunos productos como ates y membrillos.

El estado presume en tener 300 variedades de dulces, entre ellos destacan chocolates, turrone, natillas, gelatinas, cajetas, arroz con leche, borrachitos, chongos zamoranos, chiclosos, palanquetas, charamuscas, todos exponentes de un fantástico arte popular que endulza el gusto (Esquivel, 2005).

2.2 Definición de dulces típicos y su materia prima.

Un dulce típico es aquél alimento elaborado de forma artesanal, azucarado y a base de algún fruto seco o semilla oleaginosa. El actual dulce tradicional mexicano tiene el encanto de su sabor matizado por múltiples ingredientes, pero tiene también, como valor agregado, su belleza en formas, texturas y colores (Martínez, 2003).

En el Tabla 1, se muestra cuales son los principales dulces típicos mexicanos, así como los Estados que elaboran a éstos.



Tabla 1. Principales dulces típicos elaborados y comercializados en México.

Dulce típico	Materia Prima	Lugar de origen
Alegría	Amaranto, pasas, limón, piloncillo y nuez.	Tlaxcala
Cocada	Coco, azúcar, canela, leche, huevo, mantequilla	Jalisco
Dulce de coco	Azúcar, coco fresco rallado, leche evaporada, jerez dulce y canela	Jalisco
Palanqueta de cacahuete	Cacahuete, azúcar, agua y piloncillo.	Oaxaca
Pepitoria	Semilla de calabaza, piloncillo, agua, limón y azúcar	Puebla

Fuente: Martínez (2003)

2.2.1 Frutos Secos y Materia primas utilizadas en dulces típicos.

Los frutos secos son frutos de una sola semilla que no son deshiscentes en la madurez, y por lo general están encerrados en una envoltura externa o cáscara rígida. Todos los frutos secos se desarrollan en arbustos de porte alto o en árboles; conocidos como “frutos en nuez de árbol “. Estos incluyen las almendras, las avellanas, los pistachos, las nueces de Brasil, los cocos y los frutos en nuez de macadamia. Por su definición estrictamente botánica, el único fruto que no es de árbol es el cacahuete, conocido como “nuez de tierra “ en algunos países (FAO, 1991).

- **Amaranto**



Surge en épocas precolombinas, hace más de 500 años, una semilla conocida como Huautli, actualmente amaranto (Fig. 1).

Figura 1. Amaranto

Fuente: Procesadora de Amaranto Tehutli, S.A.



El Amaranto, de la familia de los *amaranthacea* y género *Amarhantus*, es una planta de cultivo anual que puede alcanzar de 0.5 a 3 metros de altura; posee hojas anchas y abundantes de color brillante, espigas y flores púrpuras, naranjas, rojas y doradas. Existen diferentes especies de amaranto que producen semilla y que, a su vez, son las más apreciadas:

- *Amaranthus Caudatus*: se cultiva en la región de Los Andes y se comercializa como planta de ornato, principalmente en Europa y Norteamérica.
- *Amaranthus Cruentus*: es originaria de México y Centroamérica, donde se cultiva principalmente para obtener grano (Gapiste, 1989).
- *Amaranthus Hipochondriacus*: procedente de la parte central de México, se cultiva para obtener grano. La planta de amaranto tiene una panícula (panoja) parecida al sorgo con una longitud promedio de 50 centímetros a un metro.

Esta panoja formada por muchas espigas que contienen numerosas florecitas pequeñas, que alojan a una pequeña semilla, cuyo diámetro varía entre 0.9 y 1.7 milímetros, representa el principal producto de la planta de amaranto con la que se elabora cereales, harinas, dulces, etc. El ciclo vegetativo del amaranto tiene un promedio de 180 días, desde que germina hasta que la semilla alcanza su madurez.

- **Cacahuete**



Es un miembro de la familia del género *Arachis*. El maní o cacahuete es otra importante fuente de aceite vegetal en las zonas tropicales y subtropicales (Fig. 2).

Figura 2. Cacahuete

Fuente: Profeco (2004)



Es nativo de la parte tropical de América del Sur, probablemente Brasil. Aun cuando algunos países asiáticos, principalmente China e India, producen cerca de las dos terceras partes de la cosecha mundial, en la actualidad el cacahuete es una fuente importante de aceite.

- **Coco**



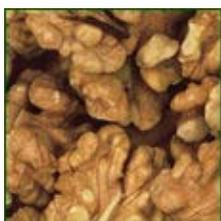
La copra es coco ya maduro que se parte para separar la pulpa (seca y gruesa) de la cáscara. Se deja la carne expuesta al sol para que concentre el aceite que posteriormente se envía a las fábricas aceiteras. Es el fruto de una palmera tropical (Fig. 3).

Figura 3. Coco

Fuente: Profeco (2004)

La carne de coco deshidratada se utiliza para elaborar harinas y dulces. La cáscara se emplea, fundamentalmente, como fibra para diversas aplicaciones industriales. Si se pulveriza, se aplica como fertilizante en el campo. El tallo del cocotero se ocupa como sustituto de madera (Martínez, 2003).

- **Nuez**



La nuez es la semilla del árbol del nogal (*Junglas regia*), que pertenece a la familia de las Juglandáceas y puede alcanzar hasta los 20 metros de altura. La nuez del nogal es la que tiene mayor importancia comercial en todo el mundo; su fruto es una nuez grande, drupáceo, con mesocarpio carnoso y endocarpio duro. (Fig. 4)

Figura 4. Nuez

Fuente: Sánchez (1994)

Es un fruto seco oleaginosos y como tal destaca por su contenido en grasa, que constituye más de las 3/5 partes de su peso (Gapiste, 1989).



- **Piloncillo**



Figura 5. Piloncillo

Fuente: López (2001)

El piloncillo es azúcar oscuro que se vende en forma de cono truncado como subproducto del proceso de refinado de azúcar (Fig. 5). Se sustituye con azúcar morena (Martínez, 2003).

- **Semilla de Calabaza**



Figura 6. Semilla de calabaza

Fuente: Sánchez (1994)

La semilla de calabaza se conoce con el nombre de pepita de calabaza (Fig. 6). Es la semilla seca de este fruto, se utiliza en la elaboración de moles, pipianes y salsas de la cocina mexicana (López, 2003).

- **Uva pasa**



Figura 7. Uva pasa

Fuente: Pasamex (2004)

La uva pasa es el fruto maduro de la vid, deshidratado naturalmente por medio del calor solar o artificialmente, que puede ser conservado y utilizado como alimento (Fig. 7).

La pasa es un verdadero depósito de hidratos de carbono. Contiene además una relación más importante de proteínas que la uva (más de 2,5 %). Tiene las mismas sales minerales y, en menores cantidades, vitaminas B1 y A (Gapiste, 1989).



2.2.2 Dulces Típicos Mexicanos.

Existe una gran variedad de dulces típicos mexicanos, entre los que se destacan: alegría, cocada, dulce de coco, palanqueta de cacahuete y pepitoria.

- **Alegría**



La alegría es semilla de amaranto tostada unidas por miel de azúcar (Fig. 8). Es un postre conocido como “Huautli” característico por su bajo contenido en grasa (López, 2003).

Figura 8. Alegría

Fuente: Sánchez (1994)

- **Cocada**



La cocada es un dulce típico que se caracteriza por su elaboración a base de la pulpa fresca del coco y por su alto contenido en grasa, más del 50% (Fig. 9).

Figura 9. Cocada

Fuente: Sánchez (1994)

- **Dulce de Coco**



Los dulces de coco se elaboran con la pulpa de coco mezclado con nueces y sabor a maple horneada (Fig. 10) (Sánchez, 1994).

Figura 10. Dulce de coco

Fuente: Sánchez (1994)

- **Palanqueta de Cacahuete**



De cuerpo compacto, es crujiente cacahuete tostado, mezclado con piloncillo (Fig. 11) (Sánchez, 1994).

Figura 11. Palanqueta de cacahuete



Fuente: Sánchez (1994)

- **Pepitoria**



La pepitoria se elabora con la semilla de calabaza tostada entrelazada con piloncillo (Fig. 12) (Sánchez, 1994).

Figura 12. Pepitoria

Fuente: Sánchez (1994)

2.3 Composición Química de las materias primas y dulces típicos mexicanos.

En el Tabla 2 y 3, se muestra la composición química de los principales ingredientes y dulces típicos mexicanos.

Tabla 2. Composición química de los principales frutos secos empleados para la elaboración de dulces típicos.

Componente (100 g)	Amaranto	Cacahuete	Coco	Nuez	Piloncillo	Semilla de calabaza	Uva pasa
Proteína (g)	12,16	27,96	7,33	13,7	-	31,33	23,25
Grasa (g)	6,79	53,64	67,04	67,2	-	46,66	3,12
Carbohidratos (g)	63,15	4,89	14,51	13,2	91,7	14,47	36,89
Fibra (g)	6,46	6,73	6,83	2	-	2,21	25,63
Humedad (g)	11,22	5,87	2,92	3,5	7,49	4,90	10,57
Sodio (g)	-	0,56	-	-	0,33	-	0,19
Calcio (g)	0,247	0,92	0,86	94	0,53	0,38	0,42

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. Valor Nutritivo de los alimentos de consumo para ser humano (1992).



Tabla 3. Composición química de algunos dulces típicos.

Componente químico	Alegría (100 g)	Dulce de coco (100g)	Palanqueta de Cacahuete (100g)
Calorías (kcal)	79,7	34,33	800,22
Grasas Totales (g)	5,80	4,88	38,0
Grasas Saturadas (g)	0,63	7,0	9,07
Carbohidratos (g)	3,33	62,22	25,6
Fibra Dietética (g)	4,22	3,0	4,0
Azúcares (g)	1,66	20,0	12,0
Proteínas (g)	1,74	5,6	10,0
Humedad (g)	2,53	8,5	2,0

Fuente: Martínez (2003)

NOTA: La composición química de la pepitoria y cocada aún no se encuentra reportada en la bibliografía existente.

2.4 Proceso de elaboración de dulces típicos.

Básicamente, el proceso de elaboración de los dulces típicos en México se desarrolla de manera artesanal, es decir, está exento de operaciones unitarias que requieran de equipo industrial; por lo contrario, los utensilios necesarios son caseros y los servicios necesarios son luz, agua y gas.

2.4.1 Elaboración de alegría.

Los principales ingredientes que se utilizaron fueron: amaranto tostado, piloncillo, agua y limones. El proceso de elaboración se muestra en la figura 13:

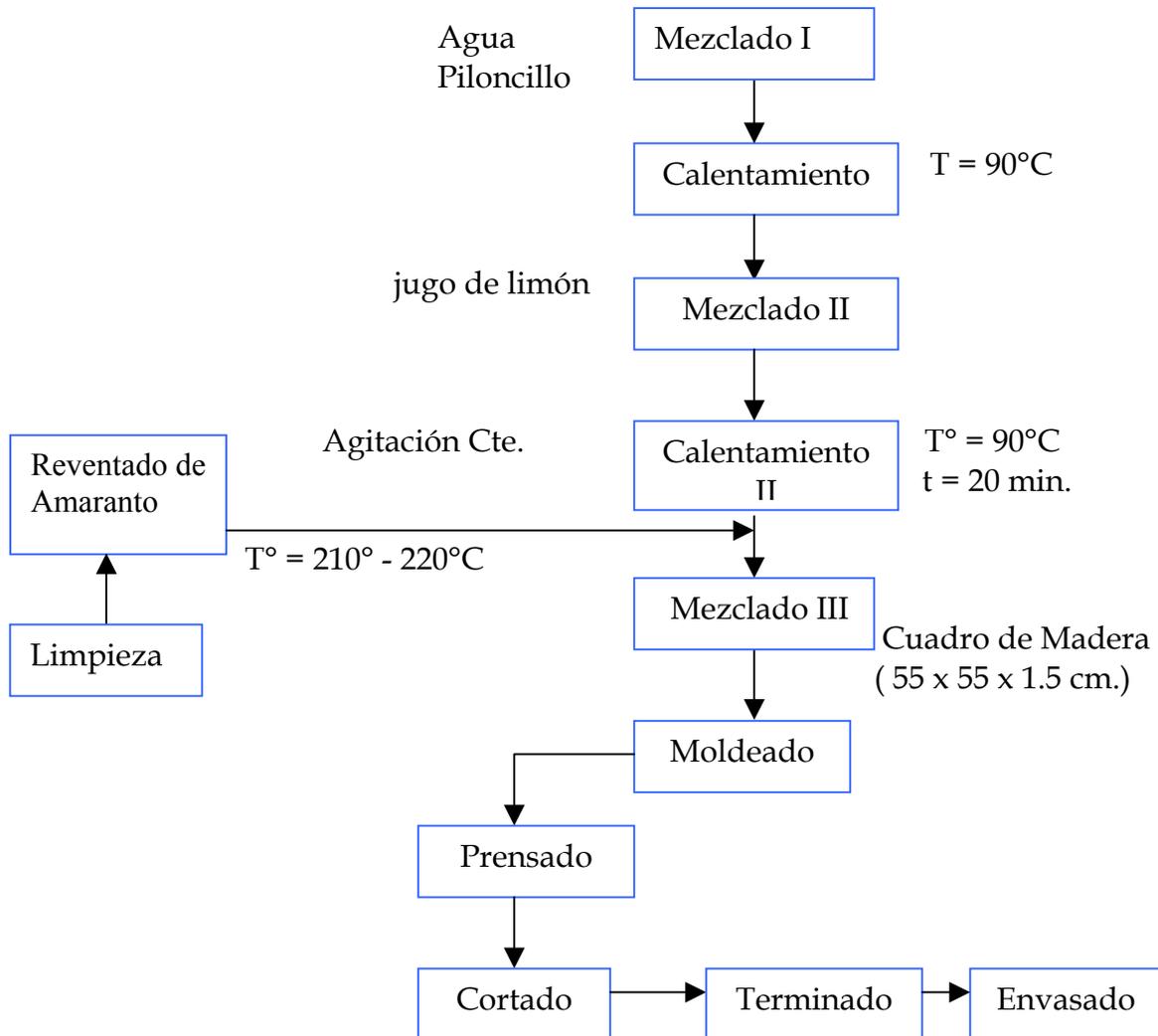


Figura 13. Diagrama de Proceso de Elaboración de Alegria

Fuente: Profeco (2004)

La descripción del proceso de alegría, se describe a continuación:

Limpieza: El amaranto se tamiza sobre una malla de abertura pequeña, a fin de separar las impurezas provenientes de su recolección.

Reventado: El reventado del amaranto consiste en calentar el amaranto agitándolo constantemente, hasta apreciar un cambio de color en el amaranto lo que indica que se ha inflado.

Mezclado I: Mezclar en un recipiente de aluminio, agua y el piloncillo para su posterior calentamiento.



Calentamiento I: Llevar a cabo el calentamiento de la mezcla anterior, esta operación se debe realizar hasta la ebullición de la mezcla, de manera que el piloncillo esté en estado líquido.

Mezcla II: En el momento de la ebullición de la solución anterior, se le adiciona jugo del limón que servirá como conservante en el producto y proporcionará un sabor característico a la alegría.

Calentamiento II: La miel se deja hervir por 20 minutos más. En esta operación se reconoce si la consistencia de la miel es la óptima, dejando caer una gota de ésta en un vaso de agua a fin de que en el fondo se forme una masa compacta, se continúa agitando por unos minutos más y si la consistencia es la adecuada, se retira del fuego.

Mezclado III: Enseguida se mezcla esta miel con el amaranto tostado auxiliándose de una pala de madera, se debe realizar de forma rápida evitando el enfriamiento de la mezcla antes de realizar el moldeado.

Moldeado: La mezcla se vacía en un cuadro de madera de 55 x 55 centímetros de diámetro por 1.5 centímetros de alto.

Prensado: Se prensa con un rodillo mojado o una botella, hasta que no existan bordes en la superficie.

Cortado: Se corta en cuadros con un cuchillo mojándolo cada que se hace un corte (rápido).

Terminado: En esta etapa, una vez que se realizó el corte, se procede a decorar la alegría colocando en su superficie una nuez entera o troceada, así mismo se colocan pasas haciendo presión para asegurar que se adhirieran a la alegría.



Envasado: Una vez que ha sido decorada la alegría y se encuentra a temperatura ambiente, se envuelven de forma individual con papel celofán.

2.4.2 Elaboración de la cocada.

Los ingredientes que se utilizan para la elaboración de la cocada son: azúcar, canela, agua, coco rallado, leche, yemas de huevo y mantequilla. En la Fig.14 se muestra el proceso de elaboración de cocada.

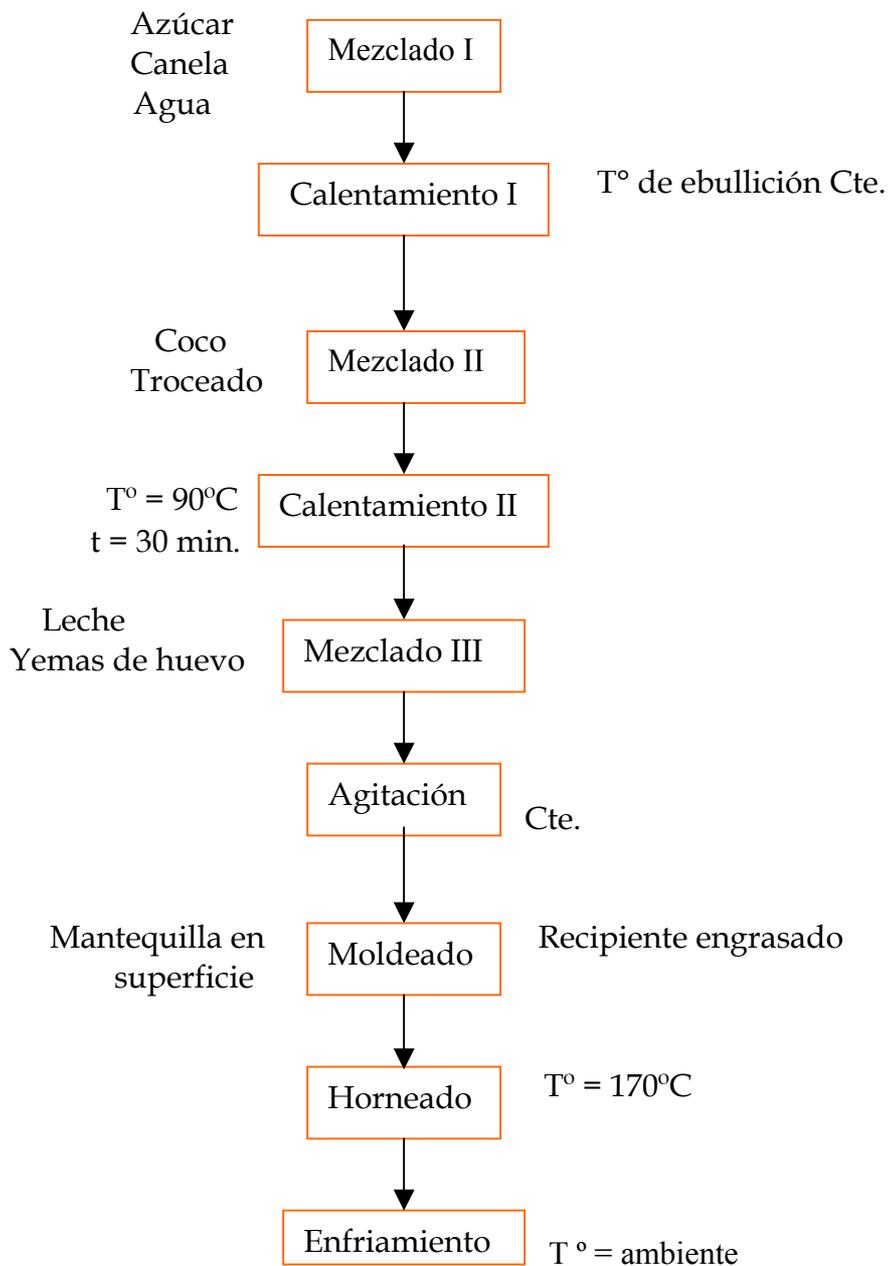


Figura 14. Diagrama de Proceso de elaboración de la Cocada

Fuente: Profeco (2004)



Las principales operaciones del proceso de elaboración de cocada, se describen a continuación:

Mezclado I: Mezclar en un recipiente el azúcar, canela y el agua con ayuda de una pala de madera, agitar constante y vigorosamente para obtener una solución homogénea.

Calentamiento I: Llevar a ebullición la mezcla anterior a fin de que ésta solución espese en su totalidad.

Mezclado II: A la miel obtenida se le adiciona el coco previamente rayado mezclando los ingredientes de manera envolvente.

Calentamiento II: Una vez que se obtiene la mezcla dos, se procede a cocer esta a fuego lento hasta que el coco esté transparente.

Mezclado III: Seguido del calentamiento, se adicionarán una mezcla de leche con las yemas realizada previamente al agua de coco ya hervida.

Agitación: Después de este mezclado se debe de proceder a una agitación de forma constante para incorporar completamente los ingredientes hasta que se observe el fondo de la cacerola.

Moldeado: La mezcla se deposita en un refractario engrasado en forma círculo y encima de ésta se colocan trozos de mantequilla.

Horneado: Los refractarios se colocan en el horno a temperatura de 170°C hasta que doren. Transcurrido este tiempo se desmoldan y enfrían para su consumo.



2.4.3 Elaboración de palanqueta de cacahuete.

Los ingredientes que se utilizan para la elaboración de la palanqueta de cacahuete son: azúcar, agua, piloncillo, limón (ácido cítrico) y mantequilla. En la Figura 15, se muestra el diagrama de proceso de elaboración de palanqueta de cacahuete:

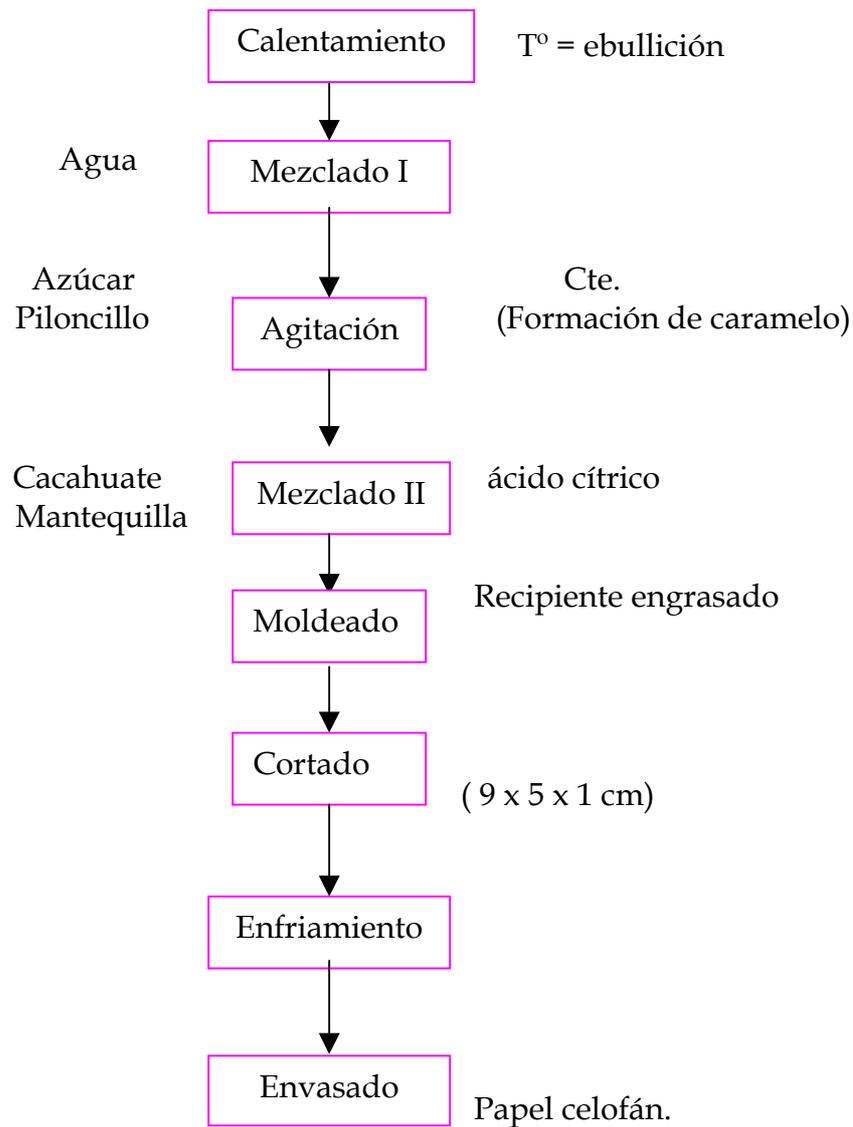


Figura 15. Diagrama de Proceso de Elaboración de Palanqueta de Cacahuete
 Fuente: Profeco (2004)



El proceso de elaboración de palanqueta de cacahuete se describe a continuación:

Calentamiento: Ponga a calentar el agua hasta la ebullición, sobre un recipiente.

Mezclado I: Cuando el agua suelte el primer hervor, agregue el azúcar y el piloncillo agitando hasta obtener caramelo.

Mezclado II: Añadir los cacahuates limpios, la mantequilla y el ácido ya disuelto previamente en agua. Agitar rápidamente mientras se van incorporando los ingredientes.

Moldeado: Vacíe la mezcla sobre la charola engrasada con mantequilla. Se deben evitar los bordes, la superficie formada con la mezcla debe ser lisa.

Cortado: Realizar los cortes con el cuchillo húmedo dándole la forma y tamaño deseado. Dejar enfriar.

Envasado: Una vez realizado el corte, la palanqueta se envuelve en papel celofán sellándolo perfectamente.



A continuación se realiza la descripción del proceso de elaboración de dulce de coco:

Mezclado I: Se mezcla el azúcar en un cuarto de litro de agua para preparar una solución dulce.

Calentamiento I: Esta mezcla se pone a hervir para brindar una consistencia espesa que servirá para darle cuerpo uniforme al dulce.

Mezclado II: En esta etapa se agrega el coco rallado, que es el ingrediente que le otorga el sabor principal para dar textura suave al dulce, se deja cocer hasta la completa evaporación de la solución de azúcar anteriormente adicionada.

Reposado: Se realiza con el fin de que el coco absorba completamente el azúcar que se le adicionó formándose una pasta blanda. El tiempo de reposos es de 24 horas.

Mezclado III: Posteriormente, se agrega leche a la pasta anterior, pues le aportará nutrientes al producto y se conseguirá un sabor característico, se deberá mezclar hasta integrar perfectamente la leche en la pasta.

Calentamiento II: La mezcla anterior será calentada hasta que espese ligeramente, con un tiempo aproximadamente de 30 minutos a temperatura de 55 °C, de esta forma se incorporan los nutrientes de la leche con el resto de los ingredientes.

Mezclado IV: Se adicionan yemas de huevo y jerez a fin de dar consistencia espesa a la mezcla y un sabor característico del dulce se agita constantemente hasta la completa incorporación.

Calentamiento III: Se deja hervir por tiempo de 5 minutos, manteniendo constante la agitación, para brindar la consistencia final del dulce.

Moldeado: Inmediatamente del último calentamiento, éste se coloca sobre papel encerado depositado en recipientes de los tamaños y formas deseadas, rellenando



completamente dichos moldes, comprimiéndolos para dar uniformidad al dulce.

Enfriamiento: El dulce de coco, se deja enfriar a temperatura ambiente (25°C) para sacarlos de los moldes y el papel encerado servirá como base para depositar el dulce.

2.4.5 Elaboración de la pepitoria.

Los ingredientes que se utilizan para la elaboración de la pepitoria son la semilla de calabaza, limpia y exenta de impurezas, piloncillo, agua, ácido cítrico y azúcar. El proceso de elaboración de la pepitoria, se muestra en la figura 17:

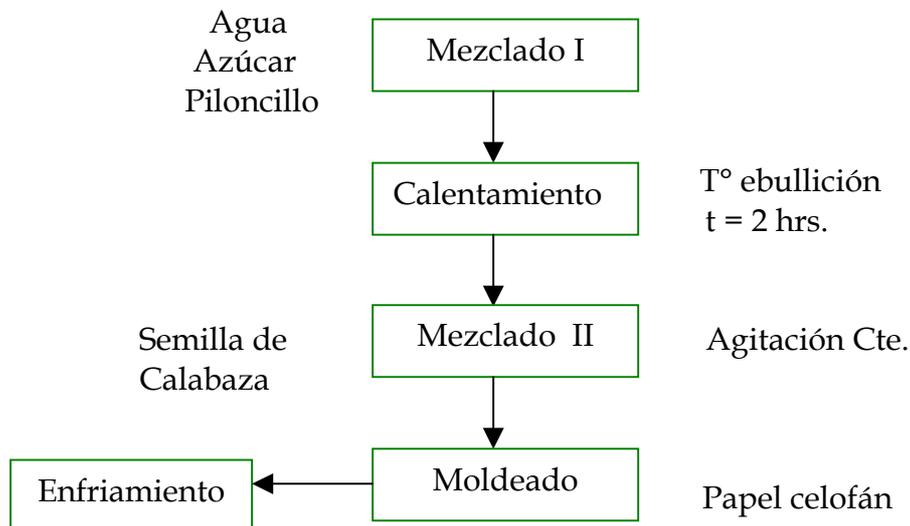


Figura 17. Diagrama de Proceso de Elaboración de Pepitoria

Fuente: Profeco (2004)

La descripción del proceso de elaboración de pepitoria, se describe a continuación:

Mezclado I: Mezclar en un recipiente agua, piloncillo y azúcar para proceder a la elaboración de una solución azucarada.

Calentamiento: La solución azucarada se calienta a fuego lento y se lleva a ebullición por espacio de 2 horas para formar un caramelo.

Mezclado II: Al soltar el primer hervor, se procede a adicionar poco a poco la semilla de calabaza y con ayuda de una cuchara de madera se mueve, hasta incorporar los₂₁



ingredientes perfectamente, es importante que dicha operación se realiza rápidamente con el fin de que no se dificulte su moldeado.

Moldeado: Repartir la mezcla sobre papel celofán de acuerdo al tamaño de pepitoria deseado.

Enfriado: Dejar enfriar el producto para poder sellarlo.

Envasado: Envolver perfectamente con el papel celofán.

2.5 Importancia económica en México de la producción de dulces típicos.

En México, la producción de frutos secos y semillas oleaginosas es pronunciada, por lo que se puede encontrar gran diversidad de dulces típicos en todo el país que definen las costumbres y forma de alimentación en cada rincón del país. Por ejemplo, el amaranto se consume principalmente como cereal reventado, del cual se elaboran los siguientes productos finales: alegrías, amaranto (cereal) reventado, granolas, tamales, atoles, pinole, mazapán, etc.

Según cifras recientes, el cultivo del amaranto en Tlaxcala (160 hectáreas con un rendimiento medio de mil 625 kilogramos por hectárea, y un precio venta de cuatro pesos por kilogramo) supera a los cultivos de trigo y cebada. El Programa de Amaranto mantiene relación con diversos centros de investigación de la República (Chihuahua, Durango, Zacatecas, Yucatán, Morelia y Guanajuato) con el propósito de

lograr el mejoramiento genético en la producción de la semilla. Sin embargo, para un



aprovechamiento óptimo del amaranto se requiere más apoyo en la investigación.

Las zonas de producción y cultivo de amaranto son las mismas de la época precolombina. Puebla es el mayor productor de amaranto en México con el 51 por ciento de la producción total nacional, sigue Morelos, Tlaxcala, el Distrito Federal, el estado de México y Guanajuato con el 22, 18, 9, 6 y 2 por ciento, respectivamente (Asociación Mexicana del Amaranto, 2003).

Los principales estados productores de coco son Guerrero, Colima y Tabasco con una producción anual de 16 mil, 8 mil y 2 mil toneladas respectivamente, con un rendimiento total de la producción de 0,419 Ton/Ha otros de los estados productores son Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Nayarit, Sinaloa, Quintana Roo y Yucatán.

En el país se producen más de 651 mil toneladas de los tres principales tipos de uva: pasa, de mesa e industrial. El estado de Sonora produce el 70% de uva mexicana, con un estimado de 456 mil toneladas al año. Otros estados productores de uva son Baja California, Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes.

A continuación se muestran las cifras de producción Nacional de algunas materias primas de los dulces típicos estudiados que se encuentran documentados en la SAGARPA hasta el mes de Agosto de 2005.

Tabla 4. Producción nacional de frutos secos y semillas oleaginosas 2005.



Producto	Producción nacional (Ton)
Amaranto	1.650
Cacahuete	N.R.
Coco	111 757
Nuez	555
Uva	268 689
Azúcar	51 701 876

N.R. = No Registrada

Fuente: SAGARPA (2005). Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria

2.6 Las Contaminaciones de los Alimentos.

En general la producción de alimentos libres de contaminantes no sólo depende del lugar de su producción sino también de los procesos de elaboración y de las personas que toman contactos con ellos. La contaminación de los mismos puede producirse en cualquier momento desde su cosecha, pasando por la elaboración a nivel industrial, la distribución y hasta cuando se prepara la comida en el hogar.

Un alimento está contaminado cuando en él hay presente sustancias extrañas. Estas pueden ser de naturaleza física, química y microbiológica.

2.6.1 Contaminación Química.

La contaminación química, se produce cuando el alimento se pone en contacto con sustancias químicas, durante los procesos de producción, elaboración industrial y/o casera, almacenamiento, envasado, transporte. Las sustancias involucradas pueden ser plaguicidas, residuos de medicamentos de uso veterinario (antibióticos, hormonas), aditivos en exceso, productos de limpieza, materiales de envasado inadecuados, materiales empleados para el equipamiento y utensilios, etc. (Rumbado y Aluffi, 2004).



2.6.2 Contaminación Física.

Consiste en la presencia de cuerpos extraños al alimento, que son mezclados accidentalmente con éste durante la elaboración, tales como, vidrios, metales, polvo, hilachas, fibras, pelos, bigote, etc.

Puede presentarse cuando personal de limpieza o mantenimiento en general trabaja en las áreas de manipulación de alimentos mientras se están realizando los procesos. Es así posible la caída de tornillos, clavos, etc., o producirse cuando el manipulador no lleva la indumentaria adecuada (Rumbado y Aluffi, 2004).

2.6.3 Contaminación Microbiológica.

Puede deberse a la presencia de bacterias, virus, hongos, parásitos y levaduras. La contaminación bacteriana, es la causa más común de intoxicación alimentaria. Se halla muy vinculada con la ignorancia y la negligencia del manipulador de alimentos. Ya que es más posible su presencia cuando no existe una reglamentación estricta durante el proceso y almacenamiento de los alimentos.

Como consecuencia del descuido y proliferación de este tipo de contaminaciones, es frecuente el desarrollo de las enfermedades transmitidas por dichos alimentos (Rumbado y Aluffi, 2004).

2.7 Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS).

Llamadas así porque el alimento actúa como vehículo en la transmisión de organismos patógenos (que nos enferman, dañinos) y sustancias tóxicas. Las ETAs están causadas por la ingestión de alimentos y/o agua contaminada con agentes patógenos.



Las alergias por hipersensibilidad individual a ciertos alimentos no se consideran ETAs, por ejemplo la alergia al maní o a los animales de mar que sufren algunas personas.

Las ETAs se dividen en dos grandes grupos:

2.7.1 Infecciones alimentarias.

Son las ETAs producidas por la ingestión de alimentos o agua contaminados con agentes infecciosos específicos tales como bacterias, virus, hongos, parásitos, que en el intestino pueden multiplicarse y/o producir toxinas (Rumbado y Aluffi, 2004).

2.7.2 Intoxicaciones alimentarias.

Son las ETA's producidas por la ingestión de toxinas producidas en los tejidos de plantas o animales, o productos metabólicos de microorganismos en los alimentos, o sustancias químicas que se incorporan a ellos de modo accidental o intencional en cualquier momento desde su producción hasta su consumo (Rumbado y Aluffi, 2004).

Los síntomas se desarrollan durante 1-7 días e incluyen alguno de los siguientes:

- Dolor de cabeza, náusea, diarrea, dolor abdominal y vómito.

Estos síntomas van a variar de acuerdo al tipo de agente responsable, así como la cantidad de alimento contaminado que fue consumido. Para las personas sanas, las ETAs son enfermedades pasajeras, que sólo duran un par de días y sin ningún tipo de complicación. Pero para las personas susceptibles como son los niños, los ancianos, mujeres embarazadas y las personas enfermas pueden llegar a ser muy graves, dejar secuelas o incluso provocar la muerte.



Los agentes responsables de las ETAs son: bacterias y sus toxinas, virus, parásitos, sustancias químicas, metales, tóxicos de origen vegetal y sustancias químicas tóxicas que pueden provenir de herbicidas, plaguicidas, fertilizantes. Dentro de todas las posibles causas mencionadas, las ETAs de origen bacteriano son las más frecuentes de todas (Rumbado y Aluffi, 2004).

Para reconocer las especies que causan daños es necesario tener una experiencia considerable y suficiente información; sin embargo, es importante distinguir algunos de los tipos principales de daños y los microorganismos asociados. Las distinciones entre organismos se hacen con base en sus diferencias de estructuras (morfología), de su crecimiento y reproducción (biología) y de sus propiedades deteriorantes (fisiología) (Jobber y Jamieson, 1974). La clasificación basada en estas características, agrupa a los microorganismos que ocasionan daños a los alimentos almacenados en categorías conocidas como bacterias, mohos y levaduras.

La presencia de humedad y mohos puede resultar en el deterioro de envases y el derrame de los productos alimenticios almacenados, haciéndose difícil su manejo.

También las esporas pendientes en ambientes cerrados pueden afectar la salud humana al aspirarse, causando enfermedades de la garganta y pulmones y también los productos deteriorados por microorganismos además de la pérdida de la calidad de los productos, provocan una pérdida económica, porque en todos los casos, los hongos o mohos, por ejemplo, además de dañar los alimentos, disminuyen su calidad y reducen los precios (USDA, 1973).



Por otra parte, los daños que los hongos causan a los granos en almacenamiento, también pueden resultar en la disminución de la germinabilidad, decoloración de algunos o todos los granos, calentamiento, enmohecimiento y también cambios bioquímicos, por lo que tales granos son inadecuados para uso industrial (molinería, extracción de aceites, etc.) y para consumo humano y animal. Algunos hongos producen sustancias llamadas micotoxinas, que son dañinas para el ganado y las aves de corral y el humano (Rumbado y Aluffi, 2004). Los principales géneros son: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

2.8 Micotoxinas.

Las **micotoxinas** son metabolitos secundarios producidos por hongos, son importante debido a sus efectos tóxicos y carcinogénicos bien establecidos.

El crecimiento de mohos producto del mal almacenamiento de alimentos da origen a la descomposición del producto y formación de tóxicos para las aves de corral, animales de granja, peces y hasta el hombre (Hernández y Pérez, 1999).

Jubber y Jamieson (1975) clasifican las micotoxinas en forma artificiosa en hepatotoxinas, siendo las aflatoxinas los principales tóxicos de *Aspergillus flavus* y son carcinógenos; las nefrotoxinas, entre los que están la "citrinina", un metabolito de *Penicillium citrinum*; neurotoxinas del cerebro y del sistema nervioso central entre las que se encuentra la "patulina", una sustancia secretada por *Penicillium patulum*, y dermatóxicos fotodinámicos; algunas cepas crecen en el hongo *Sclerotinia esclerotiorum* causante de la pudrición rosada del apio.



Por su parte, Hernández y Pérez (1999) dicen que los granos y las semillas son invadidos por diversos hongos en el almacén, la bodega, el silo y las trojas. En la Tabla 5 se presenta un grupo de hongos y micotoxinas asociados a productos agrícolas. Las micotoxinas más comunes y las de mayor interés en los alimentos balanceados y alimentos para consumo humano son entre otras: aflatoxinas, zearalenona, vomitoxina, patulina, ácido penicílico, citrinina, ácido cicloprazónico, esterigmatocistina, altermaroides, alcaloides de la ergotamina, fumonisinas, ocratoxina A y tricotecenos de las cuales se han identificado 148 entre ellas dioxidivalenol, diacetoxicipenol, toxino T=2 y moalenol (Hernández y Pérez, 1999).

Tabla 5. Hongos típicos y micotoxinas asociadas con diversos productos agrícolas.

Hongos	Micotoxinas	Localización
<i>Aspergillus flavus</i> <i>A. parasiticus</i>	Aflatoxina	Cacahuete, harina, nuez del Brasil, arroz, trigo, avena y cebada
<i>Fusarium spp.</i> <i>Aspergillus ochroceus</i> <i>Penicilium cilopium</i>	Ochratoxina	Nuez de Brasil, frutas de cítricos, café y tabaco
<i>Fusarium graminearum</i> <i>F. roseum</i> <i>F. moniliforme</i> <i>F. oxysporum</i> <i>F. tricinctum</i>	Zearalenona	Varios granos
<i>F. avenaceum</i> <i>F. culmorum</i> <i>F. equiseti</i> <i>F. graminearum</i>	Tricotecenos	Varios granos

Fuente: Hernández y Pérez (1999).



2.9.1 Definición de Aflatoxina.

Las Aflatoxinas químicamente, son un grupo de metabolitos heterocíclicos estrechamente relacionados entre sí, sintetizados principalmente por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Son conceptualizadas como un grupo de sustancias producidas por algunos hongos en pequeña cantidad, como metabolitos secundarios, es decir que no tienen una función directa en el metabolismo vital fisiológico del moho sino parecen ser un factor de defensa para un medio hostil.

Estos metabolitos son producidos al final de la fase de crecimiento exponencial y carecen de importancia aparente para el hongo que los produce con respecto a su crecimiento, a su metabolismo, generalmente los produce cuando se acumulan grandes reservas de precursores de metabolitos primarios tales como aminoácidos, acetato, pirúvato, etc.

Su síntesis se inicia al principio de la fase estacionaria de crecimiento y tiene lugar junto con la síntesis de lípidos. Específicamente las aflatoxinas son sintetizadas por la vía de los policétidos.

Las aflatoxinas fueron descubiertas en 1960 por un grupo de investigación británico. Su nombre procede de la toxina del *Aspergillus flavus* y fue propuesto en 1962 por sus descubridores (Previdi y Casolari, 1986). La pérdida de 14 000 patitos y la aparición de nuevos brotes de la enfermedad en ganado vacuno. A partir de la harina se aisló *Aspergillus flavus* y subsiguientemente el metabolito tóxico o toxina que no sólo fue aislado sino también identificado. La toxina producida por *Aspergillus flavus* se denominó **aflatoxina**. La atención y la investigación que se suscitaron, con motivo de los casos citados, estimularon grandemente el interés y la significación de la presencia de aflatoxinas o de otras micotoxinas en los alimentos destinados al consumo humano.



Las aflatoxinas se presentan en algunos frutos a partir de que son producidas por un moho que crece en los cultivos de cacahuete, árbol de la nuez, maíz, trigo y semillas oleaginosas, algunos frutos secos, productos de salchichería, especias, vinos, leguminosas, leche y derivados (McColloch, 1972).

Aunque se sabe que las aflatoxinas causan cáncer en los animales, la FDA las permite a bajos niveles, ya que se consideran "contaminantes inevitables" de estos alimentos. Para ayudar a minimizar el riesgo, la Administración de Drogas y Alimentos (*Federal Drug Administration, FDA*) de los Estados Unidos examina los alimentos que pueden contener aflatoxinas.

Los resultados de un estudio efectuado por la FDA en 1973, indicaron que el 25% de las muestras de crema de cacahuete contenían niveles detectables de ellas (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 2001). En el 4% de las muestras de crema de cacahuete y en el 2% de las correspondientes al propio fruto crudo, los niveles de aflatoxina estaban por encima de las 20 ppb. También en 1973 se llevó a cabo un estudio sobre diferentes productos lácteos, como requesón, leche en polvo descremada y leche evaporada. La aflatoxina M₁ se encontró en menos del 1% de las muestras a concentraciones que oscilan entre 0.05 y 0.4 ppb, muy por debajo del límite o norma. Por otra parte, se ha señalado que si una vaca consume pienso con aflatoxina B₁, a una concentración de 100 µg por kilogramo, su leche contendría aflatoxina M₁ a la concentración de 1 µg por litro. En consecuencia, sólo el 1% de la cantidad ingerida se excreta por leche. La eliminación de aflatoxinas en los productos lácteos se consigue al mantener los piensos exentos de estas micotoxinas (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 2001).



Los esfuerzos internacionales para analizar y controlar los niveles de aflatoxinas en los alimentos han dado como resultados el establecimiento de un límite de 30 ppb (FAO/O.M.S./UNICEF Protein Advisory Board). Muchos países importan productos elaborados a base de cacahuates y semillas de proteínas para poblaciones mal alimentadas. No obstante, si se valora toda la información de que actualmente se dispone sobre aflatoxinas no se debe confiar en la harina de cacahuates como fuente proteica para la alimentación de niños en deficiente estado de nutrición (Frazier, 1985).

Los cacahuete y la mantequilla de maní son algunos de los productos más rigurosamente examinados por la FDA debido a que con frecuencia contienen aflatoxinas y se consumen ampliamente.

Las aflatoxinas están producidas por ciertas cepas de *Aspergillus flavus* y de *A. parasiticus* entre otros hongos. El hecho de que un hongo se identifique como *A. flavus* o *A. parasiticus* no significa que producirá aflatoxinas. El género *Aspergillus* se divide en una serie de grupos indiferenciables morfológicamente, unos de los cuales comprenden especies de *A. flavus* y *A. parasiticus*. La cantidad y tipos de aflatoxinas varían con las diversas cepas. Por ejemplo, la estirpe de *A. flavus* Link produce aflatoxinas B₁ y sustancias metabólicas afines, mientras que la cepa de *A. parasiticus* Speare da lugar a la B₁ y a los metabolitos relacionados con ellas.

Ambas especies se desarrollan sobre una amplia variedad de sustratos y por encima del nivel de temperaturas mesófilas. Las condiciones óptimas para la producción de aflatoxinas podrían alcanzarse con una a_w de 0.85 y una temperatura comprendida entre 25 y 40°C (Santos, 2001).



La presencia de *Aspergillus* no necesariamente implica presencia de aflatoxinas pues hay cepas no toxigénicas; sin embargo, lo que es más interesante, la ausencia de *Aspergillus* en el alimento no necesariamente implica que el alimento no tenga aflatoxinas, debido a que la toxina puede persistir aun después que el moho ha sido eliminado, e incluso después de la cocción del alimento (Santos, 2001).

Aspergillus spp requiere ciertas condiciones especiales para su crecimiento y la producción de aflatoxinas. El moho puede crecer desde 4°C hasta 45°C, mientras que la toxina puede ser producida desde 11°C hasta 35°C, con una temperatura óptima de 22°C y una humedad relativa del 80-90% (Santos, 2001).

Los *Aspergillus* crecen saprofiticamente, los productos alimenticios pueden servir como sustrato, favoreciendo la presencia de estos mohos, ya que factores como la presencia de minerales o carbohidratos, o la presencia de sustancias inhibidoras como la lactosa, pueden ayudar a crecer e incluso a producir aflatoxinas.

2.9.2 Clasificación y Estructura Química de las Aflatoxinas más importantes.

Las aflatoxinas más importantes que se conocen son las B (AFB₁, AFB₂), y G (AFG₁, AFG₂, AFG_{2a}), denominadas así por la fluorescencia azul y verde, respectivamente emitida por excitación a 365 nm, las M (AFM₁ y AFM₂) aisladas de la leche (Pérez, 1997).

2.9.2.1 Aflatoxina M1.

La aflatoxina M1 es un producto de la biotransformación en el metabolismo del bovino. La aflatoxina M1 es segregada por vacas productoras luego de haber consumido alimentos que contenga aflatoxina B1.



Esta toxina es estable ante el proceso de pasteurizado por tanto son necesarios controles tanto sobre materias primas y producto terminado.

La aflatoxina M1 (AFM1) es el derivado 4-hidroxi de la AFB1 y es excretada en la leche de las hembras de mamíferos que consumen AFB1 en la dieta (Henry *et al.*, 2001). En vacas lecheras, la biotransformación de AFB1 en forma de AFM1 está relacionado de manera lineal con la producción de leche (Veldman, 1992).

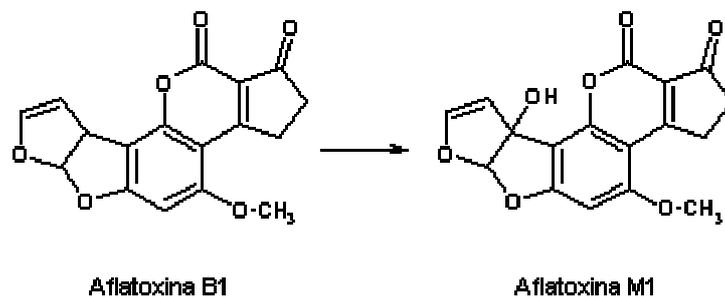


Figura 18. Biotransformación de la aflatoxina B1 en aflatoxina M1.

Fuente: Pérez (1997)

2.9.2.2 Aflatoxina B1.

La aflatoxina B1 es la más potente como cancerígeno. La mayor parte de los estudios epidemiológicos demuestra también la existencia de una correlación entre la exposición a la aflatoxina B1 y un aumento en la incidencia del cáncer de hígado. La especie más susceptible dentro de la escala zoológica a la Aflatoxina B1 es la trucha, al punto que concentraciones de 0.4 ppm (0,4 gramos por tonelada) están publicadas como inductoras de cáncer hepático; por el contrario, el Bagre o Pez gato (Catfish) es el más resistente.

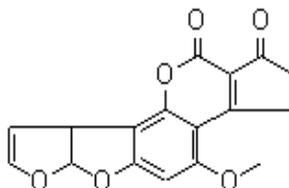


Figura 19. Estructura de la Aflatoxina B1.

Fuente: Pérez (1997)



2.9.2.3 Aflatoxina G1.

Se considerarán como no aptos para el consumo los siguientes alimentos cuyo contenido en aflatoxinas exceda los límites indicados a continuación:

Maíz y alimentos a base de maíz, 20 microgramos/kg de aflatoxinas B1 + B2 + G1 + G2 ó 5 microgramos/kg de aflatoxina B1.

Alimentos para lactantes; aflatoxinas no detectables.

Alimentos a base de cereales: Aflatoxinas B1 + B2 + G1 + G2. (AOAC 2000)

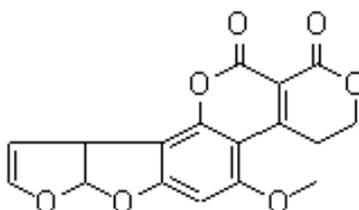


Figura 20. Estructura Química de la aflatoxina G1.

Fuente: Pérez (1997)

2.9.3 Toxicidad y dosis letal de aflatoxinas.

La más tóxica de las aflatoxinas es la AFB₁, denominada comúnmente como B₁, considerada que es una de las sustancias con mayor poder mutágeno y cancerígeno. Es también un tóxico para la reproducción y tiene actividad inmunodepresora. Esta Aflatoxina afecta a diferentes animales como la codorniz, faisán, salmón, conejo, perro, pavo y ganado vacuno.

Otras muchas aflatoxinas presentan efectos tóxicos o carcinogénicos frente a diversas especies de peces, mamíferos y aves, la M₁ conserva toxicidad y poder carcinogénico para muchos animales, siendo detectada también en la orina de mujeres que han consumido crema de cacahuates con aflatoxinas (Frazier, 1985).



Sin duda alguna el grupo más importante de los *aspergillus* toxigénicos son los mohos aflatoxigénicos *A. flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius*, clasificado todos ellos en la sección Flavi de *Aspergillus*. Aunque estas tres especies están íntimamente relacionadas y presentan muchas similitudes, existen una serie de características que permiten diferenciarlas. El hongo *A. flavus* produce un conjunto de toxinas entre ellas: aflatoxina B₁, B₂ y ácido ciclopiazónico, pero sólo una parte de los aislamientos son toxigénicos. *A. nomius* es morfológicamente igual a *A. flavus* pero, como *A. parasiticus* produce aflatoxina B₁, B₂ y G₁ y G₂ pero no ácido ciclopiazónico.

Dado que esta especie es poco frecuente, se ha estudiado poco, por ello se desconoce la toxigenicidad potencial de sus aislamientos, siendo difícil establecer la importancia práctica de esta especie *A. flavus* y *A. parasiticus* están muy próximas a *A. oryzae* y *A. sojae* especies que se emplean en la elaboración de alimentos fermentados y que se producen toxinas. Obviamente es importante una diferencia segura de las especies muy próximas de la sección Flavi para establecer su producción potencial de toxina y los tipos de toxinas que podrían originar.

Las Dosis Letales para algunas micotoxinas son: Aflatoxina, 2.5µg/kg; Ocratoxina A, 50 µg/kg; Citrinina, 6µg/kg; Zearalenona, 80µg/kg; T-2, 280µg/kg; Patulina 150µg/kg. Debido a ello, la FDA comenzó la vigilancia de la contaminación de los alimentos y piensos en 1963. Originalmente se estableció un nivel de 20 ppm de aflatoxinas para que se procediera legalmente contra un alimento.

A continuación se muestran las dosis letales de las principales Aflatoxinas encontradas en alimentos.

**Tabla 6. Dosis letal de Aflatoxinas.**

Aflatoxina	LD50 (mg/Kg de peso vivo)
M ₁	0,320
B ₁	0,364
G ₁	0,784
M ₂	1,228
B ₂	1,696
G ₂	3,450

Fuente: Pérez (1997)

El curso de la patología depende de muchos factores tales como: la dosis, la toxicidad del compuesto, los factores intrínsecos del hospedero tales como: edad, sexo, estado endocrino, factores de nutrición y períodos de exposición a la toxina (Dvorackova, 1990).

2.9.4 Mecanismo de acción de las Aflatoxinas.

Las aflatoxinas actúan sobre las membranas celulares inhibiendo el ADN y la síntesis de ARN, alterando el metabolismo de los lípidos y proteínas. La disminución del ADN determina la formación de células gigantes.

Las aflatoxinas constituyen una importante preocupación en la salud humana ya que son reconocidos carcinógenos y juegan un importante papel en la elevada incidencia de carcinoma hepatocelular humana en ciertas áreas del mundo (Smith y Moss, 1985). A continuación, se presenta varias vías de intoxicación (Fig. 18).

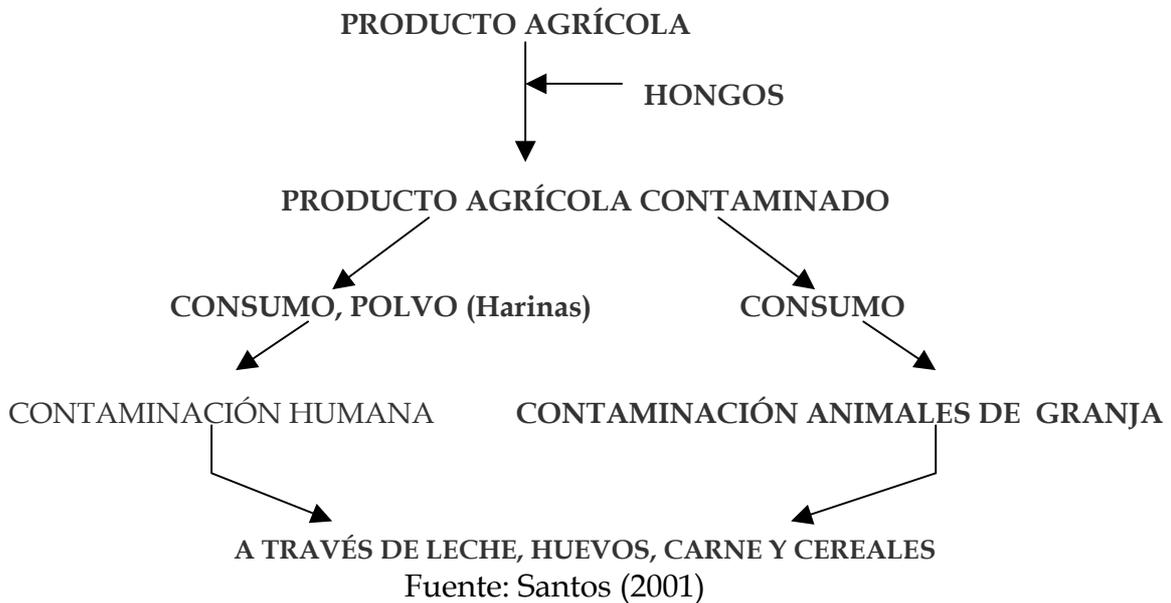


Figura 21. Vías de intoxicación a partir de productos avícolas con presencia de hongos.

2.9.5 Interacciones micotoxinas-nutrientes en la digestión.

En primer término, los efectos de las interacciones aflatoxinas-nutrientes han mostrado un deterioro de la digestión, acompañado de disminución de la actividad de las enzimas digestivas, lo cual ha constituido el eje de convergencia para tratar de explicar las interacciones micotoxinas-nutrientes que se producen en el proceso de digestión de los alimentos.

En este sentido, las Interacciones micotoxinas-lípidos de la dieta son las responsables de ocasionar las principales manifestaciones de desorden digestivo que resultan como una consecuencia del efecto inhibitorio que tienen muchas micotoxinas sobre las enzimas digestivas a consecuencia de sus efectos adversos sobre la síntesis de proteína.



Estas manifestaciones son producto de la alteración del proceso de digestión de las grasas, lo cual se expresa en un síndrome de mala absorción, donde la presencia de lípidos en heces es la principal evidencia del mismo (Frazier, 1985).

2.9.6 Detección e identificación de aflatoxinas.

El medio más efectivo para el crecimiento de mohos aflatoxigénicos es el agar para *Aspergillus flavus* y *parasiticus* que es un medio formulado específicamente con este fin. En las condiciones de incubación específicas de este medio (30°C de 42 a 48h), *A. flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius* producen colonias brillantes amarillo naranja en el reverso que las detectan y reconocen fácilmente incluso observadores sin experiencia.

2.9.7 Principales causas de la proliferación de aflatoxinas y micotoxinas.

La producción de forrajes conservados requiere de una adecuada aplicación de las técnicas de cultivo, recolección y almacenamiento. Un manejo inadecuado, entre los que cabe destacar una humedad excesiva en condiciones de aerobiosis, puede dar lugar a la aparición de toxinas producidas por hongos, cuyas especies más peligrosas pueden afectar en forma grave a los animales y al hombre.

Estos hongos incluyen géneros de *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Claviceps* y otros hongos endofíticos que son potencialmente productores de micotoxinas (aflatoxinas, tritotecenos, zearalenona, fumonisinas, moniliformina, ácido tenuazónico, alternariol, alcaloides (Abarca, 1994).

Son múltiples los factores que intervienen en el proceso de proliferación fúngica y de la contaminación con aflatoxinas de los forrajes conservados. Los principales que se pueden citar según Abarca (1994) son:



- Tipo de suelo
- Susceptibilidad del cultivo
- Madurez de los granos en el momento de la cosecha
- Temperatura y humedad
- Daños mecánicos o los producidos por insectos y/o pájaro
- Tipo de almacenamiento.
- La existencia de este hongo se ve favorecida por zonas húmedas y temperaturas $> 30^{\circ}$ C.

Los hongos toxigénicos junto a sus metabolitos, están ampliamente distribuidos en la naturaleza y han sido detectados en muchos cultivos agrícolas.

La producción de aflatoxinas por *A. flavus* y *A. parasiticus* se producen en cultivos agrícolas tales como: cereales, nueces, semillas de algodón, melocotones, patata dulce, trigo y mandioca (Betina, 1989).

Los cereales pueden ser altamente susceptibles al crecimiento de los hongos cuando aun están en los campos de cultivos. Tanto los granos más pequeños así como los más grandes son susceptibles a la infección por hongos toxigénicos y la posterior producción de micotoxinas. Las principales micotoxinas que se suelen encontrar regularmente en los cereales son aflatoxinas (Miller, 1995).

En la Tabla 7, se muestran las principales aflatoxinas identificadas en alimentos de consumo humano.



Tabla 7. Principales aflatoxinas identificadas en alimentos de consumo humano.

Alimento	Tipo de aflatoxina	Referencia
Pistache	B ₁ , G ₁ y G ₂	Aran <i>et al.</i> (1994)
Leche líquida	M ₁	Bagócsi <i>et al.</i> (2000) Barros <i>et al.</i> (2003) Blanco <i>et al.</i> (1989) Hernández y Sanz (1990)
Cacahuete	B ₁ y G ₁	Barros <i>et al.</i> (2003) Stoloff y Trucksess (1996) Jiménez <i>et al.</i> (1991) Viñas <i>et al.</i> (1999)
Frutos secos	B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂	González (2001) Barros <i>et al.</i> (2003)
Queso	B ₁ y B ₂	Blanco, <i>et al.</i> (1989) Bécquer <i>et al.</i> (2003) Medina <i>et al.</i> (1998)
Huevo	M ₁ y M ₂	Casanova (1995)
Formulas infantiles	M ₁	Dobson <i>et al.</i> (1998) Domínguez <i>et al.</i> (1994)



Alimento	Tipo de aflatoxina	Referencia
Semillas de algodón	B ₁	Doyle <i>et al.</i> (1997)
Leche en polvo	M ¹	Dobson <i>et al.</i> (1998)
Yogurt	M ₁	Dobson <i>et al.</i> (1998)
Maíz	B ₁ y B ₂	Bagócsi <i>et al.</i> (2000) Lee y Hagler (1991) Castillo <i>et al.</i> (2004) Molina y Giannuzzi (2002) Lumbreras <i>et al.</i> (1997) Hernández y Sanz (1990)
Pescado	B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂	Barros <i>et al.</i> (2003)
Trigo	G ₁ y G ₂	Barros <i>et al.</i> (2003) Hernández y Sanz (1990)
Embutidos	B ₁	Barrea <i>et al.</i> (1992)

2.9.8 Efecto de las aflatoxinas en el ser humano.

La aflatoxinas pueden tener un efecto muy serio en la salud de los organismos vivos. En seres humanos intoxicadas se han visto rangos desde 100 ppm hasta 20 000 ppm, sobre todo en países tropicales y subtropicales (Eaton y Mehan, 1994). Estos valores son diferentes para cada especie, existiendo especies más sensibles al tóxico que otras.

Las aflatoxinas tienen una gran actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica. El principal síndrome que producen es el hepatotóxico, pudiendo también provocar problemas renales. Los principales órganos afectados son: el hígado, riñón y cerebro.



Debemos destacar que el consumo de pienso contaminado con aflatoxinas, se ha asociado a un incremento de susceptibilidad a la salmonelosis, candidiasis y coccidiosis en aves, fasciolosis en bovinos, así como salmonelosis y disentería en cerdos. Las aflatoxinas son inmunosupresivas (Miller, 1995).

Las aflatoxinas se han encontrado en variados tipos de alimentos como arroz, porotos, trigo, cebada, maíz, soja, maní, mandioca, sorgo, semilla de algodón, frutas, queso, leche, vino.

Como sabemos, las aflatoxinas, que estructuralmente son difuranocumarinas, que en forma pura son termoestables y resistentes a la cocción, pero son susceptibles a la hidrólisis alcalina.

Pueden provocar enfermedad hepática aguda caracterizada por fiebre, rápidamente progresiva y ascitis. Para el diagnóstico debe tenerse en cuenta que los metabolitos de las Micotoxinas persisten corto tiempo en el organismo luego de su ingestión.

Se intenta correlacionar la presentación de hepatomas con alimentos contaminados con aflatoxina B1, sobre todo en países en donde la alimentación es sobre la base de cereales que han estado depositados por largo tiempo y su población tiene una alta incidencia de cáncer hepático primitivo.

También se ha planteado la posibilidad de exposición laboral en quienes trabajan en la producción de aceite a partir de semillas, o en el molido de cereales contaminados se vincule a la producción de neoplasmas, lo que se encuentra en estudio (Miller, 1995).



2.10 Técnicas para la determinación de aflatoxinas.

2.10.1 Técnicas analíticas

2.10.1.1 Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

Un método empleado en el análisis de aflatoxinas es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detección por fluorescencia. En este caso se emplea una columna de fase inversa, seguida la separación de una reacción de para proveer a la aflatoxina de la fluorescencia necesaria para poder cuantificarse (Gimeno, 1981).

La técnica de análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), está cada vez más utilizada y ya se aplica en muchos métodos oficiales.

Son rápidas y de alto costo (sobre todo por las columnas), en especial cuando hay que analizar muchas muestras y varias micotoxinas, que deben ser por separado ya que estas técnicas no permiten la multidetección. Las purificaciones que se consiguen son muy buenas, ya que el método no permite purificaciones deficientes; además es muy sensible, debido a que determina cantidades muy pequeñas (Gimeno, 1981).

El campo de aplicación de la técnica va referido a los alimentos compuestos, incluidos los que contienen pulpa de cítricos.

2.10.1.2 Técnica por cromatografía de capa fina TLC.

Las muestras que se pueden analizar son: Cereales, alimentos balanceados, leche y sus derivados, oleaginosas, especies.

Para visualizar las aflatoxinas se usa como revelador la lámpara de luz U.V. de longitud larga, floreciendo color azul y verde, para su cuantificación se emplea un densitómetro auxiliado con un software se cuantifican las aflatoxinas.



La cromatografía de capa fina es un método de multidetección por el que pueden determinarse la mayoría de las micotoxinas de interés. La extracción de las micotoxinas se realiza en un único disolvente, utilizando posteriormente disolventes de desarrollo específicos y reacciones de identificación selectivas para cada una de las micotoxinas. Mediante este método de multidetección se pueden cuantificar, entre otras, las siguientes micotoxinas con sus correspondientes: Aflatoxina, Ocratoxina, Citricina, Zearolenona y Patulina.

2.10.1.3 Columnas de inmunoafinidad.

Las columnas de inmunoafinidad, están constituidas con anticuerpos monoclonales que son específicos para la estructura de la aflatoxina, cuando esta pasa a través de la zona de anticuerpos específicos es retenida por el anticuerpo en la columna (Gimeno, 1981).

Para este método se utiliza un fluorómetro para cuantificar las aflatoxinas. Esta técnica se utiliza también como método de limpieza de la muestra contaminada para posteriormente ser aplicada en un HPLC y tener un resultado más específico y preciso.

2.10.1.4 Técnica enzimo-inmuno análisis competitivo.

Las técnicas analíticas para la detección de micotoxinas están en continuo desarrollo. Existen kits comerciales de análisis basados en la técnica enzimo-inmuno análisis competitivo. El principio básico de estos kits es la afinidad de las aflatoxinas por anticuerpos específicos fijados a un soporte. La reacción de competición entre la aflatoxina y un producto enzimo/conjugado (coloreado) que contiene el kit indica la ausencia de aflatoxina cuando el resultado de la prueba es una señal coloreada, y presencia de las mismas en caso de ausencia de color. Estas técnicas permiten el control de las aflatoxinas *in situ*, de un modo rápido, fiable y sencillo (Gimeno, 1981).



En la tabla 8, se muestran las técnicas más utilizadas para la detección de aflatoxinas.

Tabla 8. Técnicas más utilizadas para la detección de Aflatoxinas.

Método	Condiciones de la Técnica	Aflatoxina en detección	Referencia
Cromatografía de capa fina (TLC)	<p>Detección de la cantidad de aflatoxina que produce fluorescencias comparándola con la cantidad mínima de un patrón de Afl B1 detectable en la misma placa.</p> <p>Disolvente: Metanol (55%).</p>	B1, B2, G1 y G2	AOAC (1990)
Columnas de Inmunoadfinidad	<p>Extracción de aflatoxinas con disolvente Metanol (80%).</p> <p>Determinación en columnas de inmunoadfinidad con anticuerpos monoclonales específicos.</p> <p>Remoción de aflatoxinas con metanol grado HPLC.</p> <p>Cuantificación de aflatoxinas de forma total en un fluorómetro.</p>	B1, B2, G1 y G2	Vicam Science Technology (1999)
Cromatografía Líquida de Alta resolución (HPLC)	<p>Detección en columna de sílica-gel en tiempo de 7-13 min.</p> <p>Disolvente: Cloroformo-ciclohexano-acetonitrilo.</p> <p>Detección por absorción a 360 nm.</p>	B1, M1 y G1	AOAC (1990)



2.11 Regulación del contenido de aflatoxinas en alimentos en México.

El contenido de aflatoxinas en alimentos está regulado por la **Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002**, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal que actualmente se encuentra vigente en nuestro país.

Esta Norma define a las aflatoxinas como sigue: Son los metabolitos secundarios producidos por varios mohos, cuya estructura química es heterocíclica, pertenecientes al grupo de las difuranocumarinas. Poseen toxicidad aguda y crónica, así como efectos mutagénicos y carcinogénicos en animales y el hombre.

La Norma establece que los cereales no deben exceder de 20 µg/kg de aflatoxinas totales.

Durante el almacenamiento no deben almacenarse en la misma bodega cereales con concentraciones 20 µg/kg de aflatoxinas y los que rebasen este valor. En el caso de observarse concentraciones desde 21 y hasta 300 µg/kg, el cereal únicamente podrá utilizarse para consumo animal, de acuerdo a lo establecido en dicha Norma, donde menciona:

Tabla 9. Especificaciones de límite máximo establecido en animales.

Especie /etapa de producción	Límite máximo(µg/kg)
Aves (excepto pollos de engorda)	100
Cerdos en engorda:	
Entre 25 y 45 Kg	100
Mayores de 45 Kg	200
Maduros destinados a reproducción	100
Rumiantes:	
Maduros destinados a reproducción	100
De engorda en etapa de finalización	300



2.12 Factores que pueden influir en la producción micotoxinas.

1. Pueden influir las cosechas compatibles debido a su diversificación en nutrientes, haciéndolos susceptibles al desarrollo de hongos, como micotoxinas.
2. Insectos y pájaros: Su infestación ocasiona a los productos daños que propician la proliferación de microorganismos patógenos y principalmente de toxinas.
3. Condiciones inadecuadas de temperatura, humedad, madurez del grano, daño mecánico, todos ellos; a lo largo de su manipulación.
4. Almacenamiento: Se consideran varios factores como: infraestructura, temperatura ambiental, humedad y ventilación, condensación, presencia de insectos y plagas, limpieza, tiempo de almacenaje y movimiento.
5. Procesamiento y distribución: Métodos de limpieza, selección y removimiento de cáscaras y aceites, se debe contar con empaque adecuado y pruebas de determinación de presencia de micotoxinas, factor importantísimo para el adecuado control de los niveles de micotoxinas, es el muestreo en el transporte y el análisis de las muestras, siendo los principales puntos críticos en el proceso de la recepción de los frutos secos.

2.13 Control de micotoxinas en procesos de alimentos.

Para regular la presencia de esta toxina en los alimentos y brindar seguridad para la salud del consumidor, es necesario considerar algunos criterios, tales como:



- **Aplicación de un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.**

Este sistema, llamado APPCC y también conocido como HACCP (Hazard Análisis and Critical Control Points) se basa en la interpretación de un sistema de Manejo Integrado a micotoxinas que puede aplicarse con el objetivo de mantener un estricto control sobre seguridad de los alimentos. Este sistema debe estar diseñado con el fin de minimizar la contaminación de alimentos por medio de la identificación de los riesgos y el establecimiento de una adecuada monitorización y prueba de los mismos.

El concepto de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), esta basado en siete principios citados a continuación:

- ❖ Conducción de un análisis de riesgos y de la identificación de medidas preventivas.
- ❖ Identificación de puntos de control críticos.
- ❖ Establecimiento de niveles críticos y límites de Micotoxinas en el alimento.
- ❖ Establecimiento de records.
- ❖ Establecimiento de procedimientos de verificación y prueba.

Tal como se menciona anteriormente, un sistema de Manejo Integrado de Micotoxinas basado en el concepto de APPCC debe considerar los riesgos en las etapas de producción y el manejo y procesamiento de los alimentos.

Actualmente a nivel mundial, está bien fundamentado el hecho de que la formación de Micotoxinas puede ocurrir durante las diferentes etapas del proceso de manejo de los alimentos; es decir en la precosecha, cosecha y poscosecha.



- **Prevención del desarrollo de las Micotoxinas en el campo.**

De forma general. Los factores ambientales (temperatura del ambiente, niveles de precipitación, humedad relativa, fertilización del suelo, manejo de plagas, etc.), son de difícil control para el hombre. Sin embargo, las buenas prácticas agronómicas o bien, agrícolas tales como: rotación de las cosechas, fertilización, uso de variedades resistentes, tiempo de sembrado y manejo de plagas; tienden a minimizar el riesgo de contaminación por Micotoxinas en los campos cultivados.

Diversos estudios de Agronomía, han reportado que la infestación por insectos puede ser un vector que crea susceptibilidad en los productos agrícolas a la formación de Micotoxinas.

Durante la cosecha pueden ocurrir daños mecánicos a los frutos secos o granos dependiendo de lo que se esta cosechando, cuando este daño es mínimo, el riesgo de contaminación se reduce significativamente.

Adicionalmente, el campo de cosecha debe de ser sembrado en un tiempo adecuado con el fin de reducir la humedad o los niveles de agua libre disponible hasta el punto en que la formación de hongos y Micotoxinas no pueda ocurrir.

- ❖ **Etapa de Precosecha**

La prevención a través del manejo de la precosecha es el mejor método para controlar la contaminación por Micotoxinas; sin embargo, la contaminación puede ocurrir o persistir después de esta fase. Una vez que la Micotoxicosis es evaluada, confirmada e identificado su tipo (Aflatoxina, Ocratoxina, Zearalenona, etc.) y el nivel de Micotoxina diagnosticado; es necesario implementar medidas correctivas en aquellos cultivos que serán utilizados para el consumo humano y animal.



Los procedimientos de descontaminación y detoxificación se centran en la degradación, destrucción, inactivación y remoción de las Micotoxinas de los productos agrícolas por medio de métodos físicos, químicos y biológicos.

Los métodos físicos de descontaminación incluyen la extracción por medio de solventes orgánicos (poco práctico y costoso), inactivación por medio del calor (ofrecen un cambio mínimo en los niveles de micotoxinas), irradiación (reduce notablemente la concentración de las Micotoxinas en los productos contaminados), absorción selectiva (reduce la biodisponibilidad de las micotoxinas) y los métodos químicos donde se utiliza preferentemente el Amonio (NH_3). Estos métodos han demostrado ser los más prácticos en la descontaminación de las micotoxinas en más de un 90% (Park, 1993).

❖ Etapa de Almacenamiento

En la etapa de Almacenamiento se debe monitorear constantemente que los productos almacenados no estén expuestos a condiciones ambientales como la humedad. En esta etapa es necesario implementar labores de monitorización y prueba. Bajo este esquema de control de micotoxinas, una vez que los niveles diagnosticados sobrepasan a los permitidos, es prioritario poner en marcha procedimientos que conduzcan a la descontaminación y destoxificación (Tabla 10).



Tabla 10. Aplicación de los principios del concepto de Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control (APPCC) durante las diferentes etapas de producción y manufactura de alimentos agrícolas para el consumo humano y animal.

Etapa	Producto Agrícola	Riesgos	Acción
Precosecha	Granos de Cereales	Infestación por hongos y formación de sus toxinas subsecuentes.	Utilización de variedades existentes.
	Semillas de Oleaginosas		Fortalecimiento de un control de insectos efectivo.
	Nueces		Implementación de buenos procedimientos agronómicos.
	Frutos		
Cosecha	Granos de cereales	Incremento en la formación de Micotoxinas.	Cosechar en el tiempo apropiado. Remover materia orgánica. Remover los granos dañados. Secar por debajo del 13%.
Almacenamiento	Granos de cereales	Incremento en la aparición de Micotoxinas.	Proteger el producto almacenado de la humedad, insectos y demás factores ambientales que favorezcan la aparición de Micotoxinas.
Poscosecha	Semillas Oleaginosas Nueces Frutos secos	Incremento en la aparición de Micotoxinas.	Proteger el producto almacenado de la humedad, insectos, etc.
Procesamiento y manufacturación	Granos de cereales	Contaminación por Micotoxinas	Análisis de todos los ingredientes que serán utilizados.

Fuente: Ezzeddine (1999)



OBJETIVOS



3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Evaluar la calidad de diferentes dulces tradicionales mexicanos que se elaboran de manera artesanal y comercializan en dos zonas de la Ciudad de México.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Determinar los parámetros químicos más relevantes (%Humedad y % Grasa) y físicos (color, aroma y sabor) de las materias primas (coco, nuez, pasas, cacahuete, pepita de calabaza, amaranto, piloncillo) utilizados en la elaboración artesanal de diferentes dulces típicos mexicanos, que se comercializan en dos mercados de la Ciudad de México: “La Merced” y “Coyoacán”.
2. Determinar los parámetros químicos más relevantes (%Humedad y % Grasa) y físicos (color, aroma y sabor) de los diferentes dulces típicos mexicanos (cocadas, alegrías, palanqueta de cacahuete, pepitoria, dulce de coco) que se comercializan en dos mercados de la Ciudad de México (“La Merced” y “Coyoacán”).
3. Determinar la calidad microbiológica de las diferentes materias primas y de los dulces típicos mexicanos que se comercializan en dos mercados de la Ciudad de México (“La Merced” y “Coyoacán”).
4. Determinar el contenido de Aflatoxinas en las materias primas y dulces típicos seleccionados que se elaboran de forma artesanal y comercializan en la Ciudad de México.
5. Realizar una propuesta para mejorar la calidad de los dulces típicos mediante un estudio del proceso de elaboración en la zona de producción de estos productos.



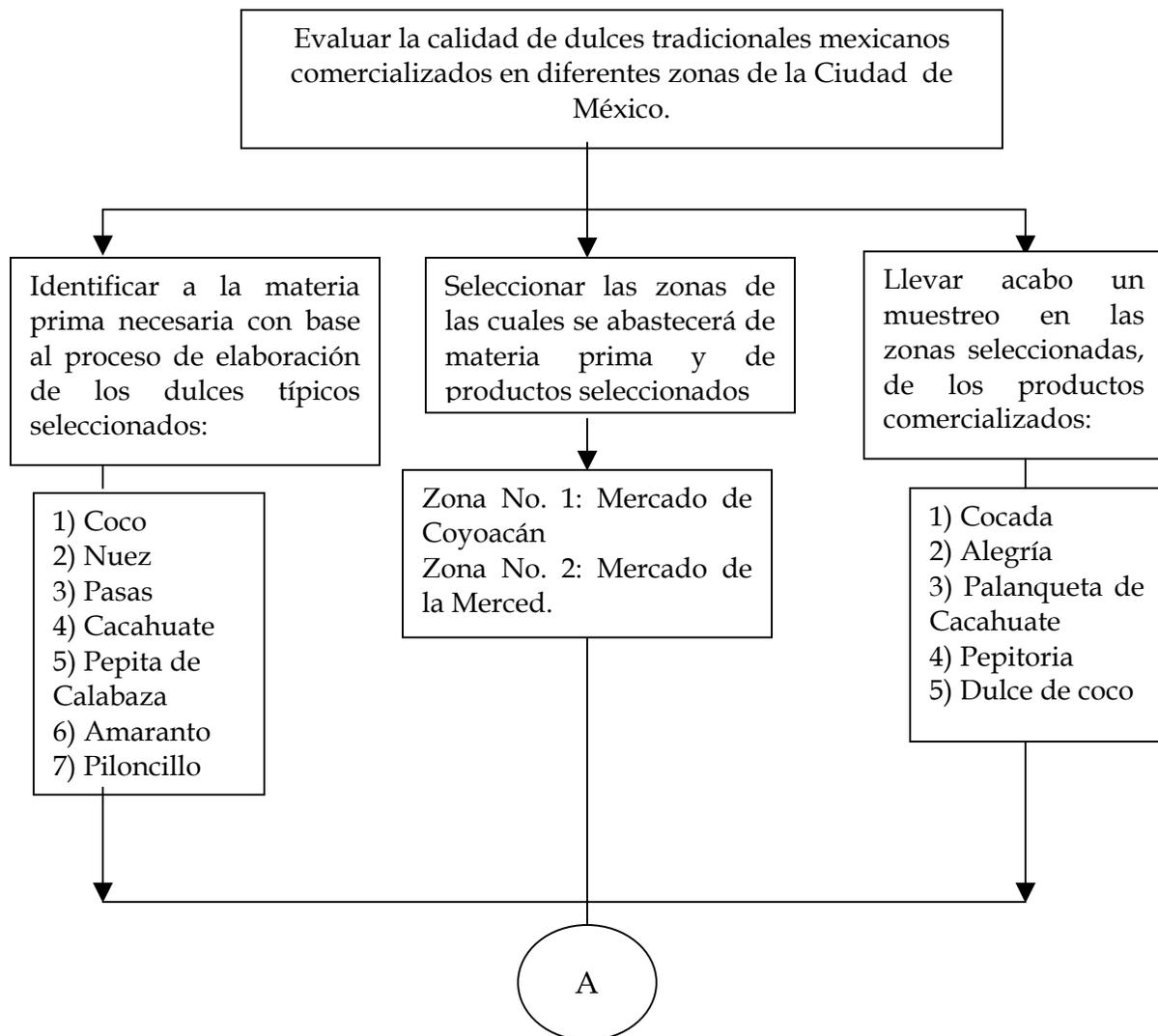
METODOLOGÍA



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Secuencia Metodológica

Para poder cumplir con los objetivos ya establecidos se siguió la siguiente metodología:



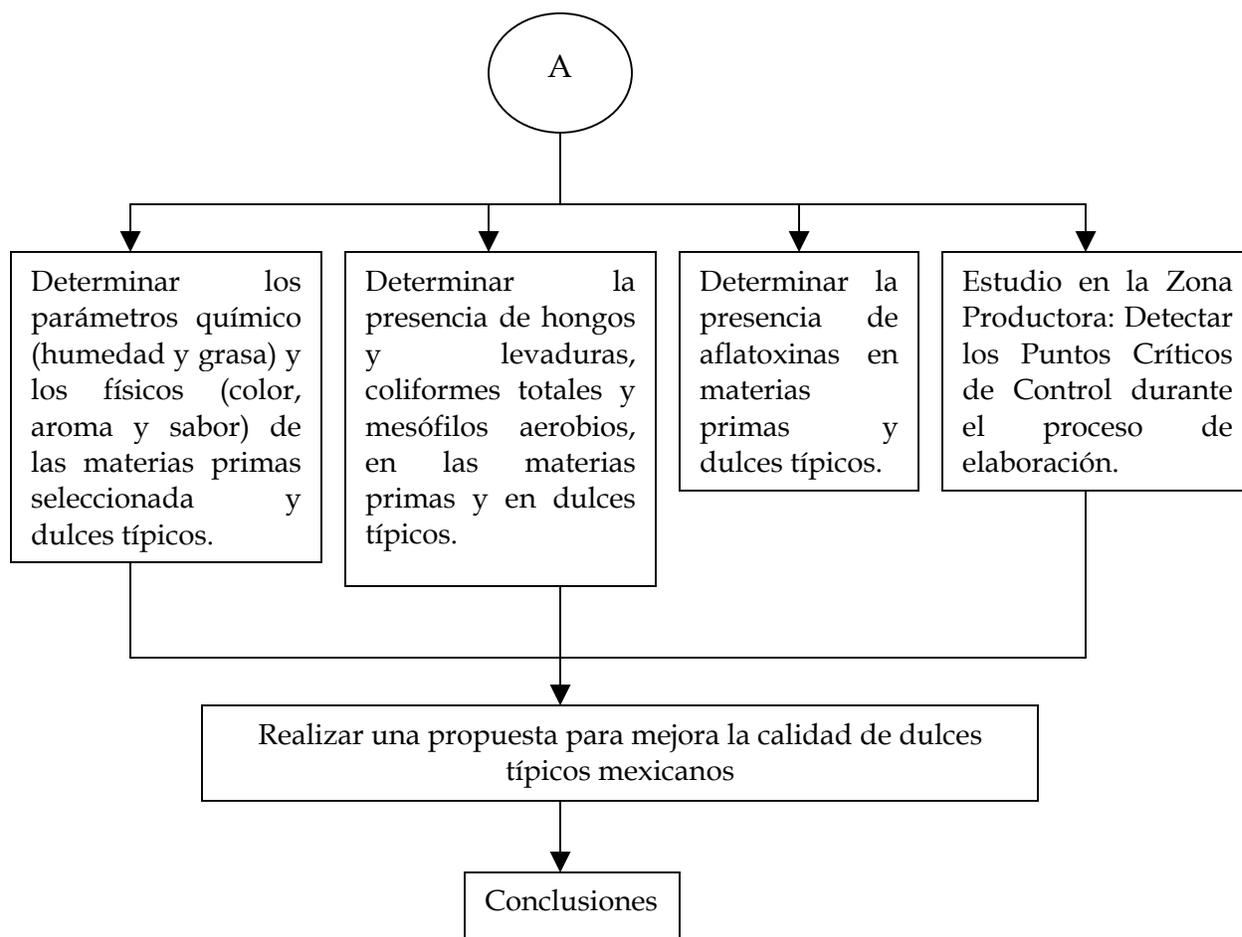


Fig. 22. Secuencia Metodológica.



4.2 Muestreo de materias primas y dulces.

Para identificar los ingredientes utilizados en la elaboración de cada uno de los diferentes dulces típicos mexicanos se realizó una recopilación bibliográfica y se seleccionaron las principales materias primas.

Los frutos seleccionados y los dulces típicos que fueron utilizados en el presente trabajo se muestra en la tabla 11 y se ilustran en las figuras 23 y 24, respectivamente.

Tabla 11. Materias primas y dulces típicos mexicanos seleccionados.

Materias Primas	Dulces Típicos Mexicanos
Coco	Alegría de amaranto
Nuez	Cocadas
Pasas	Dulce de coco
Cacahuate	Palanqueta de cacahuate
Pepita de Calabaza	Pepitoria
Amaranto	
Piloncillo	

Las muestras de materia prima y de los productos terminados fueron adquiridos en diferentes zonas de la Ciudad de México: el Mercado de Coyoacán y el Mercado de la Merced, por ser lugares donde se comercializan en grandes cantidades este tipo de dulces.

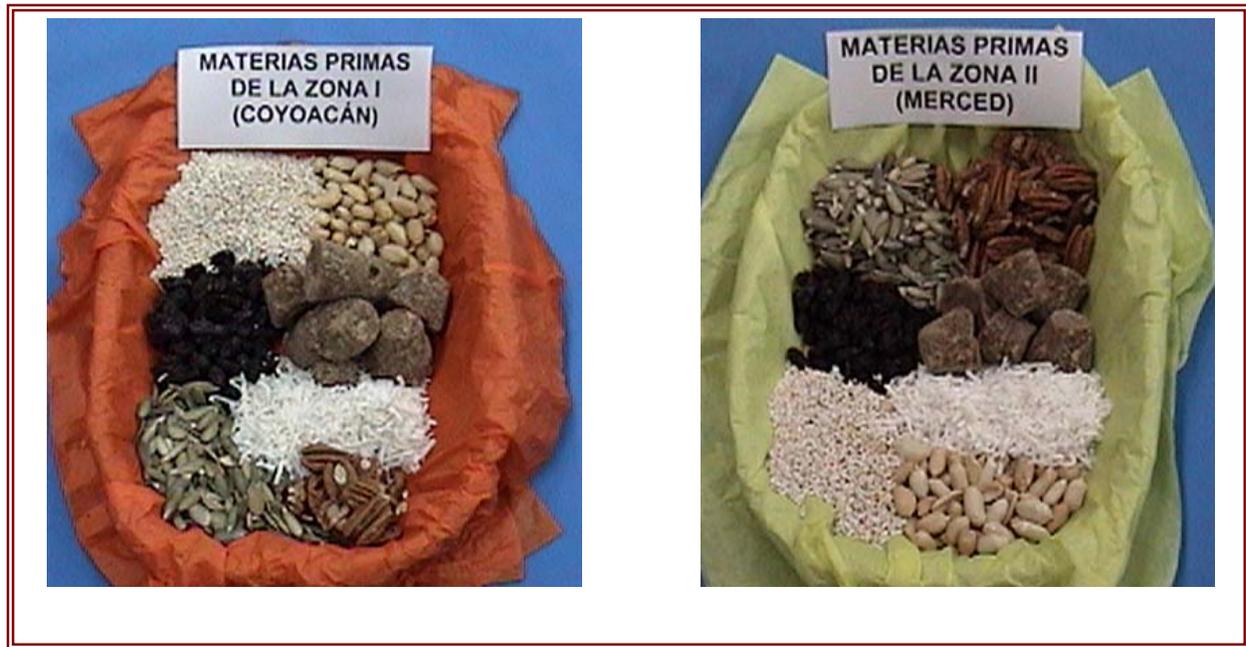


Fig.23 Materias Primas comercializados en las Zona I (Coyoacán) y Zona II (Merced).



Fig. 24 Dulces Típicos Mexicanos comercializados en la Zona I (Coyoacán) y Zona II (Merced).



4.3 Tratamiento de las muestras.

Las materias primas y los dulces típicos fueron transportados al Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales del Centro de Asimilación Tecnológica de la UNAM, posteriormente fueron homogenizados y pulverizados en un molino eléctrico marca Braun Aromatic KSM2 para después ser almacenados de forma individual, en frascos herméticamente cerrados en un lugar seco, a temperatura ambiente y sin luz para lograr su conservación a lo largo del trabajo experimental.

4.4 Evaluación Química y Física de materias primas y dulces típicos mexicanos.

Las materias primas y los dulces típicos procedentes de las dos zonas estudiadas: Coyoacán y la Merced, fueron evaluados en dos de los más importantes parámetros durante el almacenamiento: humedad y grasa, de acuerdo a las técnicas descritas en el apartado de métodos analíticos (4.10).

El contenido de estos componentes permitió determinar el estado inicial de los productos debido a las condiciones de almacenamiento. Además se evaluaron las características físicas como color, aroma y sabor. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

4.5 Evaluación microbiológica de dulces y materias primas.

Las materias primas y los dulces típicos de las dos zonas estudiadas: Coyoacán y la Merced, fueron evaluadas microbiológicamente para establecer otro de los parámetros de calidad de estos productos. Se determinó la presencia de hongos y levaduras, coliformes totales y Mesófilos aerobios, de acuerdo a las técnicas oficiales descritas en el apartado (4.10) de métodos analíticos. Cada determinación se realizó por triplicado.



4.6 Determinación de aflatoxinas en dulces y materias primas.

La determinación de aflatoxinas fue realizada para establecer la calidad de los productos y materias primas. De esta manera se estableció si cada uno de los dulces típicos mexicanos comercializados en el mercado de la Merced y Coyoacán fueron aptos para el consumidor y si cumplen con la norma de contenido máximo permitido de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal (NOM-188-SSA1-2002).

El contenido de aflatoxinas totales se realizó de acuerdo a la técnica descrita en el apartado de métodos analíticos. Cada determinación se realizó por triplicado.

4.7 Investigación de campo.

Se procedió a establecer contactos con empresas dedicadas a la elaboración de dulces típicos a fin de conocer las condiciones de higiene del establecimiento, así como del personal que labora en éste. Del mismo modo, establecer condiciones de operación en los procesos de elaboración de los dulces típicos para relacionarlos con la posible presencia de aflatoxinas puesto que un objetivo más fue hacer un muestreo en los puntos más importantes del proceso, así como de producto terminado para su posterior evaluación microbiológica y su contenido de aflatoxinas.

Después de una búsqueda de las empresas dedicadas a la elaboración de los diversos dulces típicos con los que se trabajaron, sólo se consiguió el acceso a dos establecimientos, ambos dedicados al procesamiento de amaranto pues el acceso a establecimientos dedicados a elaborar otros dulces típicos fue muy difícil por que la mayoría se realizan en microempresas de carácter familiar.



Los establecimientos de elaboración de Alegría están ubicados en Tulyehualco, delegación Xochimilco, en la Ciudad de México, cuya ubicación es muy cercana a una de las zonas de estudio (Mercado de Coyoacán).

Uno de los muestreos realizados fue a la elaboradora Olivarera Tulyehualco, S.A. DE C.V. dedicados a la elaboración de productos a base de amaranto y de acuerdo a las dimensiones del establecimiento y producción podría considerarse una microindustria.

La segunda visita fue al taller "Tonanxochihuatli" establecido en una casa del mismo pueblo en Xochimilco, en éste se tuvo la oportunidad de participar directamente en el proceso de elaboración de alegrías de distintas figuras bajo inspección de la persona responsable del taller. En éste, no se realizó un muestreo debido a que su producción es pequeña y no hubo excedentes de los materiales.

4.7.1 Muestreo realizado en la procesadora de amaranto Olivarera Tulyehualco.

El acceso al establecimiento se realizó portando bata, cofia y cubre bocas, mientras se explicaba la realización del proceso, con ayuda de guantes se tomaron las muestras de amaranto de los diferentes puntos críticos establecidos previamente. En el tostado de amaranto se tomaron muestras en una bolsa con cierre hermético, la cuál fue identificada mediante el uso de etiquetas en la cantidad necesaria para la determinación de aflatoxinas (25g), posteriormente se tomó otra muestra de la mezcla de amaranto con la miel en la misma cantidad depositada en otra bolsa de cierre hermético para evitar su contaminación y por último se tomó muestra del producto terminado colocándola en una bolsa hermética previamente etiquetada.



4.8 Análisis de Puntos Críticos de Control para la empresa visitada.

Con base en la investigación llevada a cabo en ambos establecimientos visitados, se procedió a la realización de un análisis de Puntos Críticos de Control según el sistema de calidad HACCP (Hazard Análisis and Critical Control Points) para los procesos de elaboración no sólo de la alegría sino de todos los dulces típicos utilizados para este trabajo ya que los detalles observados en las visitas, desde el manejo de materia prima, las medidas de higiene en el personal que ahí labora como las del propio establecimiento proporcionan una idea clara del grado de sanidad que se maneja y con ello la seguridad alimentaria que proporcionan los dulces típicos procedentes de las zonas de estudio para el consumidor .

4.9 Propuesta para mejorar la calidad de dulces típicos.

De acuerdo a la resolución de los objetivos establecidos en este trabajo, se procedió a llevar a cabo una propuesta que mejore la calidad con que se elaboran y comercializan los dulces típicos mexicanos, auxiliándose de las visitas realizadas y los resultados del análisis de los puntos críticos de control; la propuesta abarca sugerencias de técnicas para el manejo adecuado de la materia prima desde la recolección y almacenamiento, así mismo de las medidas de higiene que se deberán tomar para la elaboración de dulces típicos y condiciones de almacenamiento para éstos a fin de inhibir la presencia de aflatoxinas y disminuir el riesgo potencial que implica el consumo de estos alimentos.

4.10 Métodos Analíticos.

4.10.1 Determinación de Humedad.

El contenido de humedad se determinó por el método de secado utilizando una estufa de aire, en el cual se elimina el agua por efecto del calor. Calculando el contenido de agua en la muestra por pérdida de peso debido a la evaporación por calentamiento a 70°C (Pearson, 1986). El contenido de humedad se expresa en porcentaje.



4.10.2 Determinación del contenido de grasa.

La cantidad de grasa en las muestras se llevó a cabo por el método de Soxhlet, en el cual la grasa se extrae con éter de petróleo a partir del residuo desecado, el solvente se elimina por evaporación y se pesa el residuo de grasa (Pearson, 1986). Los resultados se expresaron como porcentaje.

4.10.3 Evaluación de color, sabor y aroma.

Estos parámetros físicos fueron evaluados considerando el color y aroma característicos de cada materia prima y de los dulces típicos describiéndolos en la tabla 12, el sabor fue evaluado estableciendo tres estándares: regular, bueno y excelente. Las evaluaciones se realizaron por triplicado.

Tabla 12. Evaluación de color, sabor y aroma de las materias primas y dulces típicos procedentes de los mercados de Coyoacán y la Merced.

Materia prima	Color		Sabor		Aroma	
	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced
Zonas de comercialización						
Amaranto						
Cacahuete						
Coco						
Nuez						
Pasas						
Pepita de Calabaza						
Piloncillo						



Continuación de la Tabla 12. Evaluación de color, sabor y aroma de las materias primas y dulces típicos procedentes de los mercados de Coyoacán y la Merced.

Zonas de comercialización	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced
Dulces Típicos						
Alegría						
Cocada						
Dulce de Coco						
Pal. de Cacahuete						
Pepitoria						

4.10.4 Evaluación microbiológica (hongos y levaduras, coliformes y mesófilos aerobios)

Los Métodos Microbiológicos empleados fueron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-111-SSA1-1994) Bienes y Servicios, Método para la cuenta de Mohos y Levaduras en alimentos.

El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra diluida de prueba en un medio selectivo específico (agar papa y dextrosa), acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 5 días, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos. Los resultados se expresan como UFC/g.

En el caso de los coliformes se llevó a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-113-SSA1-1994) Bienes y Servicios, Método para la cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.



El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo diferencial (agar Mac Conkey) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares. Los resultados se expresan como UFC/g.

Para las bacterias aerobias, se llevaron a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-092-SSA1-1994) Bienes y Servicios, Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.

La técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección (agar nutritivo) después de 24 horas y a 32-35°C de temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores. Los resultados se expresan como UFC/g.

4.10.5 Determinación de aflatoxinas en materias primas y dulces típicos mexicanos.

Para el análisis de aflatoxinas totales tanto en las materias primas como en los productos con los cuales se experimento, se utilizó un método de cromatografía de afinidad con anticuerpos monoclonales (AFLATEST). En el Anexo A se explica detalladamente la secuencia metodológica de la técnica.

Este método utiliza columnas de afinidad desarrolladas con anticuerpos monoclonales altamente específicos para cada micotoxina, en este caso se habla de Aflatest porque cuantifica aflatoxinas. El método consiste en una molienda en seco (50 g de cada



muestra), extracción en una solución metanol-agua +NaCl, filtración-dilución, paso a través de la columna de afinidad, lavado, elusión de la toxina con metanol grado HPLC y fluorometría. Los resultados se expresan como ppb aflatoxinas Totales (Vicom Science Technology, 1999).

4.11 Tratamientos estadísticos.

Las determinaciones se realizaron tres veces para poder realizar los análisis estadísticos de los datos obtenidos. Los datos fueron analizados mediante análisis de variancia (ANOVA) y Pruebas de rango múltiple de Duncan/Tuckey con una ($P \leq 0.05$) empleadas para determinar la diferencia estadísticas entre las medias. Para estos análisis se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences versión 9.0, Student).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los frutos secos en su mayoría, poseen ciertas características que los hacen ser diferentes al resto de los frutos ya que han adquirido gran importancia a nivel mundial. Sin embargo, su composición química las hace especialmente susceptibles al deterioro bioquímico, a la deshidratación y al desarrollo de hongos; son mayormente susceptibles cuando están descascaradas y/o partidas, lo que limita su utilización en el consumo fresco e industrial.

En el presente trabajo se realizó un estudio de la calidad de diversos dulces típicos mexicanos. Se identificaron las principales materias primas utilizadas en su elaboración (coco, nuez, pasas, cacahuete, pepita y amaranto) a partir de sus formulaciones y se seleccionaron los dulces de mayor consumo en el país (dulce de coco, alegría, palanqueta, pepitoria, cocada) y comercializados en dos mercados de la Ciudad de México: la Merced y Coyoacán. Posteriormente, se procedió a realizar una evaluación química, física y microbiológica de los diferentes productos y de esta manera se estableció su calidad.

5.1 Evaluación química de materias primas y dulces típicos.

Para conocer el material en estudio se realizó una evaluación química (contenido de humedad y grasa) de las materias primas y dulces típicos adquiridos en dos zonas de la Ciudad de México: el mercado de la Merced y el de Coyoacán. Estos parámetros indicaron la calidad inicial de las materias primas y dulces, así como las condiciones de almacenamiento de estos productos durante su comercialización.



Los frutos secos son aquellos que tienen una sola semilla y por lo general, están encerrados en una envoltura externa o cáscara rígida. Básicamente, difieren de las semillas oleaginosas, en que éstas últimas son en su mayor parte cultivos con semillas de tamaño pequeño utilizadas principalmente para la extracción de aceites. Sin embargo, los frutos secos tienen valores nutritivos y calóricos elevados debido a que más del 50% de su composición química son lípidos (Hagenmaier, 1980).

En la figura 25 se muestran los contenidos de grasa de las materias primas utilizadas en la elaboración de diferentes dulces típicos comercializados en la Ciudad de México.

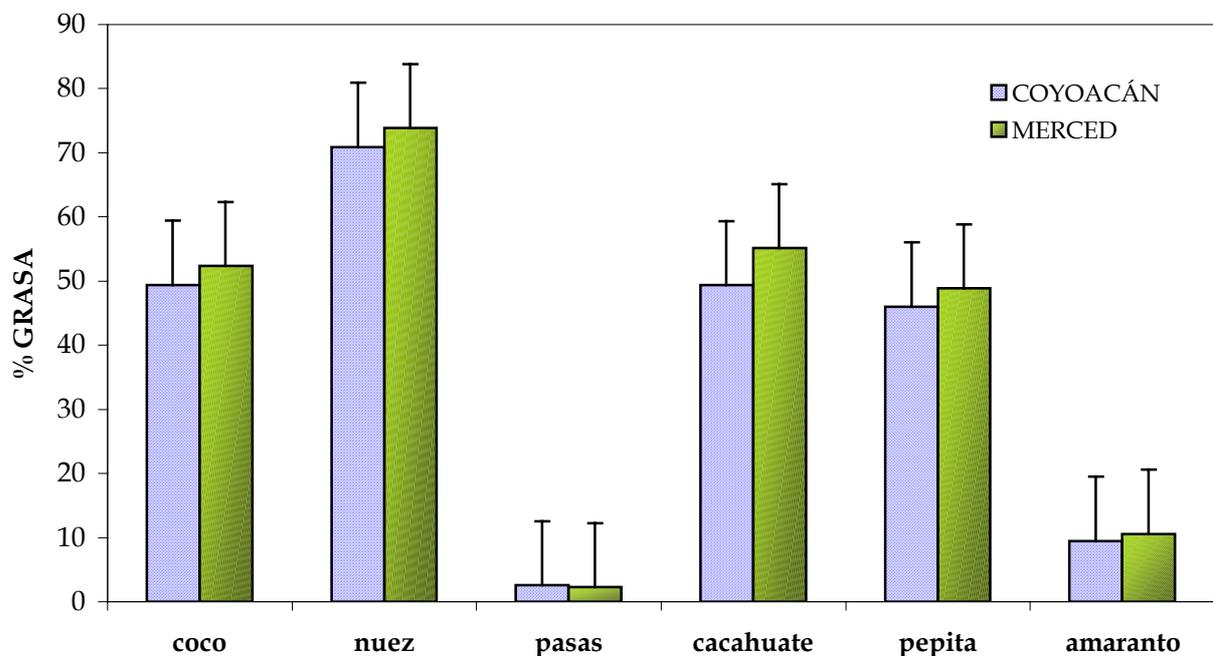


Figura 25. Contenido de Grasa en materias primas utilizadas en la elaboración de dulces típicos comercializados en dos zonas de la Ciudad de México: Coyoacán y La Merced.

Como se puede observar en la figura 25, el contenido en grasa presente en los frutos secos y materias primas utilizadas en la elaboración de dulces típicos fue menor en los productos comercializados en el mercado de Coyoacán, comparados con la Merced. Los valores obtenidos en los productos del mercado de Coyoacán (zona I) fueron ligeramente inferiores en un rango de 4 a 10% con respecto a los de la Merced



(zona II). El amaranto y cacahuete presentaron variaciones de un 10%, la nuez de un 4%, el coco y la pepita de calabaza de un 6%, las pasas presentaron valores superiores con respecto a la zona de la Merced. Para el amaranto se encontró que existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre el contenido de grasa de las muestras procedentes las diferentes zonas. Del mismo modo, el porcentaje de grasa fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) entre las muestras de cacahuete, coco, nuez y pasas de las dos zonas de comercialización.

Por lo anterior se deduce que el contenido de grasa de los diferentes productos fue ligeramente diferente y que esto puede explicarse al origen de cada uno de los productos, así como las condiciones de cultivo, la zona de producción y la variedad que pueden afectar su composición química, en particular el contenido de grasa.

Otro aspecto que puede afectar el contenido de grasa es el tipo de secado al que fue sometido el producto, la mayoría de ellos son frutos secos obtenidos por deshidratación solar. El contenido de humedad afectará la relación entre los componentes químicos de los productos, por lo que un mal almacenamiento que provoque la hidratación puede afectar el contenido de lípidos totales.

Existen diversos trabajos donde reportan el efecto de los diferentes factores en la composición química de diversos frutos secos.

Sánchez *et al.* (1998) reconocen que algunos frutos secos y otras semillas proporcionan variaciones en su contenido de nutrientes por ciertos cambios en su estructura, según la variedad de que se trate. De la misma manera, trabajos de Recaredo (1992) reconocen en el cacahuete algunas variedades como la Virginia que tiene vainas grandes y paredes gruesas, en tanto que la variedad Española tiene vainas pequeñas de paredes delgadas con escasas semillas en su interior, por lo que es más



difícil su extracción de aceite y se comercializa mayormente para tostarse o cocerse, este aspecto puede afectar la determinación de grasa al realizarse por extracción con solventes. Mackowiak *et al.* (1998) sugieren que los fenotipos ricos en aceite están correlacionados con la expresión o no de determinados genes propios de cada variedad de cacahuete, por lo que existen variedades de cacahuete que pueden presentar niveles de lípidos de hasta 80%.

En el caso del amaranto, existen trabajos de Barros (1997) que reporta que el contenido en grasa puede variar desde 8 hasta 12%, atribuyendo esta variación a la proporción de escualeno (aceite) contenido en la semilla de las distintas variedades. Otro factor que afecta el contenido de grasa es el tamaño de las semillas del amaranto; Paredes, (1994) encontró que el tamaño de las semillas fue de 0.9 a 1.7 mm de diámetro para las variedades *Amaranthus Cruentus* y *Amaranthus Hipochondriacus* cultivadas en México, respectivamente.

El contenido en grasa de los frutos secos y semillas utilizadas en este estudio son un factor importante que puede ser utilizado como indicador para la determinación de posibles alteraciones de orden bioquímico y/o microbiológico desde la cosecha, transporte y manipulación de ellos hasta su transformación en diversos productos, debido a ello, fue importante conocer el contenido de grasa, pues las condiciones de almacenamiento, tales como temperatura, luz, humedad, entre otros facilitan la oxidación de éstos conduciendo a la degradación de las materias primas (Badui, 1998).

Se ha encontrado que el cacahuete contiene cuando menos 8 ácidos grasos nutritivos esenciales y del 76% de ácidos grasos insaturados, del 40 al 45% esta constituido de ácido oleico insaturado y del 30 al 35% de ácido linoléico poliinsaturado; sin embargo no se ha encontrado relación entre los ácidos grasos poliinsaturados con los tipos de deterioro, mientras que el aceite de coco contiene 45% de ácido graso alúrico, 9.5% de ácido palmítico, 8.2% de oleico y 7.8% de ácido graso caprílico (Desroiser, 1998).



El contenido graso de los dulces típicos osciló entre el 5% y 35% para las dos zonas estudiadas como se observa en la figura 26, es decir, con respecto a las materias primas que se utilizan para su elaboración, el porcentaje en grasa se ve disminuido en un 50%, debido al proceso de fabricación, ya que la materia prima se mezcla con otros ingredientes que le confieren características específicas para cada dulce, entre ellas se encuentra su aporte nutricional.

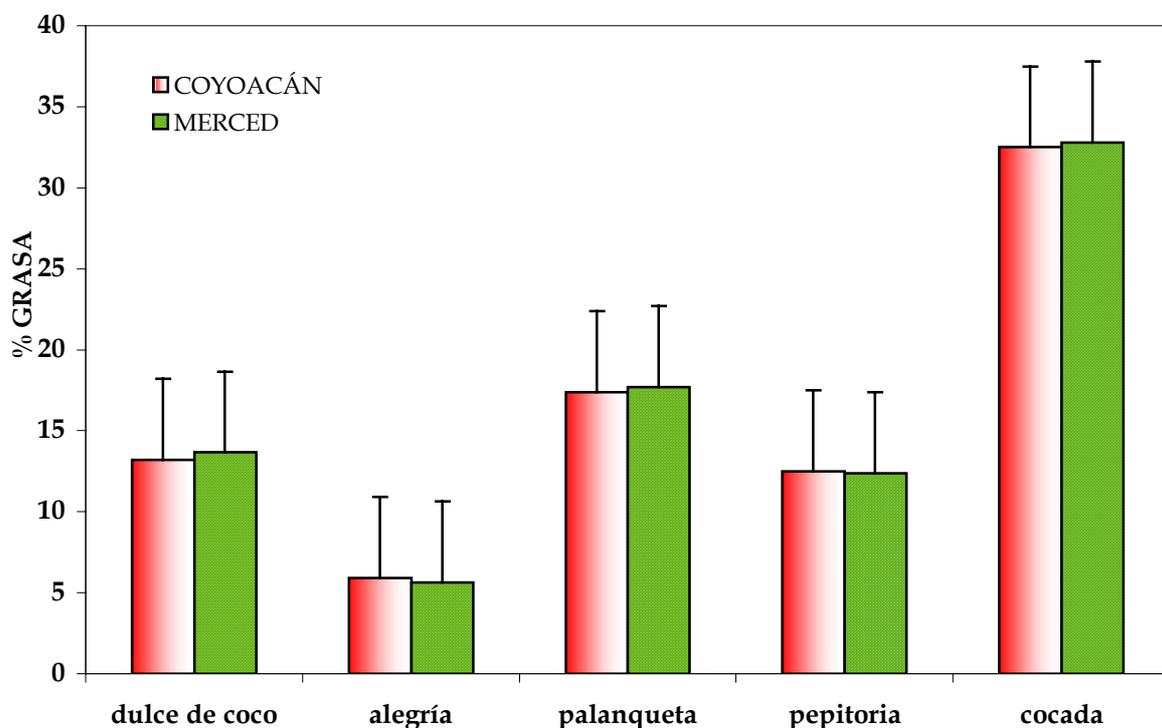


Figura 26. Contenido de Grasa de los dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la Ciudad de México: Coyoacán y La Merced.

Al comparar el contenido de grasa de los dulces procedentes de las dos zonas de comercialización, se encontró que fue menor en los dulces procedentes del mercado de Coyoacán, comparados con los de la Merced, excepto en la alegría y en la pepitoria. Los valores de grasa obtenidos en los dulces típicos presentaron variaciones del 10% entre las zonas de comercialización; sin embargo, en la cocada la variación fue de 12%.



Así, de acuerdo al tratamiento estadístico aplicado se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre el contenido graso de la palanqueta de cacahuete, dulce de coco y cocada procedentes de Coyoacán y la Merced. Este comportamiento puede explicarse debido a que las materias primas que se utilizaron para la elaboración de estos dulces presentaron diferencia en el contenido de grasa.

Por otra parte, estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en la pepitoria comercializada en Coyoacán y el Mercado de la Merced, sin embargo difiere con respecto a la semilla de calabaza que se utilizó como materia prima, pues En ese caso si se encontró diferencia, esto podría deberse a que la semilla de calabaza que se comercializa en la zona de la Merced podría haber sido obtenida de distintas variedades de calabaza y mezcladas para venderlas homogéneamente. Otro factor que pudiera afectar el contenido de grasa fue el tipo de edulcorante utilizado, pues en el caso de que se utilizara azúcar sin refinar, ésta aportaría mayor contenido de grasa, ya que contiene 0,5g de grasa/100g (De Chávez, 1992); sin embargo, si se utilizara azúcar refinada no se alteraría el contenido de grasa del producto.

Los productos almacenados con un contenido importante de lípidos y niveles bajos de carbohidratos solubles son más sensibles a la alteración, pues significa que los aumentos ligeros del contenido de humedad ocasionan aumentos bruscos del a_w , estos aumentos pueden ser debidos al desplazamiento de la humedad causado por temperaturas de almacenamiento irregulares (Internacional Comisión on Microbiological Specifications for Food, 2001).

El otro parámetro químico evaluado fue el contenido de humedad de las materias primas y de los dulces típicos. Los frutos secos utilizados para la elaboración de los dulces típicos cuentan con un contenido de humedad menor al 11% para todas las materias primas de ambas zonas de estudio (figura 27).



Para este estudio se encontró que las materias primas que presentaron mayor contenido de humedad fueron las que pertenecen al Mercado de la Merced. El coco fue el único ingrediente que presentó una humedad del 18% mayor en la zona de Coyoacán comparada con el de la Merced. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre el contenido de ambas muestras. El contenido en humedad de la nuez y el cacahuate fue 40 y 47% menor en Coyoacán que en la Merced, respectivamente, mientras que las pasas y el piloncillo fueron menor en un 3% aproximadamente. La pepita presentó una humedad menor en un 9% con respecto a la de la Merced. El amaranto procedente de la Merced presentó un 20% más humedad que el de Coyoacán.

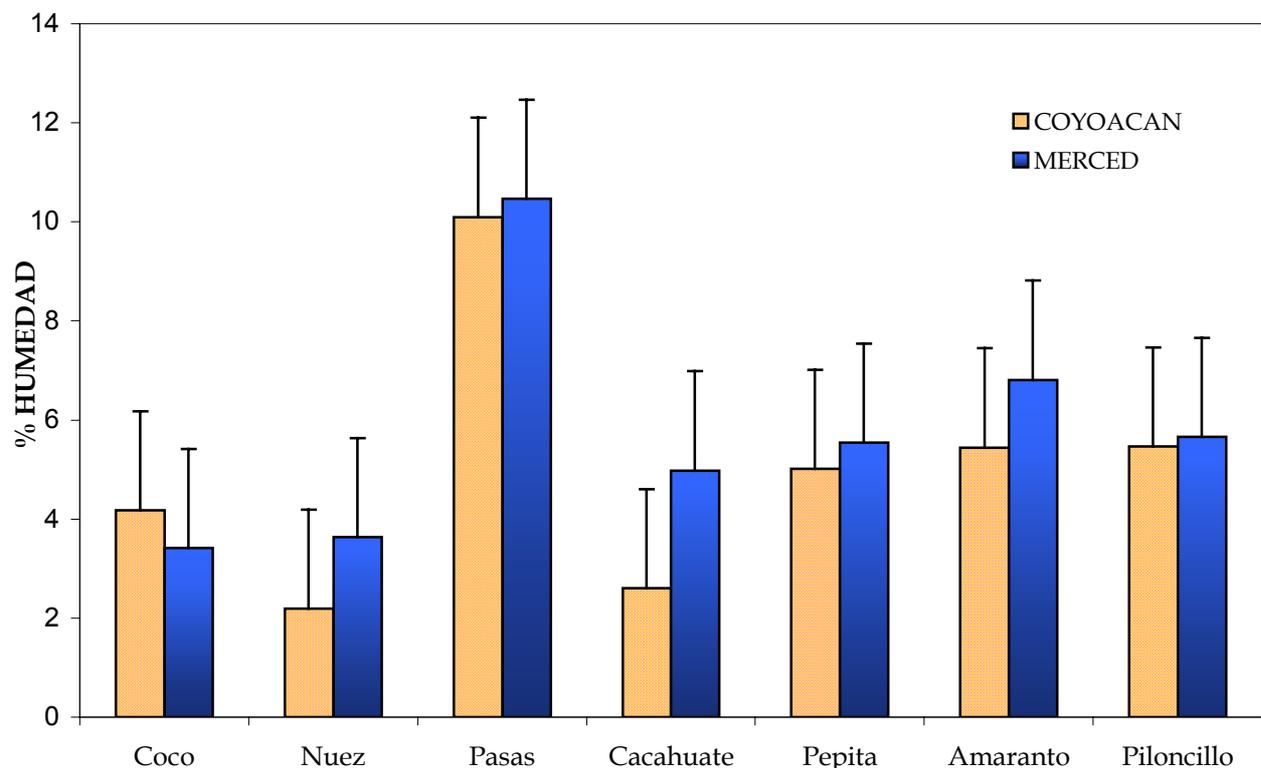


Figura 27. Contenido de Humedad en materias primas utilizadas en la elaboración de dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la ciudad de México: Coyoacán y Merced.



Estas variaciones en los diferentes materiales y frutos secos, se deben principalmente al proceso de secado y/o a las condiciones del almacenamiento en su comercialización. La copra que es la pulpa de los cocos se somete a un secado a fin de reducir su contenido de humedad desde el 45% hasta un valor aproximado al 5%, el fin del secado es evitar el deterioro durante el transporte y almacenamiento, estos resultados nos muestran que en ambas zonas el coco es secado con la misma técnica. Entre las técnicas más utilizadas, están: el secado al sol, en un horno o sobre una hoguera formada por combustión de las cáscaras (Desrosier, 1998).

En las pasas la humedad no se considera el componente más importante en su composición química ya que predominan los carbohidratos; sin embargo presentaron mayor contenido de humedad con respecto a las demás materias primas estudiadas, independientemente de las zonas de comercialización, lo que las hace más susceptibles al deterioro, específicamente al crecimiento de hongos, básicamente si se mantienen en condiciones que faciliten migraciones de humedad y que en exceso aumenten la actividad de agua (a_w), ello se debe a que el agua propicia la movilidad del sustrato y del producto que en este caso se habla de las pasas (Badui, 1998).

A pesar de las variaciones entre los contenidos de humedad de las materias primas de las dos zonas, estadísticamente no se registró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre las humedades de las pasas, la pepita de calabaza y piloncillo ya que en este último más del 90% de su composición química, son carbohidratos, mientras que en la nuez, amaranto y cacahuete si presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las zonas de comercialización tal como sucedió en su contenido en grasa (%), diferencias que se atribuyen a las variedades de cada fruto muestreadas para este estudio, en consecuencia, el porcentaje de humedad es un factor determinante para el desarrollo de microorganismos indeseables y el desencadenamiento de reacciones bioquímicas que afectan la salud del consumidor.



En la figura 28, se puede apreciar el contenido de humedad que presentaron los dulces típicos procedentes del mercado de Coyoacán y el mercado de La Merced.

La mayoría de dulces típicos procedentes de la zona de la Merced presentaron un menor contenido de humedad, con respecto a los de Coyoacán, los valores que se obtuvieron del dulce de coco, la palanqueta de cacahuete y pepitoria procedentes de la Merced fueron inferiores entre un 4 a 8% comparados con los de la Merced. La cocada y alegría procedentes de esta misma zona, fueron mayores entre un 3 a 9% comparados con los de Coyoacán.

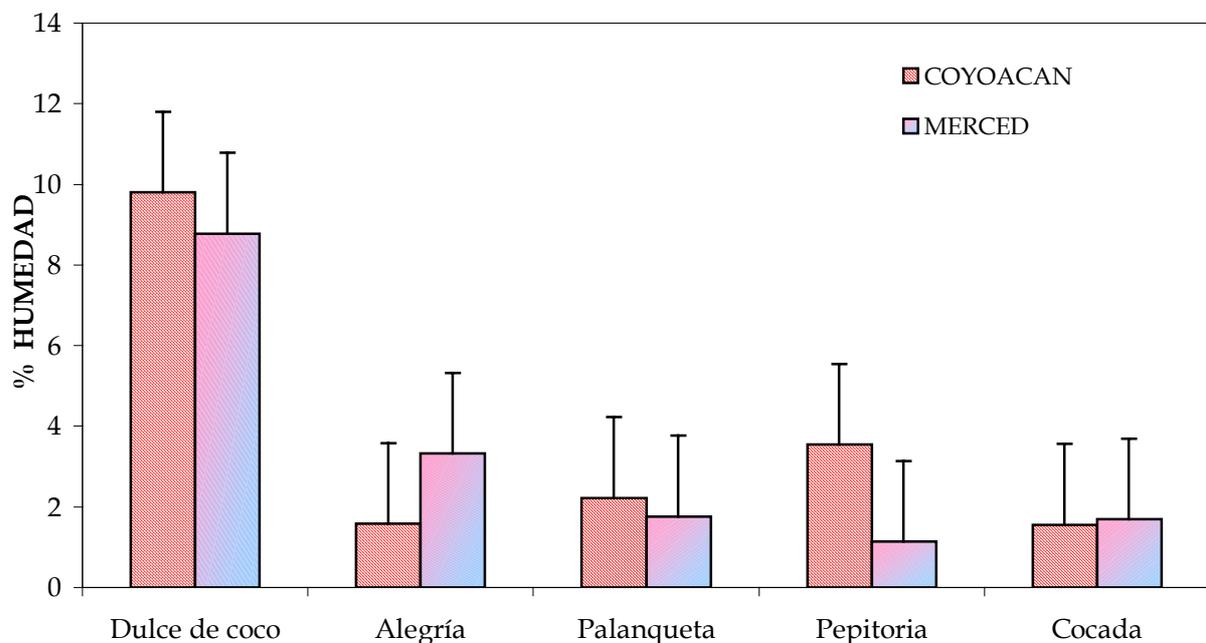


Figura 28. Contenido de Humedad en dulces típicos mexicanos comercializados en dos mercados de la Ciudad de México en: Coyoacán y La Merced.

Encontrándose que, el dulce de coco de la Merced presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre estos valores por lo que el proceso de elaboración no mantuvo constantes sus condiciones de operación, entre cada zona, el cual modifica significativamente ($P \leq 0.05$) la humedad entre el dulce de coco con respecto al contenido de humedad del coco como materia prima, elevándolo aproximadamente el 50%.



Los dulces que también muestran diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en sus contenidos de humedad son la alegría y pepitoria, ambos dulces presentan variaciones de un 5% entre su contenido, mientras que en la cocada y palanqueta de cacahuete su humedad no sobrepasa el 4% y estadísticamente no hay diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en estos valores con respecto a la zona de comercialización.

Debido a las condiciones de almacenamiento que se manejan en la zona de la Merced, ya que esta zona se caracteriza por un gran movimiento de carga que conlleva a los expendedores a la falta de atención en el manejo íntegro de ellos, pues en este mercado, no se tienen instalaciones adecuadas de almacenamiento, deben mantenerse en locales bien limpios y con temperaturas las cuales no superen los 10°C , pero como en esta zona no hay un control estricto, no se logra disminuir totalmente la migración de humedad hacia los productos ahí comercializados, o bien dicha migración de humedad se puede dar en los contenedores de transporte. Este factor indica que las materias primas y los dulces típicos de este mercado tengan mayor posibilidad de adquirir humedad y aumentar su deterioro tal como el crecimiento de hongos y enranciamiento puesto que su humedad puede satisfacer los requerimientos de este tipo de microorganismos. En Coyoacán, la posibilidad de migración de humedad es menor con respecto a la otra zona, ya que hay menor movimiento de carga en cuanto a la comercialización en esta zona de dulces típicos.

5.2 Evaluación física de materias primas y de los dulces típicos.

Los resultados acerca de los parámetros físicos evaluados para las materias primas y los dulces típicos comercializados en ambas zonas, se muestran en la tabla 13.

De acuerdo a la tabla 13, se observó que las materias primas y dulces típicos de Coyoacán obtuvieron mejor calificación que los procedentes de la Merced, los resultados fueron los esperados ya que estos mostraron menor calidad que los comercializados en Coyoacán.



Tabla 13. Evaluación de color, sabor y aroma de las materias primas y dulces típicos procedentes de los mercados de Coyoacán y la Merced.

Materia prima	Color		Sabor		Aroma	
	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced
Amaranto	amarillo claro	amarillo-café	excelente	bueno	característico	característico
Cacahuate	amarillo	café claro	excelente	regular	característico	poco rancio
Coco	blanco	blanco opaco	excelente	bueno	característico	característico
Nuez	café oscuro	café oscuro	excelente	regular	característico	poco rancio
Pasas	negro	negro	excelente	bueno	característico	característico
Pepita de Calabaza	verde claro	verde claro	excelente	bueno	característico	característico
Piloncillo	café oscuro	café oscuro	excelente	bueno	característico	característico
Dulces Típicos	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced	Coyoacán	Merced
Alegría	amarillo claro	amarillo-café	excelente	bueno	característico	característico
Cocada	amarillo intenso	café	excelente	regular	característico	levemente rancio
Dulce de Coco	blanco brillante	blanco	excelente	bueno	característico	característico
Palanqueta de Cacahuate	café claro	café oscuro	excelente	regular	característico	levemente rancio
Pepitoria	verde claro	verde oscuro	excelente	regular	característico	levemente rancio

La escala para evaluar los 3 parámetros fue la siguiente tanto para materias primas como para los dulces típicos.

Color: característico de cada uno

Sabor: regular, bueno y excelente

Aroma: levemente rancio, poco rancio, característico



5.3 Calidad microbiológica en materias primas y dulces típicos mexicanos.

Los mohos son hongos filamentosos que crecen en forma de una masa enmarañada que se extiende rápidamente y puede cubrir varias pulgadas cuadradas de una superficie, se caracterizan por tener una necesidad menor de humedad para su crecimiento y desarrollo (80%) que la mayor parte de las bacterias, pues éstas crecen con A_w de 0.9 ó mayores de este valor (James, 1992).

Las materias primas que presentaron presencia de hongos y levaduras en ambas zonas fueron la nuez y la pepita de calabaza. No se registró presencia de estos microorganismos en: cacahuete, coco, amaranto, pasas y piloncillo comercializados en Coyoacán y la Merced (Tabla 14).

Tabla 14. Presencia de Hongos y Levaduras^a en las materias primas comercializadas en Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II).

Materias Primas	Zona I UFC/g muestra	Zona II UFC/g muestra
Nuez	15	39
Pepita	41	150
Cacahuete	N.P.	N.P.
Coco	N.P.	N.P.
Amaranto	N.P.	N.P.
Pasas	N.P.	N.P.
Piloncillo	N.P.	N.P.

N.P. = No presentó hongos y levaduras.

^a :Crecimiento en agar papa dextrosa, incubados a 25°C por 5 días.



Estadísticamente, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las de UFC/g de hongos y levaduras de la nuez muestreada en las dos zonas de estudio. La nuez de Coyoacán registró 15 UFC/g mientras que, la nuez de la Merced tuvo un crecimiento de 39 UFC/g lo que significa un aumento de aproximadamente el 50%.

Para la pepita, el crecimiento de hongos y levaduras en la zona de la Merced fue aproximadamente cuatro veces mayor que las UFC/g encontradas en la pepita procedente de Coyoacán, con valores de 150 UFC/g y 41 UFC/g respectivamente, encontrándose diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre ellos, aunque las pasas, mostraron mayor contenido de humedad que el resto de las materias primas de ambas zonas, siendo más susceptibles al crecimiento de hongos y levaduras, todas éstas contienen humedades en un porcentaje menor al 15%, lo que significa que este contenido de humedad evita o disminuye en gran medida el desarrollo de mohos (Frazier, 1995).

Sin embargo, el hecho de que la mayoría de los mohos se consideran mesófilos, pues crecen a temperatura ambiente con rangos de 24 a 30°C incrementó la facilidad de crecimiento en la pepita y nuez. Las condiciones de crecimiento del *Aspergillus* son las mismas, pero con máximos de 37°C y un rango de pH muy amplio que va de 2 hasta 8.5, por lo que estas materias primas fueron buenos sustratos para el desarrollo de hongos (Michael *et al.*, 1997).

En el caso de las levaduras tienen un intervalo de temperaturas de crecimiento semejante al de los mohos, con intervalo óptimo de 25 a 30°C y un máximo de aproximadamente 47°C (Burnet, 1998), esto facilitó el crecimiento de ellas en dichas muestras, siendo aún más susceptibles a su desarrollo debido a que crecen en condiciones aerobias y las



materias primas donde hubo presencia de éstas, presentaron un contenido de carbohidratos entre 13.3 - 14.4 g por 100 g de muestra, lo que significa un medio nutritivo ideal para su crecimiento y desarrollo.

En la Tabla 15, se muestra la presencia de Hongos y levaduras de dulces típicos mexicanos. En Coyoacán (Zona I) los dulces típicos estuvieron libres de hongos y levaduras, sin embargo en los dulces de la Merced (Zona II), se observó la presencia de estos microorganismos.

Tabla 15. Presencia de Hongos y Levaduras^a para dulces típicos comercializados en Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II).

DULCE TÍPICO	Zona I UFC/ g muestra	Zona II UFC/ g muestra
Dulce de coco	N.P.	165
Cocada	N.P.	85
Alegría	N.P.	140
Pepitoria	N.P.	165
Palanqueta de cacahuete	N.P.	65

N.P.= No presentan hongos y levaduras

^a Crecimiento en agar papa dextrosa, incubados a 25°C por 5 días.

En los dulces típicos comercializados en el mercado de la Merced, fueron el dulce de coco y la pepitoria quienes presentaron 165 UFC/g. La pepitoria se elabora con la semilla de calabaza en mayor proporción y ésta también resultó más contaminada que el resto de las materias primas procedentes de la zona del Mercado de la Merced.

En la alegría se cuantificaron 140 UFC/g siendo uno de los dulces típicos que resultaron más contaminados, pues la nuez como materia prima fue la segunda más contaminada y mayoritariamente en la nuez procedente de la zona II.



La cocada y la palanqueta de cacahuete, registraron menor contaminación con valores de 85 y 65 UFC/g, respectivamente. La ausencia de hongos en los dulces típicos procedentes de la zona I, se atribuye a que las condiciones de almacenamiento y manipulación de las materias primas y productos en esta zona se llevaron a cabo con mayor higiene, por lo que se reduce la posibilidad de una contaminación cruzada y/o elevación de su contenido de humedad y crecimiento fúngico.

La manifestación de hongos en los dulces típicos, indica un riesgo potencial para la salud del consumidor por la generación de agentes tóxicos debido a su metabolismo, haciendo notar aún más la aparición de hongos en productos alimenticios almacenados, como los frutos secos y productos elaborados a base de ellos, así como los cereales, es decir que por la localización geográfica de sus cultivos; el desarrollo es más frecuente en los climas tropicales y subtropicales que en los climas templados.

El crecimiento de hongos está acompañado por las levaduras, que son microorganismos osmófilos, que crecen bien en medios con presión osmótica elevada así como en concentraciones altas de azúcar o bien, en otros solutos, dando lugar a alteraciones en frutos secos, zumos de concentrados, miel, jarabe de azúcar y otros productos fuertemente azucarados (Heperkan, 1994). Básicamente el proceso de elaboración de los productos estudiados a base de frutos secos se trata de la mezcla con edulcorantes, la mayoría con piloncillo por lo que el crecimiento de levaduras se vió bastante favorecido para las muestras de la zona de la Merced, sin embargo en las muestras de Coyoacán no hubo presencia, lo que no reduce el riesgo de manifestación si se prolonga el almacenamiento en condiciones inadecuadas ya que las levaduras se desarrollan fácilmente en condiciones aerobias y temperaturas de 25 a 30°C; sin embargo también



pueden crecer a 0 °C e inferiores, pero principalmente por que son productos con alto contenido de azúcares.

Otro aspecto microbiológico evaluado fue la presencia de coliformes totales en dulces típicos.

Como se puede observar en la tabla 16, los dulces típicos que presentaron coliformes fueron los comercializados en la Zona II, específicamente la cocada presentó menor cantidad de ellos (50 UFC/g muestra) mientras que, el contenido de coliformes en el dulce de coco y la alegría fue mayor, pues se obtuvieron 100 y 200 UFC/g respectivamente, el resto de los dulces típicos no presentó desarrollo ni crecimiento de los mismos, se sugiere que la facilidad de crecimiento de los coliformes es debida a sus pocos requerimientos nutricionales y por consiguiente es capaz de sobrevivir en medios simples por lo que un descuido en la higiene de los lugares en los cuales elaboran este tipo de dulces conllevan a su fácil propagación convirtiéndose estos microorganismos en importantes indicadores de higiene alimentaria.

Tabla 16. Coliformes Totales^a presentes de los dulces típicos procedentes de Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II).

DULCE TÍPICO	Zona I UFC/ g muestra	Zona II UFC/ g muestra
Dulce de coco	N.P.	100
Cocada	N.P.	50
Alegría	N.P.	200
Palanqueta de pepita	N.P.	N.P.
Palanqueta de cacahuete	N.P.	N.P.

N.P. = No Presentaron Coliformes

^a Crecimiento en agar Mac Conkey, incubados a 37° C por 24 hrs.



Un factor determinante en el crecimiento de estos microorganismos, es la elaboración artesanal que caracteriza a los dulces típicos mexicanos, lo cual limita el empleo de utensilios más sofisticados y prácticas de elaboración que permitan el estricto control de las medidas de higiene que se deben implementar en el entorno y por consiguiente se puede considerar que en los lugares de elaboración de los dulces típicos que posteriormente fueron comercializados en el mercado de la Merced no se aplicaron las medidas de higiene necesarias, y/o sufrieron una manipulación inadecuada durante el almacenamiento. En cambio en los dulces típicos comercializados en Coyoacán, no se encontró presencia de coliformes indicando que su producción y manejo sanitario fueron los adecuados.

Los coliformes se encuentran en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente llamados homeotermos; ello facilita que un gran número de ellos se introduzca al ambiente por las heces de los humanos y animales, por lo que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal, aunque existen muchos coliformes de vida libre que se establecen con facilidad en alimentos (Beuchat *et al.*, 1997). Sin embargo, es importante destacar que no todos los coliformes son de origen fecal, ya que cuando se habla de coliformes totales estos comprenden la totalidad del grupo (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*) mientras que, los coliformes fecales son aquellos de origen intestinal (*Escherichia coli*). La evaluación de coliformes totales se ha utilizado para evaluar la calidad de la leche pasteurizada, leche en polvo, fórmulas para lactantes, fideos y cereales; así como para evaluar con alto grado de certeza la calidad bacteriológica de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas (Koneman, 1997).



La forma en que se comercializan los dulces en el mercado de la Merced exponiéndolos al aire libre por tiempos prolongados aunque algunos de ellos se envasan en papel celofán, mientras que otros como la cocada, el dulce de coco y en algunos expendios la palanqueta de cacahuete, se exponga sin protección de ningún envase tiene marcada influencia en la contaminación por coliformes; por lo que, siendo el principal portador de ellos el hombre, el riesgo se vuelve potencial.

El otro tipo de microorganismos detectados fueron los mesófilos aerobios (Tabla 17). La temperatura de crecimiento de estos microorganismos mesófilos oscila entre los 20° C y 50°C, siendo la óptima de 37 °C. Según su capacidad para atacar a los hidratos de carbono pueden ser de dos tipos: proteolíticos o putrefactivos y sacarolíticos. Los primeros son causantes de alteraciones gaseosas con degradación del alimento y producción de compuestos de olor desagradable. Éstos son más importantes en los alimentos de acidez baja y media. Destacan: *C. hystolyticum*, *C. Sporogenes* y *C. bifermentans*. Entre los de tipo sacarolíticos los más frecuentes son: *C. butyricum*, *C. pasteurianum*, *C. perfringens* y otros (Tervet, 1995).

Tabla 17. Mesófilos aerobios^a presentes en dulces típicos procedentes de Coyoacán (Zona I) y la Merced (Zona II).

DULCE TÍPICO	Zona I UFC/g muestra	Zona II UFC/g muestra
Dulce de coco	Incontable ^b	N.P.
Cocada	85	N.P.
Alegría	65	45
Palanqueta de cacahuete	100	200
Pepitoria	Incontable ^b	Incontable ^b

N.P. = No Presentaron Mesófilos

^a Crecimiento en agar nutritivo e incubados a 35 ° C durante 48 horas.

^b Incontable realizando diluciones hasta 10⁻³.



Como se puede observar de acuerdo a la tabla 17, los dulces que presentaron mayor cantidad de mesófilos, fueron los comercializados en la zona I, respecto a la zona II, siendo que para esta zona, los dulces que únicamente presentaron mesófilos fueron la alegría, palanqueta de cacahuete y pepitoria.

En ambas zonas puede notarse que en la pepitoria se encontró presencia de mesófilos en mayor proporción, esto se debe a que los mesófilos son microorganismos con gran capacidad de degradar los hidratos de carbono, y la semilla de calabaza contiene alrededor del 20% de éstos, por lo que se mostró mayor afinidad por este dulce típico, ya que en su mayoría se compone por la semilla de calabaza, siendo que la zona de comercialización no influyó en su crecimiento.

Es importante que durante el proceso de elaboración de los dulces típicos, se tenga un buen control de la temperatura a la cuál se lleva a cabo la mezcla de la materia prima con la miel previamente preparada, ya que los organismos mesofílicos pueden ser termodúricos debido a sus esporas, es decir, son capaces de resistir altas temperaturas sin continuar con su reproducción (Desrosier, 1997).



5.4 Contenido de Aflatoxinas totales en las materias primas y dulces típicos procedentes de Coyoacán y la Merced

Las aflatoxinas son generadas a partir del metabolismo de algunas de las especies del hongo *Aspergillus*, este metabolito producido por este microorganismo fue denominada con este nombre por ser una toxina derivada de *Aspergillus flavus* - A - flatoxina (James, 1992).

En la tabla 18 se muestra el contenido de aflatoxinas totales registrado en las materias primas utilizadas para la elaboración de dulces típicos mexicanos.

Tabla 18. Contenido de Aflatoxinas Totales en las Materias Primas comercializadas en el Mercado de Coyoacán (Zona I) y el Mercado de la Merced(Zona II)

Materias Primas	Zona I Aflatoxinas totales (ppb)	Zona II Aflatoxinas totales (ppb)
Coco	1 ^a	1 ^a
Cacahuete	1 ± 1.41 ^a	1.5 ± 0.70 ^a
Nuez	5 ^a	6.5 ± 0.70 ^b
Amaranto	3.5 ± 0.70 ^a	2.5 ± 0.70 ^a
Pepita	16.5 ± 3.53 ^a	295 ± 106.06 ^b
Piloncillo	3 ^a	2.5 ± 0.70 ^a

Los valores representan la media de tres mediciones (n = 3) ± desviación estándar. Letras iguales para cada producto indican que no existe diferencia significativa entre las zonas de comercialización ($P \geq 0.05$).

En lo que se refiere a la presencia de aflatoxinas en las materias primas utilizadas para la elaboración de dulces típicos procedentes de ambas zonas de comercialización, todos los dulces muestreados para este estudio tuvieron presencia de aflatoxinas. El coco y el cacahuete presentaron menor cantidad de aflatoxinas comparado con el resto de las materias primas de ambas zonas, pues solo se encontraron valores cercanos a 1 ppb, siendo que estadísticamente no hay diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre los valores de cada zona estudiada.



Los bajos niveles de aflatoxinas encontrados en coco, ya han sido reportados por Arbiando (1999), estos trabajos sugieren que una escasa incidencia de aflatoxinas en el coco es debido a que las toxinas que se reproducían en el fruto eran la toxoflavina y el ácido bongkrëquicos que son dos toxinas potentes pero, producidas por *Pseudomonas cocovenenans*, las cuales cobraron más de 1000 vidas en Indonesia, es decir la incidencia de aflatoxinas no ha sido reportada.

En el caso del cacahuete no se observó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre los valores de aflatoxinas encontrados en Coyoacán y la Merced y los niveles detectados (1 y 1.5 ppb) contrastan con lo reportado en la literatura, en donde se cita que los cacahuates son uno de los productos con mayor susceptibilidad a la presencia de aflatoxinas. Urano *et al.* (1992) reportaron que en el 100% de 50 muestras de cacahuates se alcanzaron niveles de aflatoxinas hasta de 22 000 ppb, y valores de 1 600 ppb en promedio. El estudio realizado por Hill (1983) reporta también niveles de aflatoxinas de hasta 1 000 ppb en muestras de cacahuete, atribuyendo su crecimiento de manera natural. Se podría mencionar que el cacahuete utilizado para este estudio estuvo en buenas condiciones de almacenamiento y por lo tanto su calidad es buena.

El contenido de aflatoxinas en el piloncillo no registró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre las dos zonas de las cuales fue adquirida la materia prima y se registraron niveles muy bajos que contrastan con estudios llevados a cabo en Estados Unidos, en donde reportan que hubo gran cantidad de aflatoxinas presentes en la remolacha, como consecuencia de su mal almacenamiento, ya que después de ser recalentada a 50°C por dos días, empezó a manifestar signos de alteración microbiana, como es el enmohecimiento (International Comisión on Microbiological Specification for Foods,⁸⁶



1998).

El contenido de aflatoxinas en el amaranto presentó cantidades relativamente bajas, que oscilan entre 3.5 y 2.5 ppb en la Zona I y Zona II, respectivamente. No se observó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre el contenido de aflatoxinas en los productos de ambas zonas. Cabe mencionar que en otros cereales y/o granos como el maíz se ha registrado que de 45 muestras de este mismo, el 87% contenía aflatoxinas que alcanzaron un nivel de 250 ppb en promedio (Dawar y Ghaffar, 1991). En el caso del amaranto no representa un riesgo toxicológico importante en su consumo.

El contenido de aflatoxinas en la nuez presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre la zona de Coyoacán y la Merced siendo estos de 5 y 6.5 ppb, respectivamente. En trabajos en Alemania se ha reportado que de 135 muestras de nuez, manifiestan que el 58% estaba exento de aflatoxinas, que el 22% contenía hasta 5 ppb y que el 21% contenía niveles más elevados hasta 8 000 ppb (Woller y Majerus, 1999). Es importante el control de las condiciones a las que se somete este fruto, ya que como tratamiento primario recibe una desecación, la cual puede disminuir la microflora inicial, pero si esta transcurre en condiciones desfavorables, la microflora puede aumentar tanto en tipo como en cantidades, y se puede iniciar el ataque fúngico originando la producción de micotoxinas, específicamente la producción de aflatoxinas generadas por *A. flavus*.

La pepita de calabaza comercializada en los dos mercados, presentó una mayor cantidad de aflatoxinas en la zona de la Merced que en Coyoacán, en las muestras de la primera zona se registraron valores de 16.5 ppb de aflatoxinas y 17 veces más en el mercado de la Merced, dicha diferencia puede atribuirse a las condiciones de secado y almacenamiento, pues de acuerdo a la temperatura y humedad del medio se produce la invasión



fúngica. Entre ambas muestras se registró diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

No se encuentran trabajos del contenido de aflatoxinas en la pepita de calabaza; sin embargo, la pepita de calabaza, la almendra y el pistache son tres alimentos que muestran una composición química semejante, en las que tras su porcentaje en grasa, contienen alrededor de 20% de carbohidratos, brinda un medio enriquecido que favorece el desarrollo fúngico de hongos que permiten el desarrollo de aflatoxinas. Como lo reportado por Pohland y Wood (1997) ya que de 256 muestras analizadas de almendras examinadas de conformidad con los programas de la FDA de los EE.UU., el 2.3% de las muestras contenía aflatoxinas en niveles de 2 ppb; sin embargo, el resto excedía las 20 ppb. Los mismos autores, reportaron al pistache como un potencial para la producción de aflatoxinas, ya que de 835 muestras analizadas, el 2% excedía las 20 ppb. Shah y Hamid (1991) indicaron niveles de aflatoxinas muy elevados en el pistache, hasta de 400- 800 ppb o incluso se han reportado hasta 1300 ppb (Tabata *et al.*, 1993).

La pepita procedente del mercado de la Merced, es la única materia prima cuyo contenido en aflatoxinas excede las **20 ppb** establecidas como límite permisible por la **NOM-188-SSA1-2002** para el control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal, por lo que el consumo de pepita que se comercializa en este mercado representa un riesgo potencial para la salud humana originando lesiones hepáticas agudas, cirrosis hepática y gran capacidad de inducir a cáncer hepático (Doyle *et al.*, 1997).



Tabla 19. Contenido de Aflatoxinas Totales en los dulces típicos comercializados en el Mercado de Coyoacán (Zona I) y el Mercado de la Merced (Zona II).

Productos	Zona I Aflatoxinas totales (ppb)	Zona II Aflatoxinas totales (ppb)
Cocada	4.5 ± 3.53 ^a	2 ^b
Palanqueta de Cacahuete	2 ± 1.41 ^a	1.5 ± 0.70 ^a
Dulce de Coco	4 ^a	3 ^b
Alegría	1.5 ± 0.70 ^a	4.5 ± 2.12 ^b
Pepitoria	13.5 ± 7.77 ^a	620 ± 678.82 ^b

Los valores representan la media de tres mediciones ± desviación estándar (n= 3). Letras iguales para cada producto indican que no existe diferencia significativa entre las zonas de comercialización ($P \geq 0.05$).

La presencia de aflatoxinas en los dulces típicos, registró niveles menores con respecto a las materias primas estudiadas procedentes de los dos mercados. El dulce típico que presentó niveles inferiores de aflatoxinas con un rango de 1.5 y 2 ppb del mercado de Coyoacán y la Merced, respectivamente fue la palanqueta de cacahuete, estos niveles de aflatoxinas no presentaron diferencia significativa ($P \geq 0.05$).

La alegría también registró bajos niveles de aflatoxinas, 1.5 y 4.5 ppb para Coyoacán y la Merced respectivamente, lo que indicó que entre estos niveles hay una diferencia significativa ($P \leq 0.05$). En la cocada se presentó un nivel de aflatoxinas de 4.5 ppb en el producto de Coyoacán siendo que para el producto del mercado de la Merced el contenido de aflatoxinas fue de solo 2 ppb, lo que indica que la calidad del producto es diferente de manera significativa entre las zonas de muestreo. Esta condición nos



sugiere que el contenido de aflatoxinas está siendo afectado por factores del almacenamiento como pudiera ser la temperatura o la humedad relativa del establecimiento.

De igual manera, el dulce de coco registró niveles de aflatoxinas de 4 y 3 ppb para el procedente de Coyoacán y Merced respectivamente, estos niveles estadísticamente son diferentes ($P \leq 0.05$), con ello se estima que la contaminación aumenta por la adición de otros ingredientes en el proceso de elaboración, ya que en el dulce de coco, el ingrediente relacionado con la presencia de aflatoxinas podría ser la leche. Estudios realizados sobre la problemática de la presencia de aflatoxinas en leche y productos lácteos, revelan la presencia de aflatoxinas en leche cruda en niveles desde 0.1 hasta 13 ppb (Blanco *et al.*, 1999).

La incidencia de aflatoxinas en los dulces típicos no se logra reducir en totalidad, a pesar de que en todos los procesos se manejan altas temperaturas, ya que poseen la característica de ser termorresistentes. Allcroft y Carnaghan (1993) encontraron que no disminuía la toxicidad de la leche contaminada por aflatoxinas (M_1) tras su tratamiento de 80 °C por 45 segundos ó 70 °C por 30 minutos. Polzhofer (1995) observó estabilidad térmica total de las aflatoxinas a 92 °C por 8 minutos. Esto indica que si en las materias primas se encontraron aflatoxinas, el proceso de elaboración de los dulces no las eliminará ni reducirá el riesgo biológico.

Por otro lado, el contenido de aflatoxinas en la pepitoria adquirida en ambas zonas presentó niveles de aflatoxinas estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) pues para la procedente de Coyoacán se obtuvieron 13.5 ppb, mientras que para la pepitoria de la Merced se obtuvieron 620 ppb, lo que representó que en esta zona, se han rebasado



los niveles de aflatoxinas permitidos, según la **NOM-188-SSA1-2002** para el control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal cuyo limite permisible es de **20 ppb**.

La presencia de aflatoxinas en este producto aumentó en casi un 50% con respecto a la materia prima que es la pepita de calabaza, siendo que estos niveles eran los esperados, pues como materia prima también rebasó el límite establecido por la legislación mexicana, aunque no se detectó crecimiento de hongos en la pepitoria procedente de la zona de Coyoacán si hubo aflatoxinas, se debe tener en cuenta que la existencia de hongos en un alimento no indica necesariamente una contaminación con micotoxinas pero sí es un factor de riesgo importante para que éste se produzca, del mismo modo, puede detectarse una aflatoxina sin la presencia del hongo productor ya que éste pudo haber sido inactivado por tratamientos térmicos o alteración de factores ambientales (Jaimez, 2002) estos resultados también marcan un aumento debido posiblemente a la adición de ingredientes y condiciones de almacenamiento inadecuados que permitieron un crecimiento elevado de aflatoxinas, lo que permite identificar una importante influencia de la zona de comercialización en la calidad microbiológica de la pepitoria.

Por ser de entre todas las micotoxinas, las más conocidas por su peligrosidad las aflatoxinas son los productos más dañinos a los seres humanos, consciente de esto, la legislación mexicana publicó en el Diario Oficial de la Federación la **NOM-188-SSA1-2002** para el control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal la cual marca un limite permisible de **20 ppb** a fin reducir el riesgo carcinogénico que implica el consumo de alimentos contaminados con niveles superiores a éste; sin embargo, la legislación mexicana no es tan estricta como la legislación Europea, pues ante la



problemática de contaminación fúngica y el riesgo potencial de aflatoxinas la Unión Europea mediante el Reglamento 472/2002/CE ha fijado el contenido máximo de aflatoxinas en determinados productos alimenticios considerados como los más susceptibles de verse contaminados como los cereales y frutos secos estableciendo así

límites máximos desde **2 ppb** en el cacahuete y frutos secos para consumo directo hasta **15 ppb** a cacahuates y frutos secos destinados a tratamientos de selección u otros métodos físicos antes de su consumo o bien, su utilización como ingredientes de productos alimenticios. Alemania y Portugal antes del año 1999 se consideraban los países más estrictos debido a que sus límites máximos para aflatoxina B₁ es de **2 ppb** y **4 ppb** para aflatoxinas B₁-B₂-G₁-G₂, mientras que Irlanda permitía en el mismo año **5 ppb** para aflatoxina B₁ y **30 ppb** para B₁-B₂-G₁-G₂, sin embargo; después del decreto expedido en 2002, la Unión Europea se rige bajo los mismos niveles (Barros *et al.*, 2003).

Por lo anterior, se puede observar que el contenido de aflatoxinas encontrado en los dulces típicos comercializados en la ciudad de México, se encuentran muy por encima de los niveles de aflatoxinas permitidos en la Unión europea, por lo que el consumo frecuente de estos productos implica un riesgo potencial para la salud humana y un impedimento de índole económico para una posible exportación de estos productos, sobre todo si no se tiene precaución en las condiciones de almacenamiento desde las materias primas con las que se elaboran estos productos, haciéndolas más susceptibles a la aparición de dichas toxinas.

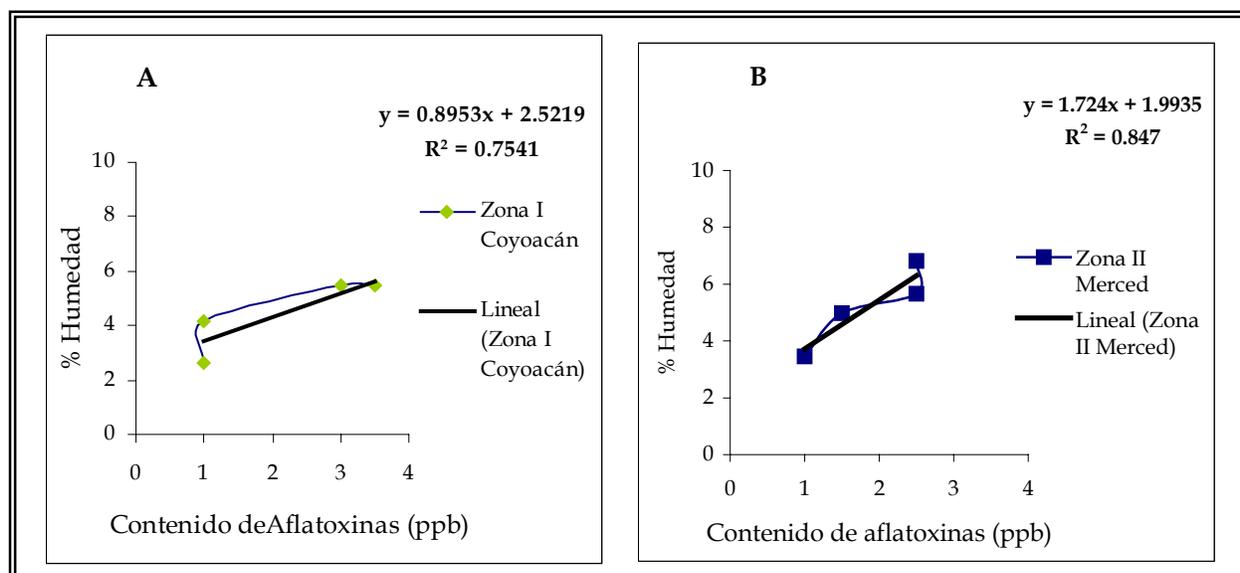


Fig. 29 Correlación del porcentaje de humedad y el contenido de aflatoxinas totales en las materias primas a procedentes de: (A) Mercado de Coyoacán y (B) Mercado de la Merced.

Como se observa en la figura 29, la producción de aflatoxinas estuvo influenciada por el contenido de humedad en las materias primas procedentes de la zona I, ya que presentaron una correlación de 0.75, lo que significa que conforme se presentan materias primas con mayor humedad la presencia de aflatoxinas va aumentando. En el caso de los dulces típicos no se encontró una correlación significativa entre el contenido de humedad y el de aflatoxinas.

En el caso de las materias primas procedentes de la zona II, hubo una correlación mayor con un valor de 0.84 con lo que se define una influencia importante del contenido de humedad, lo que confirma que las condiciones de cosecha, secado y almacenamiento son inadecuadas en las materias primas comercializadas en el mercado de la Merced, por lo que la calidad e inocuidad que brindan los productos en este mercado es mínima.



Mientras el contenido de humedad tiene una marcada influencia en el contenido de aflatoxinas, el porcentaje de grasa no tiene influencia en éste ya que los valores de correlación son muy pequeños, por lo que no se muestran en los gráficos; sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que las materias primas presenten un deterioro de su calidad, pues el exceso de humedad ambiental provoca enmohecimiento y la acción directa de los rayos solares y las temperaturas demasiado elevadas aceleran el enranciamiento de las grasas (Horst, 2001).



5.5 Relación de la presencia de aflatoxinas con el proceso de elaboración de Alegría.

Para determinar la fuente de la presencia de aflatoxinas en los dulces típicos mexicanos, se planteó la visita y muestreo en una zona productora de estos dulces. Sin embargo, la única posibilidad para este estudio fue la zona de Tulyehualco, Xochimilco en la cual, se elaboran dulces a base de amaranto. Por esta razón, se realizó este estudio de campo que permitió conocer el proceso de elaboración y las condiciones reales en que muchas microempresas y/o empresas familiares se dedican a la producción de ellos productos ampliamente consumidos en nuestro país.

5.5.1 Elaboración de Alegría en microempresa y taller en Tulyehualco, Xochimilco.

Como en la mayoría de estos productos, no existen procesos establecidos para su elaboración. La mayoría de los dulces se realizan a partir del conocimiento adquirido de generación en generación por las tradiciones culturales de las comunidades. De esa manera, algunos productos a base de amaranto han empezado a comercializarse y producirse en mayor cantidad y por lo tanto su proceso de elaboración comienza a mejorarse, tal es el caso de la procesadora Olivarera Tulyehualco, S.A. de C.V. Otros procesos siguen realizándose a partir del trabajo familiar por medio de pequeños talleres establecidos en las propias casas de los productores, tal es el caso del taller “Tonanxochihuahutli”.

A continuación se muestra el proceso de elaboración de la Alegría en los dos centros de producción visitados. Se muestran las diferencias y la descripción de cada etapa del proceso. Las imágenes obtenidas en la investigación de campo contribuyeron a conocer las condiciones de higiene y los utensilios utilizados y de esta manera ayudar a establecer la relación entre el proceso de elaboración, la calidad y la presencia de aflatoxinas en este dulce (Tabla 20).



Tabla 20. Proceso de elaboración de Alegría en una microempresa y en un Taller familiar.

ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN EN MICROEMPRESA	ETAPAS DE PROCESO DE ELABORACIÓN EN TALLER FAMILIAR	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		<p>Limpieza de amaranto: En la microempresa, el amaranto fue pasado a través de un separador con malla, mientras que en el taller lo pasaban solo en un trillador con el fin de eliminar las impurezas que traía consigo el amaranto.</p>
		<p>Tostado: En la imagen de la microempresa, se muestra que el amaranto fue colocado en un comal de barro sobre una flama, tostándolo hasta su cambio de color llamado reventado; en el taller se muestra el amaranto ya tostado o reventado.</p>
		<p>Calentamiento: En esta etapa se colocó en un recipiente el piloncillo, agua y cítrico; calentando la mezcla hasta obtener una consistencia espesa; en el taller se realizó de la misma manera, pero en esta caso se agregó jugo de limón.</p>
		<p>Mezclado: En esta operación se mezcló la miel caliente con el amaranto, en la primer imagen esta operación se realizó con ayuda de una pala de madera homogenizando perfectamente bien dicha mezcla; en el taller se realizó con las manos de la persona encargada.</p>



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

		Moldeado: Se observó que en la microempresa, la persona extiende la mezcla anterior sobre una mesa que contenía las medidas para el corte; en el taller se observó que con esta mezcla fueron rellenos moldes de plástico con figuras características.
		Prensado: En la microempresa, esta operación se realizó con ayuda de un rodillo de aluminio y el operador utilizó su fuerza para comprimir la mezcla, en el taller se realizó comprimiendo con las manos los moldes rellenos.
		Cortado: En la microempresa, esta etapa se realizó con ayuda una regla de madera y una cuchilla, mientras que en el taller se desmoldó de los moldes de plástico eliminando el exceso de amaranto en los bordes de las figuras.
		Terminado: En la microempresa se muestra que los trozos de alegría eran separados y seleccionados manualmente; en el taller el terminado se realizó manualmente, decorando con azúcar glass de colores.
		Envasado: Como se observa, en ambos establecimientos, el producto fue envasado con papel celofán, a diferencia del producto del taller que sólo fue sellado con una aspiradora de aire, el de la microempresa presentó un sellado térmico y con las especificaciones del mercado.



A continuación se realiza la descripción de aspectos relevantes relacionados con los lugares en donde se llevó a cabo la investigación de campo:

➤ **Instalaciones.**

En la procesadora Olivarera Tulyehualco S.A. de C.V., se observó que las instalaciones no son las más adecuadas ya que por su ubicación es más susceptible a cualquier tipo de contaminación, ya que esta ubicada en la orilla de la carretera y la distancia entre esta carretera y la entrada del establecimiento es muy pequeña y no cuenta con mamparas o un tipo de protección en la misma. Aunque en las imágenes se observa que las áreas de los equipos estaban marcadas, los pisos se encontraron sucios y resbalosos, al igual que las paredes, como se aprecia en las imágenes utilizan colores y acabados inadecuados, además de que en varias zonas, las paredes se encontraban agrietadas lo que representa mayor susceptibilidad al crecimiento de microorganismos y un mayor riesgo potencial de contaminación de los productos.

Otro aspecto fue el sistema de ventilación, el cual era muy deficiente, ya que hacía bastante calor y sus ventiladores se encontraban apagados todo el tiempo, los techos de sus instalaciones no eran los adecuados ya que estaban contruidos con lámina y eso hacía que se calentará aun más el lugar. Las ventanas y puertas no eran las adecuadas, ya que como se observó en una de las imágenes las ventanas no presentaban ninguna protección y el marco estaba sucio; las puertas no contaban con las medidas higiénicas necesarias, ya que todo el personal tenía contacto con ellas y no se tenía ninguna protección.

En el taller “Tonanxochihuahli”, las instalaciones de igual manera eran inadecuadas, ya que se trata de un local, el cual no contaba con las medidas higiénicas necesarias, sus paredes y techo. Además como se puede observar en las imágenes del proceso, las



paredes no tenían ninguna protección como impermeabilizantes o barniz, por lo contrario se encontraban desgastadas y agrietadas, de la misma forma se encontraba el piso, ya que no tenía el acabado correcto y estaba muy agrietado. Sus ventanas, no eran las correctas ya que estaban sucias y no tenían ninguna protección para evitar la entrada de insectos y polvos. La ventilación del lugar solo era la que provenía de las puertas y la ventana, sin considerar cualquier contaminante que pudiera traer el aire proveniente de la calle; sin embargo, la persona encargada del taller si estaba consciente de sus instalaciones, ya que pretende mejorar su establecimiento, llevando acabo la construcción de su taller, con las exigencias que establecen la legislación mexicana sobre instalaciones procesadoras de alimentos argumentando que no dejaría de ser artesanal pero de esta forma brindar seguridad a sus productos y al consumidor, pero debido a que no cuenta con los recursos económicos hasta la fecha se siguen elaborando en el mismo lugar de la visita.

➤ **Medidas Higiénicas del personal.**

En la procesadora Olivarera Tulyehualco S.A. de C.V., se observó que la persona encargada del corte fue la única que utilizaba cofia y cubre bocas, mientras que el resto sólo usaba cofia muy mal colocada y el resto del personal no usaba ninguna medida de seguridad; aunado a ello, se encontraban laborando con zapatos abiertos, sin guantes. En el taller "Tonanxochihuatli", de igual manera no tiene las medidas higiénicas necesarias ya que como se muestra en la figura de la Tabla 18, la elaboración era manual; la persona responsable que labora en este lugar, no tenía colocado ninguna protección en ella, como: guantes y cubre bocas, como se muestra en dicha secuencia, las únicas personas que contábamos con ello, éramos las que íbamos como visitantes, una fuente muy importante de contaminación fueron los moldes en los que se envasó el



producto, ya que estos no fueron lavados, ni desinfectados, solo se paso sobre la superficie y en su interior una tela húmeda, por consiguiente la proliferación microbiana tiende a aumentar, pues los productos estaban expuestos a una mayor migración de humedad generando el crecimiento de hongos productores de aflatoxinas lo que causaría mayor concentración de éstas en los productos.

➤ **Sistema de limpieza.**

En la microempresa no se utilizaba ningún desinfectante, pero no contestaron a dicha pregunta. Cuando se llevó cabo la visita, se encontraban limpiando una parte de las instalaciones con agua y jabón, solo se observó que no contaban con un código de colores para identificar el uso y el área a la que pertenecían los botes con los que estaban haciendo limpieza. No contaban con un sistema de limpieza específico, ya que los equipos ya limpios, dejaban que se secarán sin retirar el agua que quedaba en cualquier parte del equipo. De igual manera con los utensilios, ya que sólo eran lavados con detergente y no eran secados por ningún método, dejando que secan solos.

En el taller, era evidente que tampoco contaban con un sistema de limpieza y desinfección ya que, los utensilios eran solo limpiados con un trozo de tela húmeda y los recipientes utilizados solo fueron lavados con detergente, sin tener precaución de estos quedarán totalmente desinfectados, tampoco se observó que se desinfectaran los utensilios utilizados, tampoco los armarios en donde estaban los recipientes en donde estaban los ingredientes.



➤ **Equipos y utensilios.**

Como ya se mencionó, los equipos y utensilios en ambas instalaciones fueron sanitizados adecuadamente; sin embargo, las personas que laboraban en la

microempresa consideran que el hecho de incorporar al establecimiento equipos más sofisticados en los que a parte de agilizar el proceso se puedan controlar mayormente las condiciones de higiene en cada etapa, alteraría el proceso dejando de ser artesanal, lo que caracteriza a los dulces típicos mexicanos. Mientras que, en el taller solo se contaba con recipientes de menor capacidad y más rústicos, además de que estos estaban más desgastados a comparación de los equipos de la microempresa.

➤ **Calidad de materias primas y productos.**

Como se puede observar en la limpieza del amaranto no es tan estricta aunque en el establecimiento semi- industrializado se cuenta con un clasificador especial, mientras que en el taller solo se hace a través de un trillado manual, en esta etapa se pudo eliminar la presencia de material extraño, pero en el momento de que el amaranto es manipulado por el personal sin contar con aditamentos adecuados, aumenta en gran medida la posibilidad de una contaminación cruzada hacia el alimento, ya que los microorganismos presentes en el personal como pueden ser de origen fecal. Pero no solo la calidad de las materias primas puede contaminarse con microorganismos procedentes del personal, sino pueden manifestarse a partir de otros factores como son: un mal manejo poscosecha, condiciones inadecuadas de almacenamiento y con ello la proliferación de hongos productores de aflatoxinas, como es el caso del primer establecimiento (microempresa). En la tabla 21, se muestra la cantidad de aflatoxinas detectadas en las operaciones de mayor relevancia en el proceso de elaboración de la alegría.



Tabla 21. Presencia de aflatoxinas detectadas en las operaciones más relevantes del proceso de elaboración de las alegrías de amaranto procedente de la microempresa.

Muestras de visita	Aflatoxinas totales ppb
Punto 1 (tostado)	1 ^a
Punto 2 (mezclado)	1.5 ± 0.70 ^a
Punto 3 (producto)	1.5 ± 0.70 ^a
Punto 4 (almacenamiento)	1.5 ± 0.70 ^a

Los valores representan la media de tres mediciones ± desviación estándar (n= 3)
Letras iguales en la columna indican que no existe diferencia significativa entre los puntos muestreados ($P \geq 0.05$).

De acuerdo a la tabla 21, se observó que en los puntos que hubo mayor presencia de aflatoxinas fue en el punto que corresponde a la incorporación de la miel (punto 2), también en el producto terminado (punto 3) y en el almacenamiento (punto 4) ya que incrementaron un 50% con respecto al primer punto, sin embargo estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre los tres valores, es evidente que la presencia de las aflatoxinas en esta zona productora es menor con respecto a las dos zonas de estudio, sin embargo no está exenta de aflatoxinas.

5.5.2. Propuesta de aseguramiento de la calidad de los dulces típicos mexicanos.

A partir de la problemática que se observó a lo largo del presente trabajo, es de suma importancia establecer formas para mejorar la calidad de los dulces típicos mexicanos, ya que estos productos tienen grandes potenciales económicos.

Los alimentos elaborados de manera artesanal suelen ser productos con grandes problemas durante su elaboración que se ve reflejado en su calidad final, por lo que es de gran importancia aplicar medidas que puedan reducir el riesgo para la salud del consumidor. Por lo general, cuando se habla de sistemas de calidad como el Análisis de



riesgos y control de puntos críticos (HACCP) se piensa que su implementación solo puede llevarse a cabo en empresas tecnificadas, ya sea medianas o grandes empresas. Sin embargo, el objetivo del sistema HACCP es el mejoramiento de la calidad garantizando la inocuidad de los alimentos. El sistema se basa en el reconocimiento de la existencia de peligros (microbiológicos, físicos y químicos) en diferentes puntos en la cadena productiva, pero que pueden tomarse medidas para su control. La anticipación de los peligros y la identificación de los puntos de control son elementos claves en el HACCP, por lo que este podrá ser aplicado a procesos llevados cabo por microempresas, siendo una herramienta importante dado el crecimiento en el mercado de este tipo de productos.

Los principales elementos del sistema HACCP son:

- A. Identificación de los peligros potenciales. (Evaluación del riesgo de ocurrencia).
- B. Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC). (Determinar los pasos que pueden ser controlados para eliminar o minimizar los peligros).
- C. Establecimiento de los criterios (tolerancias, niveles que se deben alcanzar) que deben cumplirse para asegurar que el PCC está bajo control.
- D. Establecimiento de un sistema de vigilancia.
- E. Establecimiento de una acción correctiva cuando el PCC no esté bajo control.
- F. Establecimiento de procedimientos de verificación.
- H. Establecimiento de procedimientos de mantenimiento de la documentación y de los datos.

A continuación se ilustra el uso del enfoque del sistema de HACCP para el caso del dulce de Alegría. Bajo ninguna circunstancia deberá utilizarse para la implementación de un programa de HACCP en una instalación específica, ya que es solamente un ejemplo de cómo puede ser de utilidad en un proceso de elaboración artesanal del dulce de Alegría.



5.5.2.1 Definición del producto.

La alegría es un dulce típico mexicano elaborado a base de semillas de amaranto tostadas unidas por miel de azúcar. Es un postre conocido como “Huautli”, característico por su bajo contenido en grasa.

Tabla 22. Formato HACCP 1: Descripción de producto.

1. NOMBRE DEL PRODUCTO	Dulce Típico: Alegría
2. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL PRODUCTO	<ul style="list-style-type: none"> • Producto a base de amaranto. • Forma rectangular. • Se acompaña en su superficie de ingredientes como: nuez, cacahuete, pasas.
3. ¿CÓMO SE UTILIZARÁ EL PRODUCTO?	Es consumido como dulce típico o postre.
4. SISTEMA DE ENVASADO	Envasado con papel celofán, sellado térmicamente o secadora de aire.
5. DURACIÓN EN EL MERCADO	Durante la fecha de caducidad establecida en el empaque del producto.
6. ¿DÓNDE SE VENDERÁ EL PRODUCTO?	En centros comerciales (Wal Mart, Liverpool, Comercial Mexicana), mercados, tianguis, tiendas naturistas.
7. INSTRUCCIONES PARA EL ETIQUETADO	El producto ya envasado, debe de traer consigo, nombre del producto, los ingredientes para su elaboración, la tabla nutrimental.
8. CONTROL ESPECIAL DE LA DISTRIBUCIÓN	Se utilizará un formato en donde se establezca a cargo de quien va el producto, la cantidad del mismo y a que establecimiento donde va dirigido.



Los materiales entran al establecimiento tal como se reciben, llenando el siguiente formato (Tabla 23), el cual deberá ir firmado y con el nombre de la persona responsable, dicho documento de aceptación de los mismos y estableciendo la fecha de entrega:

- Amaranto
- Cacahuate
- Azúcar
- Papel celofán
- Piloncillo
- Pasas
- Nuez

Tabla 23. Formato HACCP 2: Lista de materias primas y materiales incorporados.

Materia prima principal	Materiales de envase	Ingredientes secos	Otros
• Amaranto	Sacos de tejido plástico	✓	- Ácido cítrico envasado en bolsa de polietileno
• Piloncillo	Sacos de tejido plástico	✓	
• Pasas	Bolsas de Polietileno	✓	
• Nuez	Sacos de tejido plástico	✓	
• Cacahuate	Sacos de tejido plástico	✓	
• Azúcar	Sacos de tejido plástico	✓	
• Papel celofán	Polipropileno	✓	
Fecha:		Aprobado por:	

Para su uso presunto, se deben considerar los siguientes puntos:

- Duración en almacén: El menor tiempo posible.
- Condiciones en las cuales llegan los materiales: con una buena apariencia.
- Condiciones en las que se deben mantener: Se deberá mantener a una temperatura de 20-25 °C.
- Características del Envasado: El envase debe de estar totalmente sellado y etiquetado de forma correcta.



5.5.2.2 Diagrama de bloques del proceso.

El proceso de elaboración del dulce de Alegría, se muestra en la figura 59.

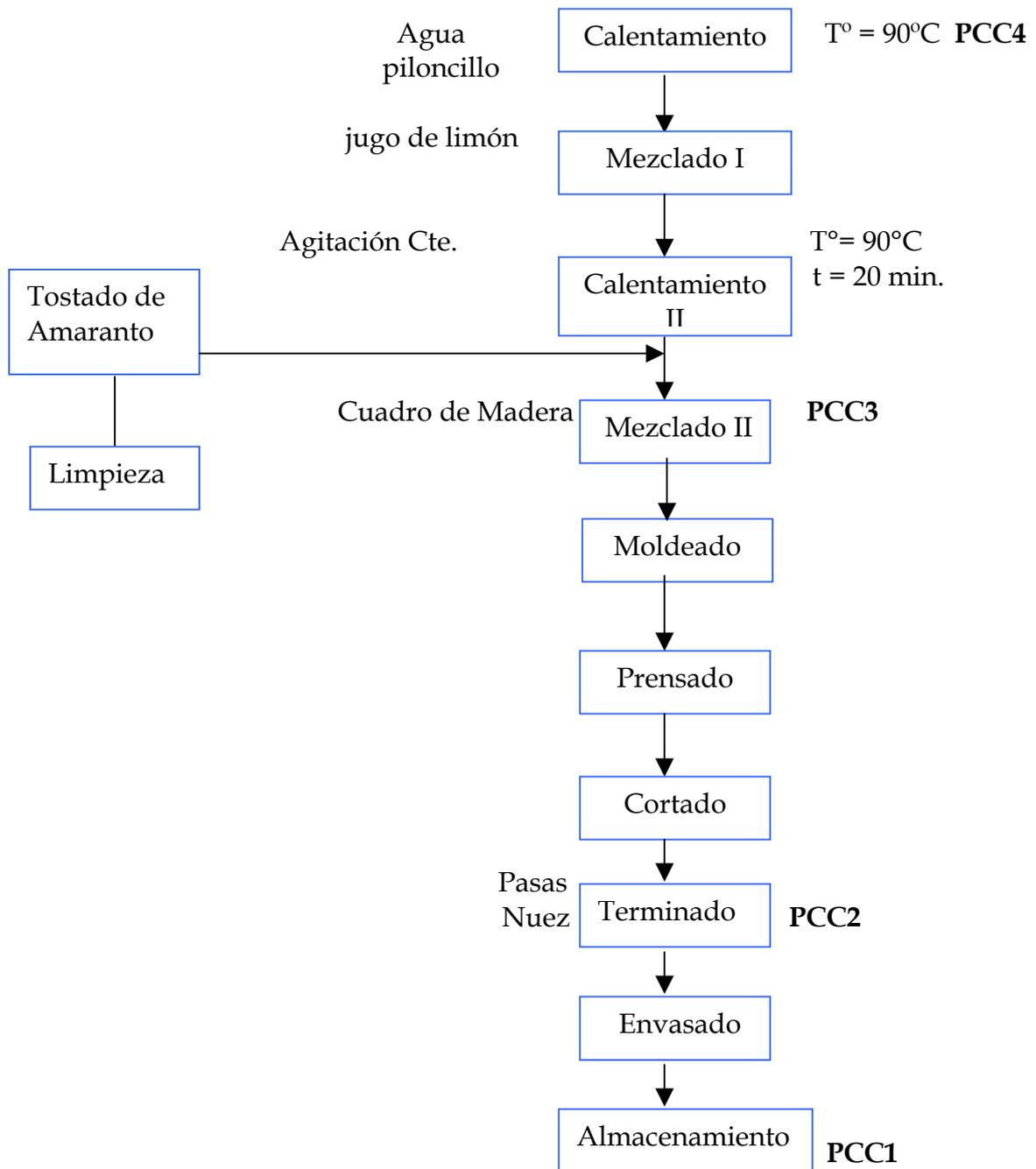


Figura 30. Diagrama de Proceso de Elaboración de Alegría.



5.6 Identificación de riesgos.

El peligro una propiedad biológica, física o química que puede hacer que un alimento no sea seguro para el consumidor.

Los peligros que pueden estar presentes a lo largo de todo el proceso según el sistema HACCP son: peligros físicos, químicos y microbiológicos.

En los peligros microbiológicos se incluyen a patógenos vegetativos como *Salmonella* y *Listeria* y a productores de toxinas como es este el caso hongos productores de aflatoxinas.

Dentro de los peligros químicos pueden estar relacionados con las materias primas, por ejemplo plaguicidas y antibióticos o con la contaminación durante el proceso por los productos de limpieza, mientras que un peligro físico puede afectar a la seguridad del producto, dado como son productos que pueden consumir los niños son susceptibles a atragantarse con objetos o material extraño.

Una vez que se ha verificado el diagrama de proceso, se procederá a realizar el análisis de peligros, ya que es uno de los puntos claves para establecer los puntos críticos de control, identificando todos los peligros posibles que se presenten a lo largo de la elaboración de los productos, para facilitar la comprensión de cada uno de ellos, se registraran estos de forma estructurada, colocándola en una tabla la cual especificará la etapa de proceso en donde esta presente el peligro y una columna más donde se menciona las medidas preventivas identificadas.



Tabla 24. Formato HACCP 3: Identificación de peligros y medidas de control en el proceso de elaboración de Alegría.

Etapa	Peligro	Medidas Preventivas
Calentamiento I	Microbiológico y físico	Monitoreo de materias primas e ingredientes. Exija Certificado de Análisis de aflatoxinas. Análisis microbiológico de materias primas
Mezclado I	Microbiológico y físico	Monitoreo e inspección de ingredientes. Limpieza efectiva en la operación. Análisis microbiológico de materias primas
Calentamiento II	Microbiológico	Fijar las condiciones adecuadas: T ° / tiempo.
Mezclado II	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materias primas. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas. Análisis microbiológico de materias primas
Moldeado	Microbiológico	Inspección de la higiene en el personal y equipo.
Prensado	Microbiológico y físico	Monitoreo y mantenimiento de equipo. Análisis microbiológico de manipuladotes.
Cortado	Físico	Colocar bandas transportadoras imantadas
Terminado	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materias primas. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas.
Envasado	Microbiológico y físico	Monitoreo por muestreo periódico. Certificado sanitario del empaque. Colocar detector de metal
Almacenamiento	Microbiológico	Monitoreo de muestras para análisis de microbiológico y aflatoxinas.

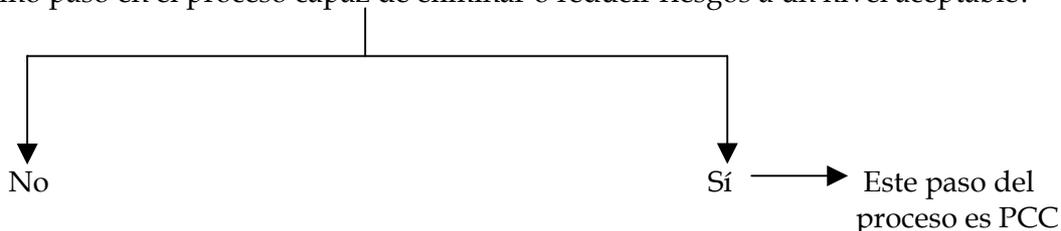
Nota: Los procesos de los dulces típicos del presente trabajo, peligros y medidas preventivas, se encuentran en el Anexo B.



5.7 Determinación de los Puntos críticos de control.

Una vez que se conocieron los procesos de elaboración de los dulces típicos, los peligros posibles y las medidas preventivas para su control, el siguiente paso fue establecer los Puntos Críticos de Control, para ello se hizo uso del Árbol de Decisiones que consiste en una serie lógica de preguntas que se responden por cada peligro y etapa de proceso.

1.- ¿Es el último paso en el proceso capaz de eliminar o reducir riesgos a un nivel aceptable?



2.- ¿Puede el último paso en el proceso ser rediseñado para eliminar o reducir el peligro a un nivel aceptable?



3.- ¿El penúltimo paso del proceso eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?

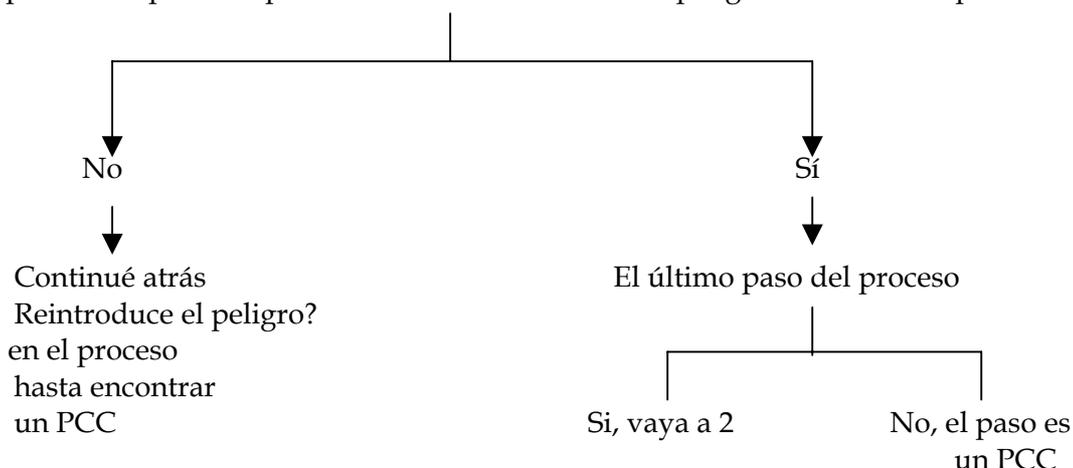


Figura 31. Árbol de decisión HACCP para determinar puntos críticos de control.



Tabla 25. Formato HACCP 4: Determinación de los PCC.

Fases del Proceso	Tipo de Peligro	Peligro Potencial (1)	Prob. (2)	Sev. (2)	Riesgo (3)	Medida Preventiva (4)	PPC Sí o No	P1 (5)	P2 (5)	P3 (5)	Razón para la decisión
Almacenamiento	Físico	Materia extraña	M	M	MM	Implementar MIP	Sí	Sí	Sí	Sí	Para asegurar la salud del cons.
	Químico										
	Biológico	Aflatoxinas	M	A	MA	Monitoreo de muestras y análisis de Aflatoxinas	Sí	Sí	Sí	Sí	Para asegurar el producto.
Envasado	Físico	Materia extraña	M	B	MB	Monitoreo por muestreo periódico	No	No	No	No	Controlar con BPM
	Químico										
	Biológico	Contam. del empaque	B	A	BA	Compras: certificado sanitario de empaque	No	No	No	No	Controlar con BPM
Terminado	Físico	Materia extraña	A	B	AB	Monitoreo por muestreo periódico	No	No	No	No	Controlar con BPM
	Químico	Fungicidas	M	A	MA	Análisis de productos químicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro
	Biológico	Aflatoxinas	A	A	AA	Certificado de Aflatoxinas	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro
Cortado	Físico	Partículas metálicas	M	A	MA	Bandas Transportad. imantadas	No	No	No	No	Detector Metal.
	Químico										
	Biológico										
Prensado	Físico	Partículas metálicas	M	B	MB	Monitoreo y mantenimiento de equipos	No	No	No	No	Porque se controla con BPM
	Químico										
	Biológico	Contam. cruzada	M	M	MM	Limpieza y desinfección eficaz	No	No	No	No	Controlar con BPM



Continuación de la tabla 25. Formato HACCP 4: Determinación de los PCC.

Moldeado	Físico										
	Químico										
	Biológico	Contam. de equipo	M	B	MB	Monitoreo e inspec. higiénica.	No	No	No	No	Porque se puede controlar
Mezclado II	Físico	Materia extraña	A	B	AB	Monitoreo por muestreo periódico	No	No	No	No	Controlar con BPM
	Químico	Fungicidas	M	A	MA	Análisis de productos químicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro
	Biológico	Aflatoxinas	A	A	AA	Certificado de Aflatoxinas.	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro
Calentamiento II	Físico										
	Químico										
	Biológico	Contam. de m.o.	M	M	MM	Fijar Cond. adecuadas	No	No	No	No	Porque se puede controlar
Mezclado I	Físico	Materia Extraña	M	B	MB	Monitoreo/inspección de materia prima.	No	No	No	No	Controlar con BPM
	Químico										
	Biológico	Contam. de m.o.	M	A	MA	Limpieza y sanitización efectiva	No	No	No	No	Porque se puede controlar
Calentamiento I	Físico	Materia extraña	A	B	AB	Monitoreo por muestreo periódico	No	No	No	No	Controlar con BPM
	Químico	Fungicidas	M	A	MA	Análisis de productos químicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro
	Biológico	Aflatoxinas	A	A	AA	Certificado de Aflatoxinas.	Sí	Sí	Sí	Sí	Porque el producto debe ser seguro



• **Apartado del formato de determinación de PCC:**

- 1) Peligro potencial a ser considerado.
- 2) Probabilidad (Alta, Media, Baja) para que esté presente el peligro y Severidad (Alta, Media, Baja) que ocurra el peligro.
- 3) Riesgo: BB: no se requiere control, BM o MB = medidas de control periódicos (generalmente realizadas una vez); BA, MM o AB = Medidas de control generales, tales como BPM
MA, AM, o AA = Medidas de control específicas, generalmente las descritas en le Plan HACCP.
- 4) Medidas preventivas que pueden ser utilizadas para controlar el peligro potencial
- 5) Basado en el árbol de decisiones de HACCP. Colocar Si o No según las respuestas para llegar a decidir si es un PCC.

En el formato anterior (Tabla 25), fueron colocadas las repuestas a cada pregunta, contestando sí o no, por cada la etapa del proceso; dichas respuestas condujeron a concluir si se trata o no de un PCC, así como el resto del apartado del formato, utilizando las indicaciones que se presentan en él.

5.8 Establecimiento de límites críticos.

Una vez, que fueron establecidos los Puntos Críticos de Control, se procedió a establecer cuales eran los límites de control para cada Punto Crítico de cada proceso, a través del siguiente formato:

Tabla 26. DETERMINACIÓN DE LIMITES CRÍTICOS PARA PCC.

ETAPA DE PROCESO	PELIGRO	PCC	LIMITES CRITICOS
Almacenamiento	Físico: Materia Extraña Residuos metálicos Biológico: Aflatoxinas	1	Exento Aflatoxinas: 20 ppb
Terminado	Físico: Materia extraña Químico: Fungicidas Biológico: Aflatoxinas	2	Exento de materia extraña Fungicidas: 5-95 mg/ Kg Aflatoxinas: 20 ppb
Mezclado II	Físico: Materia extraña Químico: Fungicidas Biológico: Aflatoxinas	3	Exento de materia extraña Fungicidas: 5-95 mg/ Kg Aflatoxinas: 20 ppb
Calentamiento I	Físico: Materia extraña Biológico: Aflatoxinas	4	Exento de materia extraña Aflatoxinas: 20 ppb



Tabla 27. FORMATO HACCP 5. PLAN HACCP

NOMBRE DEL PRODUCTO						
Fase del proceso	N. de proceso	Descripción del peligro	Límite Crítico	Procedimiento de vigilancia	Procedimiento para corregir la desviación	Registro HACCP
Almacenamiento	1	Físico: Materia extraña Biológico: Aflatoxinas	F: Exento B:20 ppb	Monitoreo por lote, toda la producción.	Implementar MIP y Control de condiciones de almacenamiento.	Registro: monitoreo de control de plagas y certificado de análisis aflatoxinas.
Terminado	1	Físico: Materia extraña Químico: Fungicidas Biológico: Aflatoxinas	F: Exento Q: 5-95 mg/ Kg. B: 20 ppb	Muestreo cada 30 min por turno.	Implementar MIP y controlar con BPM.	Registro: calibración de equipos, control de plagas y certificado de análisis aflatoxinas.
Mezclado II	1	Físico: Materia extraña Químico: Fungicidas Biológico: Aflatoxinas	F: Exento Q: 5-95 mg/ Kg. B: 20 ppb	Muestreo cada 30 min por turno.	Implementar MIP y controlar con BPM.	Registro: calibración de equipos, control de plagas y certificado de análisis aflatoxinas.
Calentamiento I	1	Físico: Materia extraña Biológico: Aflatoxinas	F: Exento B: 20 ppb	Muestreo cada 30 min por turno.	Controlar con BPM.	Registro: calibración de equipos y certificado de análisis aflatoxinas.
Fecha:		Elaborado por:				
Revisado por:		Autorizado por:				



5.9 Propuesta Tecnológica para mejorar la calidad de dulces típicos mexicanos.

Según la secuencia metodológica a seguir en el presente trabajo; los parámetros químicos y físicos, la presencia y proliferación de hongos tóxicos: como aflatoxinas, tanto las materias primas como los dulces típicos estudiados, fueron evaluadas debido a que son factores determinantes para saber que tan susceptibles eran estas a la pérdida de su la calidad, mostrando un peligro a la salud del consumidor. Para lograr la calidad de estos se debe realizar la conjugación de diversos factores como: materias primas que cubran satisfactoriamente las especificaciones, equipos de alta tecnología, personal capacitado, plantas diseñadas para lograr condiciones de operación, higiene y seguridad, así como una alta productividad. Es de gran importancia el control de las medidas sanitarias en que se encuentren tanto las zonas de producción como los procesos involucrados, hasta el momento se han establecidos los puntos críticos de control para los proceso de elaboración de estos dulces típicos y con ello se ha logrado identificar cuales son los peligros físicos, químicos y microbiológicos a los que están expuestos los consumidores; pero es también necesario considerar el diseño de la planta donde se manipulan estos alimentos, para ello se hace mención de cuales son los puntos que se deben considerar para conseguir este objetivo.

Antes que nada se debe considerar las condiciones de la edificación en donde se están elaborando los dulces, es decir, los suelos, paredes, techos, ventanas, puertas, estructuras aéreas, ventilación del establecimiento, iluminación e instalaciones sanitarias, patios de la planta, drenaje; además de la higiene de su personal y por supuesto establecer las condiciones adecuadas para el producto.

Para combatir estos problemas y conservar la calidad de los productos se propone, efectuar las siguientes medidas dentro y fuera de la planta procesadora de estos productos, considerando los puntos que se mencionan en cada uno de ellos:



Algunas de las siguientes recomendaciones se encuentran establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999 para cualquier empresa procesadora de alimentos, por lo que se sugiere que cualquier productor de dulces típicos cuente con los requerimientos mínimos que se mencionan a continuación en cuanto a edificaciones; sin embargo también se propone que se le proporcione capacitación al personal a cerca de las condiciones de higiene que éstos deben implementar dentro y fuera de las instalaciones y finalmente se proponen aspectos del envase que conduzcan a la mejora y preservación de la inocuidad que los dulces típicos proporcionen al consumidor considerando ciertos puntos del centro de comercialización de éstos cuyo fin sea evitar la pérdida de inocuidad que el proceso de elaboración atribuya a los dulces típicos.

➤ **Instalaciones y Edificaciones.**

- **Pisos:** Se deben construir de materiales impermeables, no absorbentes y que los roedores no destruyan con facilidad, además no deben desarrollar microorganismos al contacto con la humedad.

Deben de ser de fácil limpieza como pisos deslizantes, en algunas zonas pueden ser precisas superficies antideslizantes como medida de seguridad para los operarios, aunque deben de ser de una limpieza eficaz. Los ángulos deben ser adecuados entre suelos y paredes, con el fin de evitar la acumulación de suciedad y humedad. Si es precisa la limpieza húmeda frecuente, los suelos se construirán con una pendiente hacia drenajes y canales con una inclinación de 1:480, de forma que el exceso de agua pueda ser eliminado con facilidad.

- **Paredes:** Las paredes en el área de producción se cubrirán con materiales impermeabilizantes y lavables; por ejemplo, azulejos, láminas de plástico o acero



inoxidable) o se construirán con material recubierto por un barniz impermeabilizante hasta la altura de las posibles salpicaduras. La superficie será lisa, sin grietas y fácil de limpiar. Las uniones entre las paredes adyacentes y entre paredes y techos serán selladas. Las normas imponen que las paredes serán de color claro, lo que permitirá visualizar la suciedad.

- **Techos:** Los techos son poco probables que establezcan contacto con los alimentos y se limpian pocas veces. Por consiguiente, se propone ser diseñados, construidos y acabados para prevenir la acumulación de polvo y de suciedad. Una circulación adecuada del aire tiene una prioridad total para evitar la formación de mohos sobre los techos.

El goteo de la humedad condensada sobre los techos es una causa potencial de los productos que permanecen debajo. Los techos deben construirse de materiales absorbentes como hormigón o yeso, también pueden cubrirse con lámina de fibra o de madera. Estos materiales tienden a acumulan humedad por ello, se tienen que limpiar con frecuencia o bien, pueden reducirse mediante la ventilación y aire acondicionado. La aplicación de pinturas funguicidas suplementará estas medidas.

- **Ventanas:** Las ventanas acumulan polvo, con dificultad para limpiar, y si no son selladas, permiten la entrada de polvo y de vectores de la contaminación microbiana. Por siguiente, la zona donde se manipula los alimentos es preferible diseñarlas sin ventanas. Las aberturas de telas metálicas renovables para evitar la entrada de insectos, aves y otros animales nocivos. Las ventanas y las telas metálicas deben de estar en buen estado de conservación y bien limpias. Los antepechos de las ventanas serán inclinados para así evitar su empleo como estantes y reducir la acumulación de polvo.



- **Puertas:** Las puertas se recomiendan, ser instaladas perfectamente bien ajustadas para evitar la entrada de roedores, insectos y polvo; las superficies deben de ser lisas y no absorbentes. Las puertas de entrada a zonas de producción pueden suponer vías de entrada de contaminación cruzada cuando son tocadas con las manos desnudas de operarios que han estado manipulando alimentos. Para reducir al mínimo este riesgo las puertas dispondrán de mecanismos automáticos para su apertura y cierre. Las puertas que den paso frecuentemente a vehículos de transporte o que puedan tener contacto con los alimentos serán protegidas por láminas de metal para evitar su alteración física. Se recomiendan que se abran al exterior y que se tengan puertas exclusivas de entradas de materias primas y de salidas del producto para evitar la contaminación.
- **Estructuras aéreas:** Todos los dispositivos y estructuras que van al aire (por ejemplo fijaciones de iluminación, tuberías para gas, aire comprimido y energía, raíles de suspensión, poleas, evaporadores) pueden contribuir a la contaminación de los alimentos y de las materias primas, particularmente por condensación o goteo. Las cubiertas serán de superficies lisas y se desmontarán con facilidad para permitir la limpieza de las instalaciones. Los raíles de suspensión aparecen con frecuencia intensamente engrasados para reducir la fricción. La grasa se ensucia normalmente con polvo y fragmentos metálicos y puede contaminar los alimentos transportados debajo de los mismos.
- **Ventilación:** Para una buena ventilación debe de haber aberturas provistas de una pantalla, o de otra protección de material anticorrosivo que pueda retirarse con facilidad para su limpieza, además debe ser una ventilación que proporcione el oxígeno suficiente, evitar el calor excesivo, la condensación de vapores. La dirección de la corriente de aire no deberá de ir nunca de una zona sucia a una limpia.



Para establecer un sistema de ventilación se deben considerar los siguientes factores:

- ❖ Número de personas que ocupan el área.
- ❖ Tipos de productos que se elaboran.
- ❖ Condiciones interiores del ambiente físico del local (temperatura del aire, humedad, temperatura radiante).
- ❖ Condiciones climáticas exteriores.
- ❖ Tipo de actividad realizada en las áreas que requieren ventilación.
- ❖ Grado de contaminación de las mismas.

• **Iluminación:** El propósito de la iluminación es proporcionar una visibilidad eficiente y cómoda en el trabajo, además ayuda a mantener un ambiente seguro. El establecimiento debe disponer de iluminación adecuada en cantidad y calidad de acuerdo con las operaciones que se realicen.

Para determinar un mejor iluminado es necesario considerar lo siguiente:

La tarea visual o tipo de trabajo que se va a desarrollar. La cantidad, la calidad y el tipo de iluminación de acuerdo con la tarea visual y los requerimientos de seguridad y comodidad. El equipo del alumbrado o luminarias que proporcionen la luz requerida.

Con una buena iluminación se pueden tener algunas ventajas; tales como: aumentar la producción, mejorarla calidad de los productos, disminuir el número de errores y deterioro de los productos, facilita la limpieza y el mantenimiento; a demás de que el trabajador conserva su capacidad ocular, disminuye accidentes, evita su fatiga ocular y contribuye a su bienestar. La luz para los interiores de ser de 500 lux para el área de proceso y 220 lux para el resto de las áreas. Debe de haber luz en áreas externas a la planta a 10 m de distancia que alumbren hacia el edificio.



• **Drenaje:** En las áreas de producción, se recomienda instalar una coladera por cada 37 cm² de superficie. Los puntos más altos deben estar a no más de 300 mm de un drenaje maestro colector, a la pendiente máxima del drenaje con respecto a la superficie del piso debe ser superior al 5%. En las instalaciones que así lo requieran se deberán instalar trampas de grasa. Las tuberías de desagüe de los inodoros no deberán descargar directamente al sistema de drenaje.

Se debe de tener precaución que las tuberías hierro o acero galvanizado sean de un diámetro interior de aproximadamente 100 mm. La distribución debe ser la adecuada, es decir, evitar cualquier accidente de los operarios.

Debe ser provisto de trampas contra olores y rejillas para evitar la entrada de plagas provenientes del drenaje. Su inclinación será de tal manera que permita un flujo rápido y suficiente del agua desechada, además de que se deben de construir separados 3 metros como mínimo de las instalaciones de abastecimiento de agua potable, para evitar su contaminación.

• **Rampas y escaleras:** Las rampas deben tener 10% de inclinación y se deben construir de material antiderrapante; mientras que las escaleras deben permitir el libre tránsito de y se construyen de acuerdo a las instalaciones. Se debe evitar tocar barandales antes de entrar al área de proceso.

• **Equipos y utensilios:** Los utensilios deben de ser almacenados adecuadamente, que se laven y saniticen con facilidad, deben de ser de fácil mantenimiento y manejo para el personal de limpieza y de mantenimiento responsables.



Tanto los equipos como los utensilios deben ser de acero inoxidable para evitar su deterioro y facilitar su limpieza, para ello se recomienda el uso de detergentes y otras sustancias desinfectantes y utilizando los métodos de desinfección más eficaces para la limpieza de los mismos. Esta limpieza debe ser mínima cada jornada de trabajo.

El uso de desinfectantes debe ser en las concentraciones más adecuadas con el fin de no desgastar el equipo y sobre todo no poner en riesgo la salud del consumidor.

- **Instalaciones para aseo personal:** En todos los lugares de trabajo deben existir instalaciones adecuadas y convenientes para el aseo personal, con suministro de agua potable fría y caliente, toallas limpias individuales y desechables, de fácil acceso para los operarios, limpias y en adecuadas condiciones de funcionamiento.

- **Lavamanos**

Se utiliza por lo general, el de tipo cubeta o pila colocada sobre soportes. Los lavamanos de cubeta van adosados a los muros o más frecuentemente en espiga y perpendicularmente a las ventanas, a fin de que tengan una iluminación adecuada.

El lavamanos colectivo circular presenta ventajas de su escaso consumo de agua (0.02-0.03 cm³/min) y el espacio reducido que ocupa. El número de lavamanos que han de instalarse en los lugares de trabajo dependerá del número de trabajadores y de la actividad que se realice.

- **Duchas y Regaderas**

Los lugares de trabajo deben contar con duchas de agua potable fría y caliente en este caso que los procesos son polvorientos, sucios, manipulación de sustancias infecciosas, grasosas, impliquen a calor excesivo, grandes esfuerzos físicos por ejemplo como el caso de este tipo de industrias en los que se realizan en las operaciones un esfuerzo mecánico.



- **Requisitos para los cuartos de ducha:** Estar libres de taponamientos en el sifón y en la tubería y contar con suministro de agua potable suficiente. Que no haya en ellos accesorios de madera, para evitar a la proliferación de hongos y el pie de atleta. La ducha estará instalada en compartimientos individuales, con puertas dobladas de cierre interior. Situada preferentemente en los cuartos de vestir o recintos higiénicos.

Las paredes y los techos del cuarto de ducha serán lisos e impermeables, de materiales que faciliten el lavado con líquidos desinfectantes. El piso construido de material no resbaladizo, no absorbente, de fácil limpieza y con una pendiente mínima de 3% hacia el desagüe, y un ribete que impida el escurrimiento de agua a otros sitios.

- **Inodoros:** Provistos de retretes, papel higiénico, lavamanos, jabón, secador de manos o toallas desechables y recipientes para basura.

Se recomienda que el empleo de grifos que no requieran acción manual. Existencia de rótulos que indiquen que el personal debe lavarse las manos, deberán conservarse limpios, secos y desinfectantes y se recomiendan el uso de puertas con cierre hermético.

➤ **Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura**

Una propuesta más que se hace, es llevar acabo las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), ya que estas tiene como objetivo, establecer criterios generales de prácticas de higiene y procedimientos para la manufactura de alimentos inocuos, saludables y sanos destinados al consumo humano que hayan sido sometidos a algún proceso industrial. A continuación se mencionan cada una de ellas:



○ **Capacitación para el personal:** Enfocándose principalmente al manejo de la **higiene personal** de todas y cada una de las personas que laboren dentro y fuera de las instalaciones de la empresa elaboradora de dulces típicos.

El personal debe conocer y entender los siguientes puntos:

- ✓ Usar ropa limpia
- ✓ Lavado y desinfección adecuadas de las manos
- ✓ Mantener las uñas cortas, limpias y libres de esmalte de uñas.
- ✓ Emplear adecuadamente, redes de pelo, cofias, gorras, cubiertas de barba y cubre bocas.
- ✓ No comer o fumar en áreas de trabajo.
- ✓ Restringir a personas enfermedades o con heridas sin cicatrizar.
- ✓ Abstenerse del uso de joyería, clips, lápices o bolígrafos sueltos en el uniforme.
- ✓ Evitar contaminación con cosméticos.
- ✓ Los empleados deben presentarse aseados a trabajar.

Otras medidas que tiene que tomar el personal son: Se debe usar sombrero, red y cofia antes de entrar al área de producción, de igual manera se debe usar cubre barba o bigote según sea el caso.

La ropa debe ser especialmente diseñada para la actividad, debe estar floja, cómoda, no tener bolsos y sin ningún aditamento que cuelgue de ellas.

Se recomienda cambiarla diariamente. Se deben remover batas, cofias, cubre barbas, esto con el fin de evitar la contaminación cruzada. Se recomienda que el personal se bañe diariamente y de preferencia antes de iniciar labores.



Lavado de manos: Las manos suelen contaminarse por contacto con materias primas que son portadoras de gérmenes patógenos o alterantes, por ello se recomienda lavarse las manos profundamente y sanitizarlas cuando sea necesario, en una instalación adecuada, antes de empezar a trabajar, después de cada ausencia de la zona de trabajo y en cualquier otro momento en que las manos se hayan ensuciado o contaminado.

Es necesario lavarse las manos; antes y después de manipular alimentos, luego del uso de los servicios higiénicos, después de tocar objetos contaminados: dinero, basura, pañuelos, restos de alimentos, entre otros. Después de tocarse el cabello, nariz u otras partes del cuerpo, después de fumar y antes de ponerse guantes para manipular alimentos.

Se propone realizar pruebas microbiológicas al personal que labora principalmente en el área de producción o a todo aquél que tenga contacto directo con las materias primas y/o producto terminado, realizando las pruebas de forma aleatoria obteniendo muestras tras la frotación de manos. Todo el personal que resulte positivo a dichas pruebas serán sancionado para tener un control más estricto en este sentido.

Política de cabello y barba: Todo el personal deberá traer en buen estado y bien colocada la malla cubrepelo. Deberá cubrir las orejas, la patilla no deberá extenderse más abajo del lóbulo de la misma.

Chicles, dulces y tabaco: Deberá prohibirse masticar chicles, dulces en el interior de la planta, el tabaco sólo estará permitido en áreas de fumar. Al personal que requiera tomar medicamento deberá hacerlo sólo en enfermería y no en las líneas de producción.



Alimentos y bebidas: Quedará estrictamente prohibido introducir alimentos y bebidas en el área de producción. Todo alimento y bebida deberá ser consumido únicamente en el comedor de la planta. También quedará prohibido introducir vasos de vidrio ni de cualquier otro material. No estará permitido el uso de floreros o imágenes de cerámica.

Uniforme: Todos los empleados deberán portar el uniforme de la empresa, limpio y completo (incluyendo zapatos de seguridad) , si la empresa clasifica al personal con uniformes de colores según la actividad que realicen, quedará prohibido usar otro color en la ropa, mientras este laborando.

o **Aire:** Todo lugar de trabajo necesita ventilarse por medios naturales o mecánicos, para cumplir con dos grandes requerimientos ambientales: el primero a fin de proporcionar el oxígeno suficiente para el mantenimiento de la vida, mediante el suministro de aire fresco del exterior en cantidad suficiente y, el segundo para abatir la contaminación ambiental del lugar causado por la presencia de dióxido de carbono, olores corporales, exceso de calor y humos o vapores producidos por los procesos industriales que se realizan. Las entradas de aire estarán provistas de filtros para evitar la entrada de insectos, polvos y otros contaminantes.

o **Agua:** El agua es uno de los servicios indispensables, dentro del funcionamiento de una planta procesadora de este tipo de productos (dulces). Dentro de la industria se clasifica el agua por el uso al que será destinado:

- ❖ Agua contra incendios.
- ❖ Agua de sanitarios y regaderas.
- ❖ Agua de servicio.
- ❖ Agua de enfriamiento.



- ❖ Agua para generar vapor.
- ❖ Agua de proceso (elaboración de los productos).
- ❖ Agua para limpieza de áreas y equipos.

En general el agua debe ser de calidad potable, aunque para algunos casos se requerirá la cloración con dosis de cloro más elevadas que la usual en el agua potable.

Debido a la importancia del uso de agua para la limpieza de las instalaciones, es conveniente asegurarse que esta misma sea suficiente para arrastrar todo el contenido de las alcantarillas y que éstas quedan absolutamente limpias. Antes de ser utilizada se le deben realizar pruebas físicas, fisicoquímicas y microbiológicas.

○ **Control de plagas:** En general, se acepta que el control de plagas consiste en mantener la densidad de su población debajo del nivel en el cual comienza a causar perjuicio económico. Para erradicar este tipo de problemas, se ha establecido el Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual tiene como principal objetivo el utilizar todos los recursos necesarios por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de estas plagas, en este se utilizan diversos métodos de control como son: los físicos, químicos, culturales y hormonales.

Las principales plagas que afectan a la industria alimentaria y de servicio de alimentos son:

Insectos: hormigas, moscas, abejas, cucarachas, gorgojo y mariposas.

Aves: palomas, pichones y gorriones.

Roedores: ratas y ratones.

Los insectos, roedores y pájaros constituyen un peligro sanitario pues actúan como vectores de microorganismos patógenos, como la *Salmonella*.



○ **Mantenimiento:** Se deben de tener los equipos calibrados a través del establecimiento de un programa de mantenimiento y calibración, se deben tener precaución y cuidado en la lubricación de los equipos, la ubicación de los equipos debe de ser de tal manera que se facilite su limpieza (separados de paredes, techos y pisos) , la limpieza debe de ser lo más cuidadosa posible, evitando derrames.

Los equipos deberán de estar en buenas condiciones de funcionamiento; para ello se realizan periódicamente revisión, limpieza y desinfección de equipos que sean recién reparados.

○ **Rastreabilidad del producto:** La rastreabilidad del producto se llevará cabo desde la compra de la materia prima, pidiendo a los proveedores que identifiquen sus materiales con el número de lotes con el objeto, de tener un registro de las materias primas con las que se elaboren los productos, para poder rastrear el producto en el mercado, este será identificado en él con el número de lote, la hora en que fue elabora y la fecha de caducidad, todos ellos impresos en el empaque del producto.

○ **Compras:** Estas tienen un papel importante, ya que se tiene que procurar el aseguramiento de calidad, para ello, se deben de seguir los siguientes puntos:

Seleccionar los proveedores más adecuados, los cuales tienen que considerar la calidad desde la materia prima hasta el producto final.

También deberán de asegurarse los pedidos de compras, definiendo con claridad los requerimientos de calidad estipulados según el diseño de producto.

Se deben establecer relaciones a largo plazo con el proveedor, proporcionándoles capacitación de mejora continua de la calidad de sus productos, e informales de cualquier problema que se halla encontrando con relación a ellos.



○ **Sanitización:** Implementar la técnica de limpieza que generalmente se implementa en la Industria de alimentos mediante el uso de agua y soluciones limpiadoras, de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Preenjuague con agua tibia a 45° C.
2. Aplicación de un detergente limpiador a temperatura adecuada, para su efecto óptimo.
3. Enjuague con agua caliente.
4. Higienización con la utilización de ayudas en el proceso de limpieza tales como cepillos mecánicos, aspiradoras, raspadoras, pistolas de vapor, etc.

○ **Transporte:** Determinar los objetivos y limitaciones del transporte tanto para la materia prima como para el producto, se debe asegurar la limpieza y buen funcionamiento de la unidad de transporte además durante la carga, evitar poner en marcha el transporte con las puertas abiertas, cargar lo más rápido posible evitando la contaminación y daño al producto de igual manera durante el recorrido controlar la velocidad de transporte a fin de evitar movimientos bruscos que afecten la estructura del producto.

○ **Retiro de Producto:** El retiro del producto estará a cargo del personal de aseguramiento y el personal de almacén, para ello deberán de realizar pruebas que aseguren que las materias primas o productos, cumplan con los parámetros de calidad de la empresa, reportando al personal encargado del almacén los resultados obtenidos de dichas pruebas; una vez autorizado se reportará al encargado del área de producción para proceder a su utilización en caso de las materias primas y salir a la venta o almacén en caso de producto.



Cuando un producto sea rechazado, éste será identificado con color rojo para evitar su uso, el encargado de almacén se encargará de regresar el material no conforme a los proveedores.

○ **Etiquetado:** En el almacén, se debe considerar el etiquetado de los ingredientes que contienen las materias primas y demás ingredientes así como la fecha en que ingresaron al almacén. Cualquier producto alimenticio rechazado debe estar marcado, separándolo del resto de los alimentos. Todos los recipientes, frascos o bolsas deben estar etiquetados o rotulados y bien cerrados; en el caso de insecticidas, se debe informar acerca de su toxicidad y empleo.

Para el producto terminado, el etiquetado se debe de realizar en una superficie de exhibición, ésta debe contemplar la identificación del lote al que pertenece, la fecha de caducidad del mismo. Es importante que el etiquetado se lleve a cabo utilizando el idioma oficial del lugar de comercialización, letra legible y tinta indeleble.

➤ **Características que el empaque de los dulces típicos debe cumplir:**

El empaque que se utiliza para envasar los dulces típicos es comúnmente papel celofán; sin embargo éste no representa una barrera protectora importante, ya que con facilidad se puede romper haciendo el producto más susceptible a la contaminación y absorción de humedad, lo que conlleva pérdida de calidad del producto, incluso se comercializan algunos dulces típicos sin envoltura como es el caso del dulce de coco y la cocada comercializados en ambas zonas de estudio, por ello se propone que los dulces típicos sean envasados inmediatamente después de su elaboración, en condiciones de higiene adecuadas manejando empaques con cierre hermético realizando pruebas de forma aleatoria a estos empaques para verificar su eficiencia como empaque.



El empaque utilizado debe representar seguridad para el consumidor ya que su material de fabricación no debe ser tóxico y deberá ser resistente a la manipulación y transporte.

Es imprescindible que todo dulce típico que se comercialice en la ciudad de México cuente con un envase que lo proteja íntegramente así como contar con una etiqueta con los puntos ya indicados, evitando que éstos sean comercializados únicamente con un papel en la base de éstos, lo que indica que los productos salieron de su lugar de fabricación sin empaque alguno.

➤ **Características del producto y condiciones de almacenamiento.**

Se recomienda que los productores establezcan la vida de anaquel de los dulces típicos, es decir, se determine el tiempo de almacenamiento en que los productos conserven su calidad nutricional desde su envasado hasta que sean consumidos, por lo que es de gran importancia que se establezcan condiciones de almacenamiento óptimas que no permitan el deterioro de los productos.

Las condiciones de almacenamiento óptimas para los dulces típicos son que se conserven en lugares frescos, cuya humedad no sea excesiva puesto que se trata de evitar una migración de humedad hacia los productos; el lugar de almacenamiento debe mantenerse en condiciones higiénicas como las ya mencionadas, debe estar exento de plagas ya que los dulces típicos son mayormente susceptibles al ataque por plagas.

Es muy importante regular las entradas y salidas de los productos en el lugar de almacenamiento, con el fin de retirar todo aquél producto que sobrepase el tiempo establecido como vida de anaquel y que ya no pueda ofrecer al consumidor la misma calidad.



Por ello, es recomendable que los productores de dulces típicos pongan mayor énfasis en el etiquetado ya que en éste se establecerá la vida de anaquel como fecha de caducidad y condiciones de almacenamiento manejándose la leyenda "consérvese en estado fresco ". De igual manera se sugiere que el producto se encuentre envasado en empaques con diseños atractivos para facilitar e incrementar su venta a fin de eliminar largos períodos de almacenamiento que provoque pérdidas de calidad en los productos.

➤ **Lugar de comercialización.**

Éste es un aspecto de gran importancia, puesto que es aquí en donde las condiciones en las que se expenden los dulces típicos genera su degradación y contaminación, puesto que generalmente los productos se exponen al aire libre sin taparlos por lo que son invadidos por moscas, abejas y otros insectos; si se encuentran comercializados en grandes mercados como los de este estudio, los dulces típicos están expuestos al contacto con roedores, ya que se manejan grandes volúmenes de producción y al no ser vendidos completamente, se almacenan en bodegas que no cuentan con los requerimientos necesarios; así la exposición durante períodos largos en los puestos de venta al por menor puede provocar un grave deterioro de la calidad de los productos por causa de una defectuosa organización comercial promoviendo el crecimiento microbiano.

Es recomendable entonces que en estos centros de comercialización se realicen acciones como fumigaciones periódicas en los locales de almacenamiento bajo estrictas condiciones de control ya que por ser agentes químicos suelen dejar residuos que aunque habitualmente no son detectados por el consumidor, pueden poner en riesgo la salud del consumidor; rechazar bajo cualquier circunstancia el expendio de dulces típicos al aire libre y sobre todo si no cuentan con un empaque íntegro, de igual manera si las calles, paredes y techos que conformen el expendio no se encuentran limpias y el



expendedor no cuenta con medidas de higiene personal adecuadas como por ejemplo, manipule los dulces típicos y al mismo tiempo recibe dinero, entre otras situaciones, ya que el ambiente en que se comercializan los dulces típicos en grandes mercados genera contaminación cruzada, lo que deja de lado que se regulen las condiciones del proceso de elaboración de los mismos si en las condiciones de comercialización se pierde la seguridad alimentaria con que los productos salen del lugar de su elaboración.



CONCLUSIONES



6. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

- ◆ Las materias primas utilizadas (coco, pepita, nuez, amaranto, pasas, piloncillo, cacahuate) en la elaboración de los dulces tradicionales mexicanos que presentaron menor contenido de grasa fueron los procedentes del Mercado de Coyoacán, comparados con los del mercado de la Merced. En cuanto al contenido de humedad, las materias primas que presentaron mayor humedad, fueron las comercializados en el Mercado de la Merced.

- ◆ Los dulces típicos (dulce de coco, alegría, palanqueta de cacahuate, pepitoria, cocada) que presentaron un menor contenido de grasa fueron los procedentes de Coyoacán a excepción de la alegría y la pepitoria. Los valores de grasa obtenidos en los dulces típicos presentaron variaciones del 10% entre ambas zonas de comercialización. En cuanto al contenido de humedad, los dulces de ambas zonas presentaron humedades menores al 10%.

- ◆ La calidad microbiológica de las materias primas demostró que únicamente la nuez y la pepita comercializadas en ambas zonas tuvieron presencia de hongos y levaduras. Los dulces tradicionales que presentaron presencia de estos microorganismos fueron los de la Merced, en particular la pepitoria y dulce de coco a diferencia de los dulces de Coyoacán, que no reportaron presencia de estos microorganismos. Ambas zonas tuvieron presencia de bacterias mesófilas en cantidades considerables; la presencia de este tipo de bacterias se debe principalmente a que crecen a temperatura ambiente. La presencia de coliformes solo se presentó en el dulce de coco, la cocada y la alegría procedentes de la Merced.



◆ Las materias primas y los dulces tradicionales de la Merced fueron más susceptibles a la aparición de aflatoxinas, debido a su gran manifestación de hongos los cuales son los productores de dichas toxinas y por supuesto. Los consumidores de este tipo de productos, sobre todo de la pepita de calabaza, así como de la pepitoria se encuentra en riesgo su salud, ya que estos productos presentaron un contenido de aflatoxinas muy por encima del límite Legislativo Mexicano establecido que es de 20 ppb. Se encontró una correlación significativa entre el contenido de humedad y el de aflatoxinas en los dulces tradicionales, por lo que el control de este parámetro puede ayudar al control de la aflatoxinas.

◆ La zona de comercialización afectó la calidad de los dulces tradicionales ya que se encontró una mayor presencia de hongos, levaduras y coliformes, así como un mayor contenido de humedad, factores que favorecieron la presencia de aflatoxinas en los dulces comercializados en el Mercado de la Merced. Los dulces tradicionales de esta zona fueron almacenados en condiciones más insalubres, esto se debe a que los productos en dicho lugar se encuentran expuestos a todo tipo de contaminación que se encuentra en el aire, aunado a ello hay mucho más movimiento y más personas a sus alrededores.

◆ Es de gran importancia fijar los Puntos Críticos de Control en el proceso de elaboración de los dulces típicos mexicanos, auxiliándose del Sistema HACCP, ya que es una herramienta fácil y que se puede implementar ayudando a eliminar todos los peligros que pueden dañar la salud de los consumidores, además de que preserva la calidad de los productos en un tiempo más prolongado y sin pérdidas económicas.



RECOMENDACIONES



7. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente:

- ❖ Estudiar otros dulces típicos mexicanos como frutas cristalizadas, limones rellenos de coco, obleas, dulces de tamarindo enchilados, muéganos, dulces de leche y cajeta, garapiñados, merengues entre otros.

- ❖ Realizar la determinación tanto de aw como de pH de las materias primas y dulces típicos, ya que estos son dos factores que establecen que tipo de microorganismos puede crecer y desarrollarse en ellos.

- ❖ Realizar un estudio de vida de anaquel de las materias primas y dulces típicos estudiados a diferentes humedades relativas, con el fin de conocer cual de ellas es la más idónea para la conservar la calidad de estos productos durante su comercialización.

- ❖ Evaluar la efectividad de algunos inhibidores de hongos, como son ácidos orgánicos, tales como: ácido propiónico, acético, sórbico y sus sales de calcio, potasio y sodio en diferentes concentraciones con el fin de reducir la degradación de estos productos.

- ❖ Realizar la identificación del tipo de aflatoxina específica que se encuentra en cada materia prima y dulce típico estudiados, por medio de otras técnica analítica como el HPLC y la electroforesis capilar.

- ❖ Realizar una propuesta para implementar el sistema HACCP, en una micro empresa procesadora de dulces con potencial para la exportación.



REFERENCIAS



8. REFERENCIAS

Asociación Mexicana del Amaranto, (2003). *México desconocido* (228) Febrero. México D.F. Disponible en: www.amaranta.com.mx

Abarca, Ma. Lourdes (1994). *Hongos Productores de Micotoxinas emergentes*. Dpto. Patología y producción de Animales (Microbiología). Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de Bellaterra, Barcelona, España. 113-119 pp.

Allcroft, R. y Carnaghan, R.A. (1993). Groundnut toxicity: An examination for toxin in human Food products from animals fed toxic groundnut meal, *Vet. Record*. **75**: 259-263

AOAC, (1990). *Official methods of analysis of the Associations of official analytical chemists*. 15 th. Cereal Food. 234-247

Aran, N.; Ayfer, M. y Heperkan, D. (1994). Mycoflora and Aflatoxin Contamination in Shelled Pistacho Nuts. *J Sci Food Agric*. **66**: 273-278

Araujo, A. (1994). Determinación de aflatoxinas en cacahuates comercializados en Recife-PE, Brasil. *Alimentaria* **249**: 35-37

Arbianto, P. (1999). Bongkrek Food poisoning in Java. En Proceedings: groundnuts microflora and toxicity. *Chemy Ind.*, **5**: 61

Badui, D. S. (1988). *Diccionario de Tecnología de los Alimentos*. Alhambra Mexicana. México, D.F. 85 pp.

Badui, D. S. (1998). *Química de los Alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, 123-127 pp.



Bagócsi, B.; Papp, E. y Otta, K.H.(2000). *Determination of aflatoxins in food by over pressured-layer chromatography*. Department of Chemical Technology and Environmental Chemistry , L . Eotvos University ,P.O . Box 32,H- 1518 Budapest 112, Hungary.

Barros, C. (1997). *Amaranto: Fuente maravillosa y sabor y salud*. Editorial Grijalbo. México, D.F. 32-35 pp.

Barros, J.; Cepeda A.; Franco, M.; Fente, A.C. y Freire M. (2003). Análisis de la contaminación fúngica y potencial presencia de Aflatoxinas en alimentos “Étnicos”. *Alimentaria*. Mayo. Lugo, España. 179-183 pp.

Bécquer, LA. ; Fontaine, S.M. ; Verela, S.M. ; Pérez, G. L. ; Puch, R.V. y Rodríguez, C.C. (2003). Experiencia preliminar de la posible presencia de aflatoxinas en quesos. *Alimentaria*. Mayo. Lugo, España. 190-108 pp.

Belitz, H.D. y Grosch, W. (1997). *Química de los alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza. 234-239 pp.

Beneke, E.S. (1998). Classification of food beverage fungi. En: *Food and Beverage Mycology*, 2d ed. *System. Appl. Microbiology*, New York, U.S.A. 1-50 pp.

Berrea, A.V.; Pearson, A.M.; Price, J.F. ; Gray, J.I. y Aust, S.D. (1992). Some factors influencing aflatoxin production in fermented sausages. *J. Sci. Food* **47**, 1773-1775.

Betina, V. (1989). *Mycotoxins Chemical, Biological and Environmental Aspects*. Ed. Elsevier, Bratislava, 350 pp.



Beuchat, L.R.; Colling, M.D. y Aguirre, J.A. (1997). *Food and Beverage Mycology*, 2° ed. New York, U.S.A. 1391-1394 pp.

Blanc, M.; Karleskind A. y Brezina, P. (1991). Dones sur la contamination par l'aflatoxine M₁ du lait et des produits laitiers en France, *Latinoamericana*, **61**: 481 - 493

Blanco, J.L.; Domínguez L.; Suárez G. (1989). "Problemática de la presencia de Aflatoxinas en leche y productos lácteos" *Alimentaria* **204**: Septiembre. Madrid, España.256-264

Borges, C. y Santiago, R.(2003). Los dulces típicos poseen más propiedades nutritivas. Disponible en: www.intermedik.com/asoc/anefm.htm

Bowker, H. A. y Lieberman, J. G. (1991). *Estadística para Ingenieros*. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, D.F. 110-134 pp.

Cargill de México S.A. de C.V. (2001). *Manual del curso de Seguridad Alimentaria. Sistema Hazard Análisis and Critical Control Point*. 2-29 pp.

Castillo, P.U.; García, G.R.; Durán, de B.C. (2004). "Aflatoxinas en Maíz Amarillo usado para Jarabes de Fructuosa: ¿Existen riesgos para la Salud?" UNAM, Alfa Editores Técnicos, S.A. de C.V. Ciudad Universitaria, México D.F.

Casanova, C. (1995). Identificación y cuantificación de aflatoxinas en maíz. *Alimentaria*. Enero- Febrero. Barcelona, España. 87-90 pp.

Dawar, S. y Ghaffar, A. (1991). Detection of aflatoxin in sunflower seed. *Pakistan of Botany*, **23**: 123-126



De Chávez, M.(1992).*Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. 2ªed. CONAL. México. 45 pp.

Desroiser, Norman W. (1998). *Elementos de Tecnología de alimentos*. CECSA. México. 331 pp.

Dobson, D.W.; Sweeney, A. y Michael, J. (1998). Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *J. of Food Microbiology* **43**:141- 158

Doster, M.A. y Michailides, T.J. (1994). *Aspergillus* mould and aflatoxin in Pistachio nuts in California. *Fitopathology* **84**: 583-590

Doyle, M.P.; Beuchat, L.R. y Montville, T.J. (1997). *Food Microbiology: fundamentals and frontiers*. ASM Press. Washington. D.C. 56-61 pp.

Dvorackova, I. (1990). Aflatoxin and Reye's Syndrome En: *Aflatoxins and Human Health*. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida: 1-13 pp.

Eaton, D.L. y Mehan J.D. (1994). The toxicology of aflatoxins. Human health, veterinary and agricultural significance. London, Academic Press. 185-187

Instituto de Salud y Seguridad e Higiene en el Trabajo, (1989). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Madrid, Mº del Trabajo y Seguridad Social, Vol. 1, 142-155 pp.

Esquivel, G. (2005). Dulces mexicanos, explosión de sabor. Agosto. México D.F. Disponible en: www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia_supl.html



Ezzeddine, B. (1999). Tercera Conferencia Mixta Internacional sobre Micotoxinas FAO/OMS/PNUMA. Túnez.

FAO (1991). Alimentación y Nutrición. *Utilización de alimentos tropicales: semillas oleaginosas tropicales*. Estudio FAO alimentación y nutrición. Roma , Italia. 92 pp. Disponible en: www.fao.org

FAO (2005). *Historia de los dulces típicos mexicanos*. Disponible en: www.fao.org

Federal Drug Administration (2000). Division of Emergency Medicine: Definition of Aflatoxin. Febrero. San Francisco, CA.

Frazier, W.C. y Westhoff, D.C. (1994). *Microbiología de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Galán, Alejo Luis C. y Rodríguez Jerez José Juan (2003). *La contaminación por micotoxinas*. Observatorio de la Seguridad Alimentaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 456-469 pp.

García, P. G. (1998). *Detección de aflatoxinas en productos chilenos*. Disponible en: www.agronomia.uchile.agroindustria/proyfrutos5.htm

Gapiste, R.H. (1989). *Origen del Amaranto*. Disponible en: www.edu.mx/redescolar/publicaciones/flora/nogal/nogal.htm

Gimeno, A. (1978). Validation of an Analytical Method to Determine the Content of Aflatoxin in Animal Feeding Stuff. Jornadas Científicas de la Asociación Española



de Especialistas en Micología, Reus 23 al 25 de Mayo, Vol.1, pp.51-73 (libro del Symposium).

Gimeno, A. (1981). Hazelnuts as possible substratum for aflatoxin production. CT-17 LNETI (Laboratorio Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial - Departamento de Tecnologia das Indústrias Alimentares) Junho, Lisboa, 129-154 pp.

Gimeno, A. (1980) . Incidence and mycotoxin production by *Aspergillus flavus*. Symposium Científico de la Sociedad Ibérica de Nutrición Animal, Enero 8-10, Lisboa, Portugal, 207-233 pp.

González, A. (2001). *Estudios de contaminación de Aflatoxinas presentes en diversos frutos secos*. Universidad Mayor de San Andrés, España .67-89 pp.

Gray, W. D. (1970). The use of fungi as food and in food processing. Westport, Conn. 85-113 pp.

Hamilton, P.B. y Harris, J.R. (1971). *Aspergillus micotoxicosis comparativa entre Pollos, Gallinas, Cerdos, Vacas Lecheras y Conejos*. *Poultry Science* 50: 906-912

Hagenmaier, H. (1980). *Coconut Aqueous Processing*. Revised 2nd edition. University of San Carlos Publications, Cebu City, Philippines.

Henry, S. H.; Cardwell, K. F.; Desjardins, A. G. y Munkvold, J. Robens (2001). *Mycotoxins: The Cost of Achieving Food Security and Food Quality*. August. U.S.A. Disponible en: www.apsnet.org/online/feature/mycotoxin/

Hernández, S.T. y Pérez, E. (1999). *Manual de plagas de los productos*. Cap. 4 Hongos, Bacterias, Levaduras y Micotoxinas. Departamento de Biofertilizantes en plantas. La Habana, Cuba, 70-78 pp.



Hernández, P.E. y Sanz, B. (1990). Intoxicaciones alimentarias de origen fúngico: Micotoxicosis. *Alimentaria* **30**: 35-39 pp. Marzo. Madrid, España.

Hill, R.A. (1983). Effects of soil moisture and temperature on preharvest invasion of peanuts by the *Aspergillus flavus* group and subsequent aflatoxin development. *Applied and Environmental Microbiology*, **45**: 628-633 pp.

Horst, D.T. (2001). *Fundamentos de Tecnología en Alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 746 pp.

IARC(1987) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human *International Agency for Research of Cancer (IARC): 7* World Health Organization. 53-57 pp

Instituto Nacional de Nutrición Salvador Subirán (1992). Valor Nutritivo de los alimentos de consumo para ser humano, 47-49 pp.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (2001). *Microbiología de Alimentos. Ecología microbiana de los productos alimentarios*. Cap. Frutos en nuez, semillas oleaginosas y legumbres secas. Ed. Acribia, Zaragoza. 333-353 pp.

James, J.M. (1992). *Microbiología Moderna de los alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza, 804 pp.

Jaimez, J. (2002). Application of the assay of aflatoxins by liquid chromatography with fluorescence detection in Food analysis. *J. of Food Microbiology*, **882**: 1-10 pp.

Jiménez, M. ; Matero, R.; Huerta J. y Hernández E. (1991). Micotoxin and micotoxigenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumptions.



Mycopathologia. **115**: 121-127 pp.

Jobber y Jamieson (1975). Hongos productores de Micotoxinas en alimentos. En: *Manual de Seguridad Alimentaria* Vol. 1. Ecología del Almacenamiento. Centro Regional de Ayuda Técnica AID, México 151-188 pp.

Koneman, H. (1997). Quantitative structure-activity relationships in fish toxicity studies. *Toxicology*, **19**: 209-221.

Lee L.S. y Hagler W. (1991). *One Step Solid Phase Extraction Cleanup of Peanut and Corn Extracts for LC Quantification of Aflatoxin*. Abstracts of the 105th Association of Official Analytical Chemists Annual International Meeting. 476-471 pp.

López, Z. (2003). *Diccionario terminológico de la cocina mexicana*. Televisa. México. 80 pp.

Lumbreras, S.A.; Hernández, H.J.; Hernández, J. E. y Sanchís, V. A. (1997). Contenido de aflatoxinas y *Aspergillus flavus* en maíz almacenado en silos comerciales. *Alimentaria*. Marzo 20. Valencia, España. 173-181 pp.

Mackowiak, CL; Wheeler, RM; Stutte, GW; Yorio, NC; Ruffe, LM (1998). A recirculating hydroponic system for studying peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Hortscience*. **33** (4): 650-651.

Majerus, P. y Woller, E. (1999). Zur Belastungssituation von Ochratoxin A. En: *Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs*. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **89**: 112-113

Martínez, G.A. (2003). Contenido Nutricional y características de algunos productos.



Disponibile en: www.dulcestipicosmexicanos.com.informacion.html

McColloch L.P. (1972). Micotoxinas: aflatoxinas y en ambientes laborales. Centro Regional de Ayuda Técnica. *Manual de Agricultura de México*, **16**: 86-89.

Medina, L.M.; Barrios Ma. J.; López M.C.; Jordano R. (1998). "Micotoxinas en quesos. Biota micotoxigénica y factores que afectan a la biosíntesis de Micotoxinas". *Alimentaria* **34**: 239

Miller, J.D. (1995). Fungi and Mycotoxins in Grain: Implications for Stored Product Research *J. Stored Prod. Res.*, 1-16 pp.

Molina, M. y Giannuzzi, L. (2002). Modelling of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in a solid medium at different temperatures, pH and propionic acid concentrations. *Food Research Int.* **35**: 585- 594

Muller, E., L. (1976). *Micología*. Ed. Omega, S.A., Barcelona, España. 677-693 pp.

Paredes L., Octavio. (1994). *Amaranth, Biology, Chemistry and Technology*. CRC press Inc. Irapuato, Gto. México.

Park, D.L., (1993). Visual and semiquantitative spectrophotometric screening method for aflatoxin B in corn and peanut products: follow-up study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **72**: 638 pp.

Pascual Anderson Ma. Del Rosario, Calderón y Pascual Vicente, (2000). *Microbiología Alimentaria. Metodología Analítica para Alimentos y bebidas*. 2da. Ed. Díaz Santos. Madrid, España. 315 - 324 pp.



Pearson, D. (1998). *Técnicas de Laboratorio para el análisis de alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 55 - 58 pp.

Pelczar, M.J. y Reid R.D. (1992). *Microbiology*. Ed. McGraw-Hill. New York, U.S.A. 36 -39 pp.

Pérez, Perdules Angel. (1997). Instituto de Nutrición e Higiene de los alimentos. *Infanta* (1158), Ciudad de la Habana 10 300, Cuba.

Pier, A.C., Richard, J.L. y Cyzewski, S.J. (1980) *Aflatoxins in peanuts*. *Journal American Veterinary Medicine Association*, **176**, 719-724 pp.

Pohland, A.E. y Wood, G.E. (1997). Occurrence of mycotoxins in food. En: P. Krogh (ed.). *Mycotoxin in Food*. Academic Press, London, 35-64 pp.

Polzhofer, G. E. (1995). Effect of heat on aflatoxin in oilseed meals. *Agricultural and Food Chemistry*, **15**, 1090-1092 pp.

Prado, J.L. (1998). La concentración de aflatoxinas en vinos tintos es significativamente mayor que en vinos blancos». Disponible en: www.consumaseguridad.com/web

Previdi y P. Casolari, A. (1986). Le aflatossine. *Industria Conserve*, **61**. 243-245 pp.

Procesadora de Amaranto Tehutli. Olivadera Tulyehualco, S.A. de C.V. Aquiles Serdán N.238 Tulyehualco, Xochimilco. D.F. 2005.



Procesadora de uva pasa. (2005). PASAMEX S.A. de C.V.

Procuraduría Federal del Consumidor. Platillo sabio Profeco: Dulce Tradicional mexicano. México D.F. 2004.

Ràngel, V.A. (2002). Extracción de Aflatoxinas. Disponible en: [<www.natura.com.mx>](http://www.natura.com.mx)

Recaredo Sanchís (1992). *Las semillas*. Ed. De Vecchi. 96-97 pp.

Rumbado M. y Aluffi O. (2004). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos: El consumidor frente a los Alimentos.

SAGARPA (2005). Fuente de Información Estadística Agroalimentaria con información de las delegaciones de la SAGARPA en: [<www.sagar.gob.mx/users/pidtca >](http://www.sagar.gob.mx/users/pidtca)

Sánchez, M. A. (1994) El mercado de Dulces de la Ciudad de México. *México Desconocido* (213) Noviembre. 68-71 pp.

Sánchez, J; Cerdá-Olmedo, E; Martínez-Force, E (1998). *Advances in plant lipid research*. Ed. Secretariado de publicaciones. Universidad de Sevilla. 644-646pp.

Santos, Chona (2001) . *Importancia y efectos de Aspergillus flavus en los seres humanos*. Universidad Autónoma de Bucaramanga . Santander, Colombia. 235-239pp.

Secretaría de Salud (1994a). NOM-113-SSA1-1994. Método para la cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.



Secretaría de Salud (1994b). NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.

Secretaría de Salud (2002). NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias.

Subsecretaría de Trabajo y Prevención Social.(1999). NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condicionen de seguridad e higiene.

Shepard, G.S., Sydenham, E.W., Thiel, P.G y Gelderblom, W.C.A. (1990) *J.Liq.Chromatography.*, **13**, 2077-2087 pp.

Smith, J.E. y Moss, M.O. (1985) "*Mycotoxins*" *Formation, Analysis and significance*. John Wiley and Sons. **3**: 33-35 pp.

Stoloff L. y Trucksess M. W. (1996) . Rationales for the establishment of limits and regulations for mycotoxins. *Food Additives and Contaminants* **8**, 213-222 pp.

Tabata, S. ; Moss, M.O. y Le Bars, J.(1993). Degradation of aflatoxins by food additives. *Journal of Food Protection* **57**: 42-47 pp.

Tervet, I.W. (1995). The influence on fungi on storage, on seed viability and seedling vigor of soybeans. *Phytophatology* **35**, 3-15 pp.

United States Department of Agriculture.(1973). Guidelines for mold control in high-moisture corn. *Farmers' bulletin* N. 238, 16 pp.

Urano, Y. W. K.; Lin C, H. O. y Tamaoki T. (1991). Interstitial chromosomal deletion



within in a human hepatoma cell line. *Cancer Res*, **51**: 1460-1464 pp.

Van Walbeek, W. (1993). Fungal toxins in foods. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* **6** (2): 96-104 pp.

Veldman, A.; Borggreve G.J.; Mulders, E.J. y Van de Lagemaat D. Occurrence of the mycotoxins ochratoxin A, zearalenone and de oxynivalenol in feed components. *Food Addit. Contam.*, **9**:647-655 pp.

Vicam Science Technology (1999) . AflatB Instrument Manual/ December, Watertown, U.S.A. 23-31 pp.

Viñas, I.; Bonet, J. y Sanchis, V. (1999). Mycotoxins and toxigenic species incidence in oilseed rape. *Food Control* **4**, 79-82 pp.



ANEXOS



ANEXO A

DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS POR EL MÉTODO DE COLUMNAS DE AFINIDAD CON ANTICUERPOS MONOCLONALES.

Para el análisis de aflatoxinas totales tanto en las materias primas como de los dulces típicos, se utilizó el método por columnas de afinidad con anticuerpos monoclonales (AFLATEST).

Procedimiento:

1.- Pesar 25 g en el caso de las siguientes materias primas y dulces típicos:

Amaranto, coco, nuez, cacahuete, piloncillo, cacahuete, alegría de amaranto, cocadas, dulce de coco, palanqueta de cacahuete y; 50 g para pepita de calabaza y palanqueta de pepita (Fig.32).



Figura 32. Pesado de muestras

2.- Agregar a la muestra 100 ml de metanol al 60% en el caso de las primeras muestras y 200 ml al 80% en el caso de las segundas (Fig. 33).



Figura 33. Adicionando metanol al 60% a las muestras



3.- Homogenizar la muestra por aproximadamente 1 minuto en la licuadora (Fig. 34).



Figura 34. Moliendo muestras

4.- Filtrar a través de papel filtro de 24 cm, la muestra homogenizada (Fig. 35).



Figura 35. Filtrado de muestras

5.- Del filtrado que se obtuvo, tomar una alícuota de 20 ml en el caso de las primeras muestras y diluirlas en 20 ml de agua, en el caso de las segundas muestras, tomar alícuota de 10 ml y diluirla en 40 ml de agua a cada una (Fig. 36).



Figura 36. Tomando alícuotas del filtrado



6.- Realizar un segundo filtrado a través de fibra de vidrio (Fig. 37).



Figura 37. Segundo filtrado

7. Tomar 10 ml de filtrado y depositarlos en la columna de afinidad con anticuerpos monoclonales aflatest y filtrar al vacío. En el caso de las últimas dos muestras (pepita de calabaza así como palanqueta de pepita) se depositan 4 ml de filtrado (Fig. 38).



Figura 38. Equipo de filtrado con columnas aflatest



Figura 39. Filtración al vacío



8.- Realizar dos lavados haciendo pasar agua destilada por la columna de la misma manera que se pasó el filtrado (Fig. 40).



Figura 40. Lavado de columnas

9.- Colocar un tubo de ensayo en la parte inferior de cada columna y llevar a cabo la elusión de la muestra haciendo pasar 1 ml de metanol grado HPLC (Fig. 41).



Figura 41. Adición de metanol grado HPLC

10.- Agregar 1 ml de solución reveladora marca Vicam (1:9) para facilitar la lectura de aflatoxinas (Fig. 42).



Figura 42. Homogenización de adición de solución reveladora



11. Colocar el tubo dentro del fluorómetro y leer a una longitud de onda de 425 nm (AOAC, 2000) (Fig. 43).



Figura 43. Lectura de aflatoxinas



ANEXO B

Determinación de los Puntos Críticos de Control del resto de los procesos de elaboración de dulces típicos estudiados.

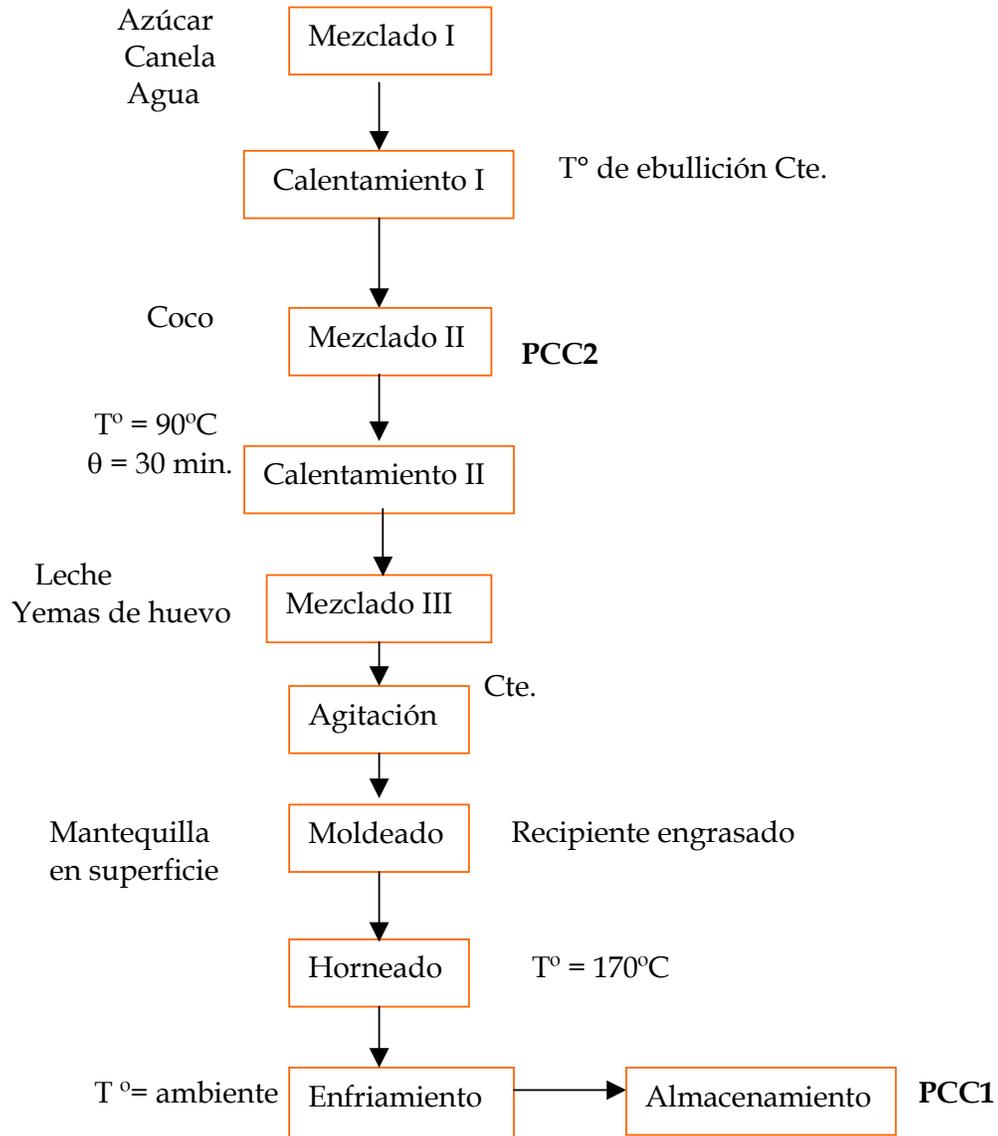


Figura 44. Diagrama de Proceso de elaboración de la Cocada



Tabla 28. Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la Cocada.

Etapa	Peligro	Medidas Preventivas
Mezclado I	Físico y Microbiológico	Tamiz imantado. Certificado de Proveedores de ingredientes. Monitoreo periódico: visual e higiénico de ingredientes.
Calentamiento I	Microbiológico	Fijar condiciones adecuadas de T° / tiempo.
Mezclado II	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materia prima. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas.
Calentamiento II	Microbiológico	Control adecuado de T° y tiempo. Calibración de Termómetros.
Mezclado III	Microbiológico	Certificado de proveedores de ingredientes.
Agitación	No hay peligro	
Moldeado	Microbiológico	Limpieza efectiva de utensilios.
Horneado	Microbiológico	Limpieza efectiva de equipo. Fijar condiciones adecuadas de T° / tiempo.
Enfriado	Microbiológico	Desinfección de superficie de contacto.
Almacenamiento	Físico	Colocar un detector de metal

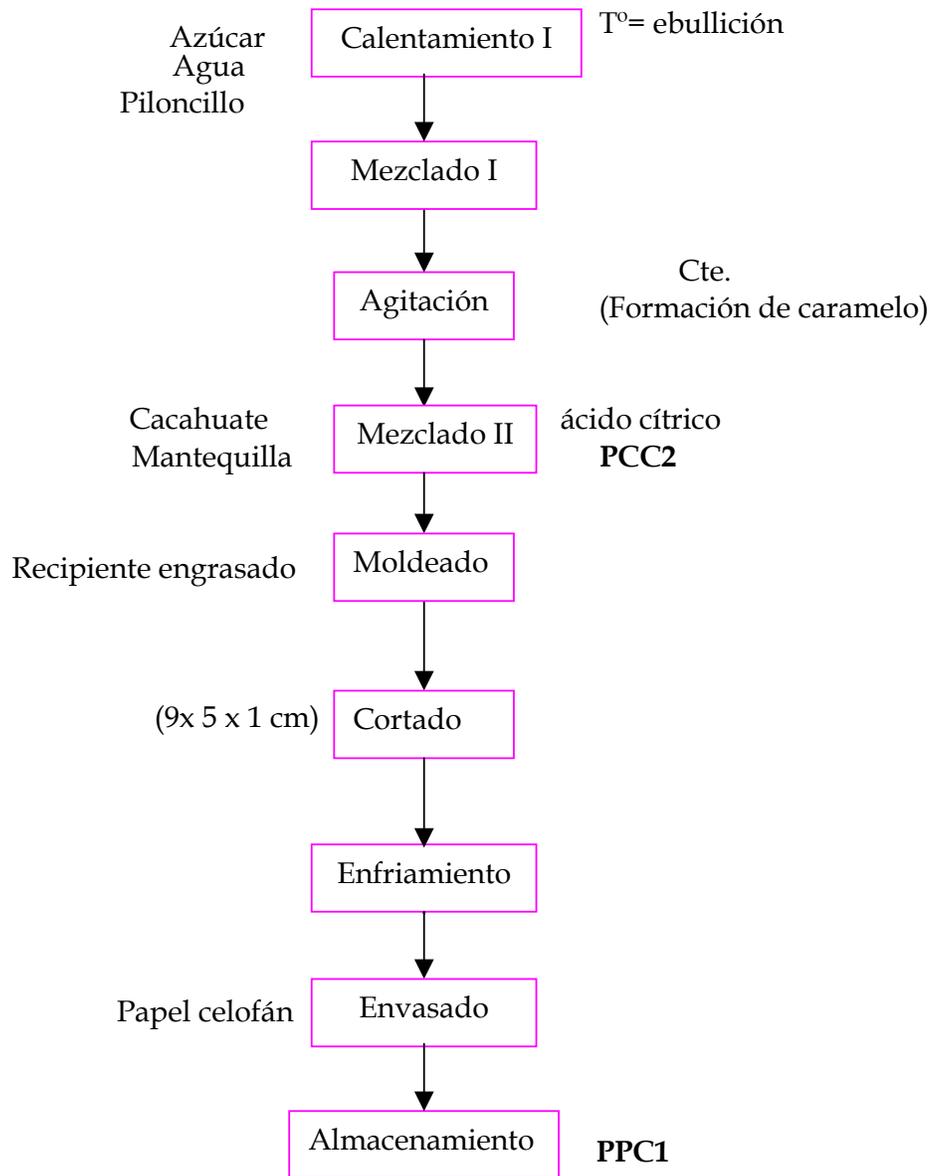


Figura 45. Diagrama de Proceso de Elaboración de Palanqueta de Cacahuete



Tabla 29. Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la Palanqueta de Cacahuete.

Etapa	Peligro	Medidas Preventivas
Calentamiento I	Microbiológico	Evaluación microbiológica al agua
Mezclado I	Físico y Microbiológico	Tamizado de azúcar Evaluación microbiológica
Agitación	No hay peligro	
Mezclado II	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materia prima. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas.
Moldeado	Microbiológico	Formación de higiene e inspección de los ingredientes.
Cortado	Físico y Microbiológico	Detector de metales y formación en higiene.
Enfriado	Microbiológico	Superficie de contacto limpias y desinfectadas
Envasado	Microbiológico y Físico	Inspección visual y Sellado hermético
Almacenamiento	Físico	Colocar en esta operación banda transportadora imantada.

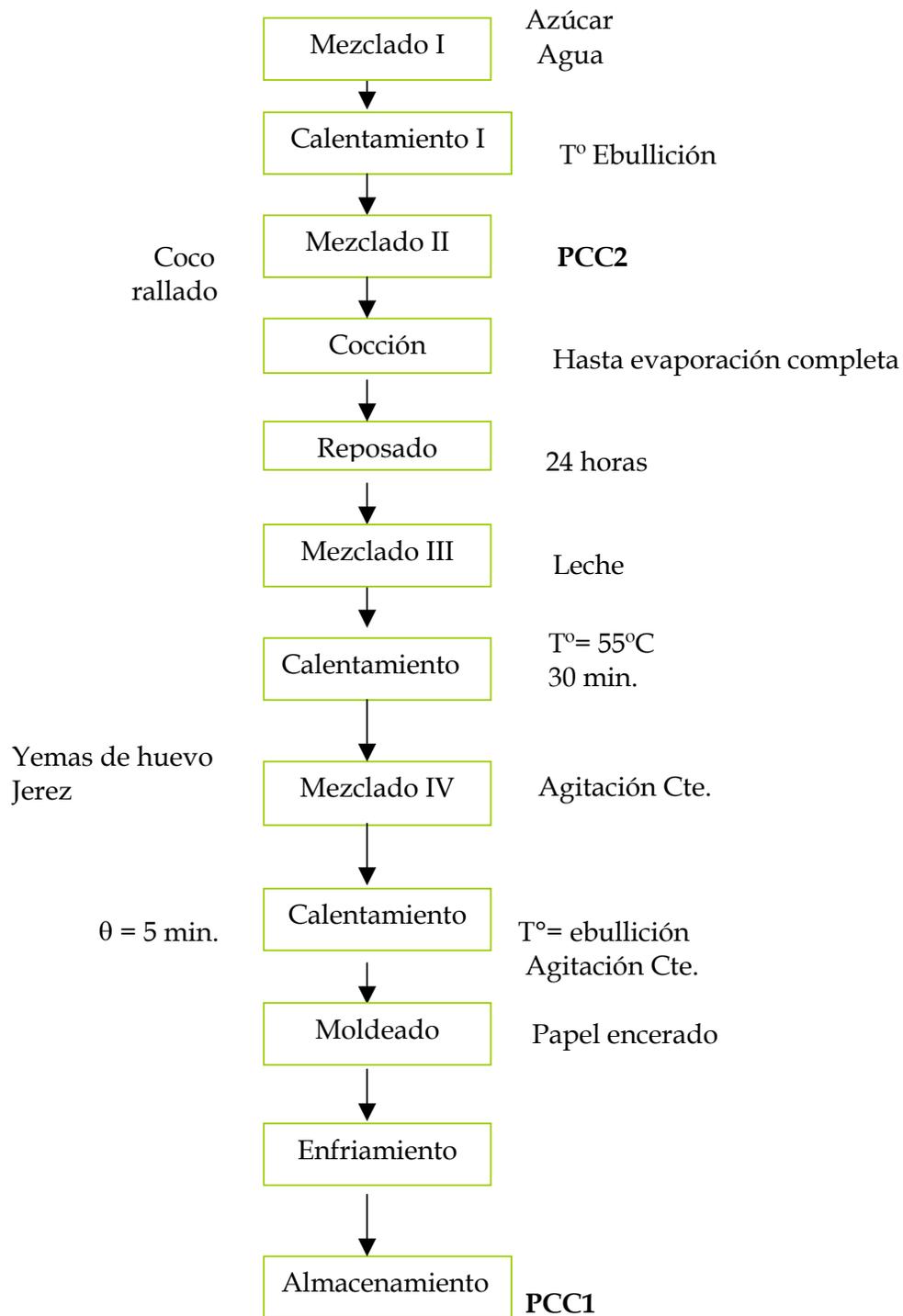


Figura 46. Diagrama de Proceso de Elaboración de Dulce de Coco



Tabla 30. Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración del dulce de coco.

Etapa	Peligro	Medidas Preventivas
Mezclado I	Microbiológico y Físico	Tamiz imantado. Certificado de Proveedores de ingredientes. Monitoreo periódico: visual e higiénico de ingredientes.
Calentamiento I	Microbiológico	Tratamiento térmico correcto.
Mezclado II	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materia prima. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas.
Cocción	Microbiológico	Verificar Temperatura / tiempo.
Reposo	Microbiológico	Equipo higiénicamente seguro.
Mezclado III	Microbiológico	Certificado de proveedores: calidad de la leche.
Calentamiento II	Microbiológico	Verificar Temperatura / tiempo.
Mezclado IV	Microbiológico	Verificar la calidad microbiológica del huevo.
Calentamiento III	Microbiológico	Control de temperatura y tiempo.
Moldeado	Microbiológico y físico	Mantenimiento de equipo y limpieza eficaz
Enfriado	Microbiológico	Superficie de contacto limpias y desinfectadas.
Almacenamiento	Físico	Colocar en esta operación banda transportadora imantada.

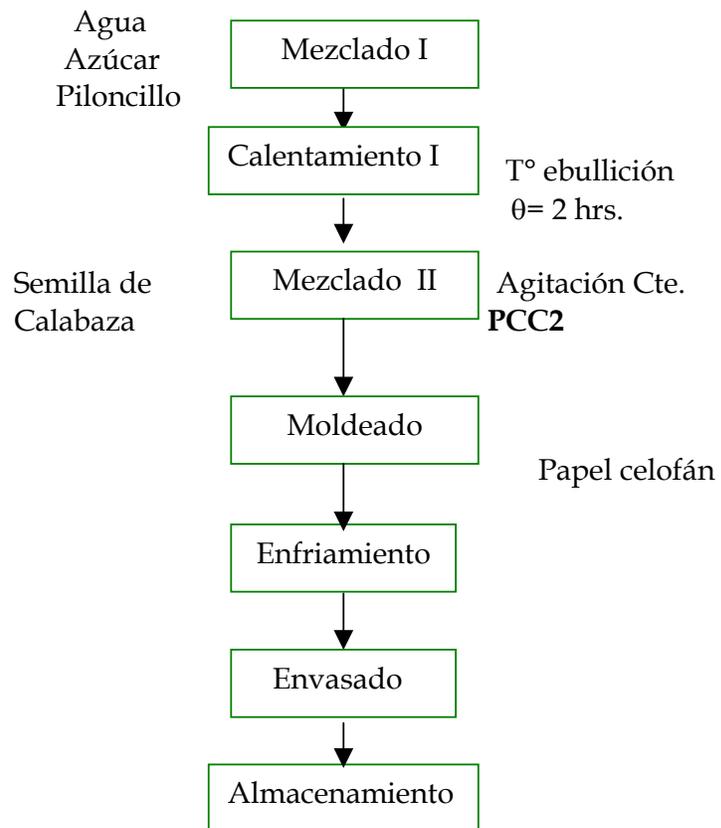


Figura 47. Diagrama de Proceso de Elaboración de Pepitoria



Tabla 31. Tabla de Análisis de Peligros para el proceso de elaboración de la pepitoria.

Etapa	Peligro	Medidas Preventivas
Mezclado I	Microbiológico y Físico	Tamiz imantado. Certificado de Proveedores de ingredientes. Monitoreo periódico: visual e higiénico de ingredientes.
Calentamiento I	Microbiológico	Control de Temperatura/tiempo. Limpieza eficaz en los equipos.
Mezclado II	Microbiológico, físico y químico.	Monitoreo por muestreo periódico. Análisis de Productos Químicos en materia prima. Certificado de Análisis de aflatoxinas. Limpieza eficaz en la manipulación de las mismas.
Moldeado	Microbiológico	Formación de higiene e inspección de los ingredientes.
Enfriamiento	Microbiológico	Superficie de contacto limpias y desinfectadas.
Envasado	Microbiológico y físico	Monitoreo por muestreo periódico. Certificado sanitario del empaque.
Almacenamiento	Físico y microbiológico	Colocar un detector de metal. Limpieza y desinfección eficaz en almacén



ABREVIATURAS



10. ABREVIATURAS

BPM = Buenas Prácticas de Manufactura

°C = Grado Centígrado

CE = Comunidad Europea

cm = centímetros

cm³ = centímetro cúbico

Cte = constante

D.F. = Distrito Federal

ETAs = Enfermedades Transmitidas por los Alimentos

g = gramos

h = hora

HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Point

Kg = Kilogramo

mg = miligramos

min = minutos

MIP = Manejo Integrado de Plagas

NP = No presentó

NR = No Registrada

PCC = Punto Crítico de Control

ppb = partes por billón

ppm= partes por millón

T° = Temperatura

Ton = Toneladas

UFC = Unidades Formadoras de Colonias

μl = microlitro