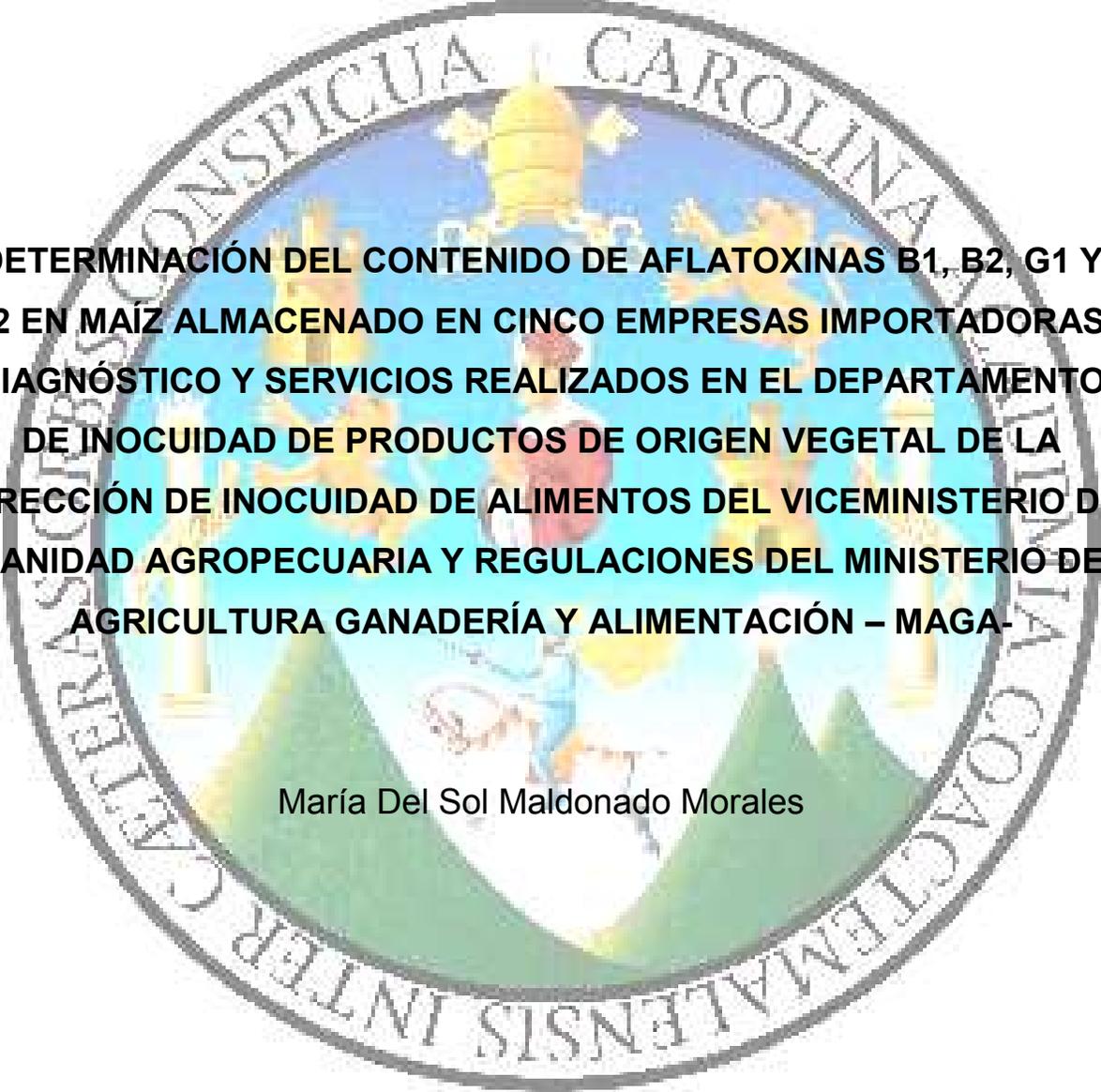


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a golden crown on top, flanked by two golden lions. The shield is set against a blue sky and green hills. The text "UNIVERSITAS CAROLINA GUATEMALENSIS" is written around the perimeter of the seal.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN MAÍZ ALMACENADO EN CINCO EMPRESAS IMPORTADORAS; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN – MAGA-

María Del Sol Maldonado Morales

GUATEMALA MAYO 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN MAÍZ
ALMACENADO EN CINCO EMPRESAS IMPORTADORAS; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE
PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DE
ALIMENTOS DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y
REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y
ALIMENTACIÓN – MAGA-

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARÍA DEL SOL MALDONADO MORALES
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA MAYO 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|---------------|--|
| DECANO | Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez |
| VOCAL PRIMERO | Dr. Ariel Abderramán Ortiz López |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Msc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz |
| VOCAL CUARTO | Pr. For. Sindi Benita Simón Mendoza |
| VOCAL QUINTO | Br. Sergio Alexsander Soto Estrada |
| SECRETARIO | Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio |

GUATEMALA MAYO 2014

Guatemala mayo del 2014

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación:

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN MAÍZ ALMACENADO EN CINCO EMPRESAS IMPORTADORAS; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN – MAGA-

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

María del Sol Maldonado Morales

ACTO QUE DEDICO

- A Dios y a la Virgen María** Por ser la luz divina que guía mis pasos en el sendero de mi vida, y mis pilares, porque nunca me separan de su mano. Por darme la vida, la sabiduría y perseverancia para alcanzar mis metas y por la Bendición de hoy cumplir un sueño más.
- A Mis padres** Humberto y Ligia, por todo el apoyo, amor, formación y paciencia y consejos que me han brindado para llegar a ser una mujer plena y llegar a cumplir mi meta.
- A mis abuelas** Aura Marina Morales (la agüela), que siempre me ha dado sus mejores consejos, para alcanzar el éxito una vez más; Abuelita Hilda, porque siempre me ha apoyado.
- A Mis hermanas** María del Mar y María Ximena por ser cómplices, apoyarme siempre a cumplir todos mis sueños, por su amor incondicional y por todos los momentos hermosos que hemos vivido juntas.
- A Mis tíos** Porque siempre con un consejo han sabido apoyarme para llegar a este momento.
- Mis maestros** Mi más sincero agradecimiento por compartir sus conocimientos y consejos que me ayudaron en mi formación.
- A mis amigos** Por la gran amistad que hemos formado, por todos esos momentos especiales, por las desveladas, por los consejos y por todo lo que todavía nos falta por compartir.

AGRADECIMIENTOS

Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal de Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones VISAR- MAGA y OIRSA, por brindarme el apoyo para realizar mis prácticas supervisadas.

Ing. Herbert Pezzarossi y al Personal del Departamento de Inocuidad de alimentos, por compartir sus conocimientos, experiencia, y amistad durante el desarrollo de mi práctica supervisada.

Ing. Agr. Edgar Franco por su paciencia, dedicación y consejos en el asesoramiento de mi trabajo de investigación.

Inga. Ligia Monterroso, por la confianza puesta en mi persona para realizar cada una de las actividades durante mi práctica supervisada y elaboración de trabajo de graduación.

Ixchebel Naxchit Noj, por impulsar mi deseo de superación profesional y por esa amistad forjada a través de los años de universidad.

Todas las personas con quienes he tenido el privilegio de compartir experiencias de vida en la Facultad de Agronomía.

ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDO | PAGINA |
|---|---------------|
| ÍNDICE DE CUADROS ----- | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS ----- | vi |
| | |
| RESUMEN----- | 1 |
| | |
| CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE MPRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN – MAGA----- | 3 |
| | |
| 1.1 Presentación ----- | 5 |
| 1.2 Marco Referencial ----- | 7 |
| 1.2. Antecedentes----- | 7 |
| 1.3 Objetivos ----- | 17 |
| 1.3.1 General ----- | 17 |
| 1.3.2 Específicos ----- | 17 |
| 1.4 Metodología ----- | 18 |
| 1.5 Resultados ----- | 19 |
| 1.6 Conclusiones----- | 28 |
| 1.7 Recomendaciones----- | 29 |
| 1.8 Bibliografía----- | 30 |

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|---------------|
| CAPÍTULO II DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN MAIZ ALMACENADO EN CINCO EMPRESAS IMPORTADORAS, GUATEMALA ----- | 31 |
| 2.1 Introducción ----- | 33 |
| 2.2 Marco Teórico ----- | 35 |
| 2.2.1 Maíz ----- | 35 |
| 2.2.2 Manejo del maíz en almacenamiento ----- | 42 |
| 2.2.3 Historia de las micotoxinas----- | 45 |
| 2.2.4 Hongos ----- | 49 |
| 2.2.5 Micotoxinas----- | 49 |
| 2.2.6 Características y propiedades físicas de cada aflatoxina ----- | 52 |
| 2.2.7 Métodos para determinar micotoxinas ----- | 55 |
| 2.2.8 Muestreo ----- | 56 |
| 2.3 Marco Referencial----- | 59 |
| 2.3.1 Centros de Almacenamiento que se consideraron en la Investigación ----- | 59 |
| 2.3.2 Laboratorio de Inocuidad del Km 22 del MAGA ----- | 59 |
| 2.4 Objetivos----- | 63 |
| 2.4.1 General ----- | 63 |
| 2.4.2 Específicos ----- | 63 |
| 2.5 Hipótesis ----- | 64 |
| 2.6 Metodología ----- | 65 |
| 2.6.1 Selección de empresas a analizar ----- | 65 |
| 2.6.2 Evaluación de condiciones de almacenamiento----- | 65 |
| 2.6.3 Muestreo de silos y bodegas ----- | 65 |
| 2.6.4 La muestra----- | 66 |
| 2.6.5 Envío de muestras al laboratorio ----- | 66 |
| 2.6.6 Análisis de la información obtenida del laboratorio ----- | 66 |
| 2.7 Resultados y Discusión de Resultados ----- | 67 |
| 2.7.1 Características ambientales y de almacenamiento de maíz ----- | 67 |
| 2.7.2 Contenido de aflatoxinas en maíz almacenado en importadoras----- | 67 |
| 2.7.3 Condiciones de almacenamiento----- | 69 |

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|---------------|
| 2.8 Conclusiones----- | 75 |
| 2.9 Recomendaciones----- | 76 |
| 2.10 Bibliografía----- | 78 |
| 2.11 Apéndice ----- | 82 |
| 2.11.1 Niveles tolerables de las micotoxinas----- | 82 |
| 2.11.2 Normativas Nacionales y Extranjeras aplicadas a Micotoxinas ----- | 84 |
| 2.11.3 Boleta a utilizar para el análisis del almacenamiento de maíz ----- | 85 |
| 2.11.4 Métodos de muestreo establecidos por la Unión Europea ----- | 88 |

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|---------------|
| CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS ----- | 91 |
| 3.1 Introducción a los servicios realizados en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal del MAGA ----- | 93 |
| 3.2 Emisión de licencias Sanitarias de funcionamiento (LSF), de transporte, y verificación de acciones correctivas de rechazos de LSF, del Departamento de Inocuidad Vegetal, VISAR – MAGA ----- | 94 |
| 3.2.1 Objetivos ----- | 94 |
| 3.2.2 Metodología ----- | 94 |
| 3.2.3 Resultados ----- | 97 |
| 3.3 Emisión De Permiso de Importación, del Departamento de Inocuidad Vegetal, VISAR – MAGA ----- | 100 |
| 3.3.1 Objetivos ----- | 100 |
| 3.3.2 Metodología ----- | 100 |
| 3.3.3 Resultados----- | 101 |
| 3.4 Muestreo de frutas, granos y hortalizas de importación ----- | 103 |
| 3.4.1 Objetivos ----- | 103 |
| 3.4.2 Metodología ----- | 103 |
| 3.4.3 Resultados----- | 103 |
| 3.5 Capacitaciones ----- | 105 |
| 3.5.1 Objetivos ----- | 105 |
| 3.5.2 Metodología ----- | 105 |
| 3.5.3 Resultados----- | 105 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CONTENIDO | PAGINA |
|---|--------|
| Cuadro 1 Criterios de inspección y puntos de control para determinar el tipo Licencia Sanitaria de Funcionamiento | 22 |
| Cuadro 2 Condiciones edafo-climáticas favorables para el cultivo de maíz en Guatemala | 37 |
| Cuadro 3 Guatemala: Valor (CIF) de las Importaciones y Valor (FOB) de las Exportaciones de Maíz de los años 2002-2013, Cifras en Dólares | 40 |
| Cuadro 4 Comercio exterior de maíz para consumo humano, Periodo 2003-2013 | 41 |
| Cuadro 5 Profundidad con que se efectúe el muestreo..... | 57 |
| Cuadro 6. Número mínimo de sacos a muestrear por lote | 58 |
| Cuadro 7 Características ambientales y de almacenamiento de los cinco centros de almacenamiento de maíz importado..... | 67 |
| Cuadro 8 Resultados de aflatoxinas (ppb) del maíz muestreado en cinco centros de almacenamiento de Guatemala | 68 |
| Cuadro 9 Porcentaje de empresas que cumplen con los elementos evaluados que pueden influir en la presencia de aflatoxinas..... | 74 |
| Cuadro 10A Subdivisión de los lotes en sub-lotes en función del producto y de la masa del lote | 89 |
| Cuadro 11A Número de muestras elementales que deben tomarse, en función de la masa del lote de cereales y productos a base de cereales | 90 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| CONTENIDO | PAGINA |
|---|--------|
| Figura 1 Organigrama del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–..... | 8 |
| Figura 2 Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– | 9 |
| Figura 3 Organigrama de la Dirección de Inocuidad, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– | 11 |
| Figura 4 Puntos Críticos de Control con los que cuentan una empresa con Licencia Sanitaria de Funcionamiento y de Transporte..... | 15 |
| Figura 5 Ubicación del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal en el MAGA..... | 16 |
| Figura 6 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento..... | 23 |
| Figura 7 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de la Licencia Sanitaria de Transporte..... | 24 |
| Figura 8 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de Permisos de Importación | 25 |
| Figura 9 Áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de Maíz en condiciones tropicales y Subtropicales | 35 |
| Figura 10 Áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de Maíz en condiciones templados a fríos..... | 36 |
| Figura 11 Estructura química de la aflatoxina B1 | 52 |
| Figura 12 Estructura química de la aflatoxina B2..... | 53 |
| Figura 13 Estructura química de la aflatoxina G1 | 53 |
| Figura 14 Estructura química de la aflatoxina G2 | 54 |
| Figura 15 Cereales almacenados a granel en bodegas o almacenamientos, vista superior..... | 57 |
| Figura 16 Cereales almacenados a granel en silos. Vista superior..... | 57 |
| Figura 17 Cereales almacenados en costales. | 58 |

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|---------------|
| Figura 18 Resultados de aflatoxinas (ppb) del maíz muestreado en cinco centros de almacenamiento de Guatemala | 68 |
| Figura 19 Contenido total de las Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) en ppb de cinco empresas importadoras y almacenadoras de maíz | 69 |
| Figura 20A Límites a nivel mundial para la AflatoxinaB1 en los alimentos | 82 |
| Figura 21A Límites a nivel mundial para las aflatoxinas totales en los alimentos..... | 83 |
| Figura 22 Clasificación y porcentaje de las Licencias Sanitaria de Funcionamiento Emitidas de Febrero a noviembre del 2013 | 97 |
| Figura 23 Clasificación y porcentaje de las Licencias Sanitaria de Funcionamiento Emitidas de Febrero a noviembre del 2013 | 98 |
| Figura 24 Clasificación y porcentaje de Los rechazos emitidos de febrero a noviembre del 2013..... | 99 |
| Figura 25 Clasificación y porcentaje de los Permisos de Importación Emitidos de Febrero a noviembre del 2013..... | 101 |
| Figura 26 Ubicación de las Empresas importadoras y Exportadoras Agrícolas 2013..... | 102 |
| Figura 27 Porcentaje de muestreos por producto realizado por el Departamento de Inocuidad | 104 |
| Figura 28 Doctoras expertas en Micotoxinas que fueron invitadas..... | 106 |
| Figura 29 Empresarios invitados que almacenan granos | 106 |
| Figura 30 Capacitación realizada en la escuela primaria | 107 |

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue, realizar un muestreo de maíz importado en cinco centros de almacenamiento de importación de maíz, para determinar la presencia de la aflatoxinas B1, B2, G1 Y G2 utilizando el método de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detección de masas y así mismo identificar las causas de la presencia de estas toxinas. Entre los resultados que se obtuvieron se encuentran que en dos de los centros de almacenamiento, los niveles de aflatoxinas totales superan las 20 ppb establecidas por la norma COGUANOR 34 047, donde las condiciones de almacenamiento influyen en el contenido de aflatoxinas.

Entre los factores que influyen en el contenido de aflatoxinas está el sistema de control de plagas inadecuado, sin monitoreo diario de plagas, silos con material corrosivo y sin mantenimiento, ventilación inadecuada, estibas mal colocadas, basureros sin tapaderas y una manejo inadecuado de la basura, ausencia de capacitaciones en Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento, por lo anterior recomendó implementar un adecuado manejo de control de plagas, realizar capacitaciones periódicas en Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento, las tarimas deben de ser de un material que no sea absorbente ni corrosivo y la ventilación en silos debe ser adecuada en el cual el equipo funcione correctamente dándole el mantenimiento a los sistemas de ventilación, para evitar que estos dejen de funcionar y así la condensación y la humedad dentro del silo sea elevada provocando la aparición de hongos que producen aflatoxinas.

El diagnóstico del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal se realizó a través de un análisis FODA, obteniendo resultados como: se efectúan inspecciones *Ín situ* tanto a empresas como a transporte, verificando Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), emisión oportuna de permisos de importación y de licencias de funcionamiento y de transporte no se cuenta con los recursos necesarios y los fondos económicos para poder cumplir con la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento, de Transporte Importación y Exportación de alimentos para contar con más personal, vehículos, viáticos para los inspectores, lo que genera que no se puedan supervisar las empresas, establecimientos y transportes en el

momento adecuado, atrasando así la generación de licencias y permisos anteriormente mencionadas.

Entre los servicios que se prestaron se encuentran: inspección de empresa y emisión de Licencia Sanitaria de Funcionamiento (LSF), de Transporte, re-inspección y verificación de acciones correctivas, esto último en aquellas empresas que no cumplían con los requisitos mínimos que garantizarán la inocuidad del producto, emisión de permiso de Importación, muestreo de Frutas, granos y hortalizas de importación, capacitaciones en Buenas Prácticas de Manufactura y Agrícolas, y sobre la importancia de la micotoxinas durante el almacenamiento.

Entre los resultados que se obtuvieron se puede mencionar que se emitieron del periodo de febrero a noviembre del 2013 ciento treinta Licencias de Funcionamiento, noventa y cuatro Licencias de transporte, veintinueve rechazos, trescientos veinticuatro permisos de importación, veintiún muestreos, y las capacitaciones de micotoxinas fueron impartidas a profesionales encargados del almacenamiento de granos y las de Buenas Prácticas de Manufactura y Agrícolas se impartieron a niños de escuelas de los grados de primero a sexto primaria de escuelas



CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN – MAGA-

1.1 PRESENTACIÓN

El Ministerio de Agricultura fue creado por el Decreto Legislativo No. 1042, de fecha 21 de mayo de 1920, que copiado literalmente dice: “Decreto No 1042, la Asamblea Nacional Legislativa de la República de Guatemala, DECRETA: Artículo único. Se establece un Ministerio de Agricultura, para que este importante ramo, fuente principal de la riqueza del país, sea atendido como corresponde”, pero este se da bajo el nombre de Secretaria del Despacho de Agricultura de la Secretaria de Agricultura nombre que se le da hasta el año de 1933; el cual con el paso de los años cambia nuevamente de nombre hasta que en el año de 1981 por medio del Decreto Legislativo No. 51-81 que se le da el nombre de Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), nombre con el cual se conoce actualmente.

El MAGA, está estructurado por cuatro Viceministerios, que son el Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Viceministerio de Desarrollo Económico Rural y el Viceministerio encargado de Asuntos del Petén; dentro del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones – VISAR- se encuentra la Dirección de Inocuidad, del cual forma parte el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, el cual tiene como función el velar que los alimentos de origen vegetal, cereales y granos tengan buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de manufactura, con lo cual se garantice un producto higiénico apto para el consumo humano y libre de cualquier contaminante biológico, químico y/o físico. El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, se rige por medio del Acuerdo Gubernativo 969-99, Reglamento para la Inocuidad de los Alimentos, el cual contiene 75 artículos que garantizan la inocuidad de los alimentos. (VISAR, 2012b)

El objetivo Principal de este estudio fue el realizar un diagnóstico del estado actual del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, del Ministerio Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).

A través de este trabajo, se da a conocer que es lo que hace, como lo hace, los recursos con los que cuenta y que es lo que deja de hacer por falta de recursos. El estudio se realizó recabando información por medio de entrevistas, revisión bibliográfica, para luego analizar toda esta información y poder determinar la problemática y sugerir posibles soluciones.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Antecedentes

1.2.1.1 Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA–

Por medio del Decreto Gubernativo número 14 del 24 de agosto de 1871 el gobierno de Guatemala, suprimió el Consulado de Comercio y estableció el Ministerio de Fomento para la protección y mejora del comercio, agricultura, ganadería, artes industriales, obras públicas, líneas telegráficas, caminos, puentes, puertos y otros medios de comunicación; fue el 1 de Agosto de 1899 cuando se creó la Dirección de Agricultura adscrita al Ministerio de Fomento. El Ministerio de Agricultura fue creado por medio del Decreto Legislativo No. 1042 de fecha 21 de Mayo de 1920, sin embargo se le llamaba Secretaria del Despacho de Agricultura de la Secretaria de Agricultura hasta el año de 1933 (VISAR, 2012b).

Por Decretos Gubernativos en el año 1944 se le denominó Secretaria de Estado en el Despacho de Economía y luego Secretaria de Agricultura y Minería, y en 1945 por Decreto Legislativo No.93 del 25 de abril se le llamo Ministerio de Agricultura. Fue en diciembre 1981 cuando el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación recibió el nombre que hasta la fecha conserva, por medio del Decreto Legislativo No. 51-81(UNR, 1999).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala es el encargado de atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiología, esta última en lo que le atañe, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional (MAGA, 2011).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, actualmente está conformado por cuatro Viceministerios que son:

- 1) Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- 2) Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones.
- 3) Viceministerio de Desarrollo Económico Rural.

En la figura 1 se muestra el organigrama del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–



Figura 1 Organigrama del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–

1.2.1.2 Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones – VISAR–

El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación surge como producto del Reglamento Orgánico Interno que obedecen a la nueva estructura de la institución, por medio del Acuerdo Gubernativo 338-2010 de fecha 19 de noviembre 2010 (MAGA, 2013).

El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones se integra con las siguientes dependencias administrativas

- Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos.
- Dirección de Sanidad Vegetal.
- Dirección de Sanidad Animal.
- Dirección de Inocuidad.
- Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura (MAGA, 2013).

En la figura 2 se muestra el Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–



Figura 2 Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–

1.2.1.2.1 Atribuciones del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones

Las atribuciones más importantes con las que debe de cumplir el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones son:

- Contribuir a la protección, preservación, conservación, aprovechamiento y uso sostenible del patrimonio agropecuario y de los recursos naturales renovables.
- Prevención y control de la inocuidad de los alimentos naturales no procesados en todas sus etapas, la regulación del uso de suelo, agua y bosque, a través de la definición participativa de normas claras y estables, para la correcta aplicación de las mismas, en el marco de su competencia.
- Coordinar la elaboración, aprobación y el cumplimiento de las normas y regulaciones, correspondientes al Ministerio.
- Desarrollar el soporte técnico, científico y de infraestructura para el análisis, detección, prevención y atención de la producción y comercialización, en la inspección y certificación, de productos del sector.
- Acreditar y reconocer a profesionales, empresas o entidades no gubernamentales para proveer servicios que el Ministerio establezca, que puedan ser prestados por terceras personas en cumplimiento de la normatividad vigente.
- Buscar escenarios y momentos oportunos para promover la realización de negocios del sector agropecuario y agroindustrial.
- Promover la homologación de los compromisos contenidos en los Acuerdos Internacionales, ratificados por el Estado de Guatemala.
- Velar por la protección, preservación, conservación, aprovechamiento y uso sostenible del patrimonio agropecuario y de recursos naturales (suelo y agua) de las áreas fitozoosanitarias, inocuidad de los alimentos, fitozoogenéticas, agricultura orgánica y otras (MAGA, 2013).

1.2.1.3 Dirección de Inocuidad

La inocuidad de los alimentos es otra de las funciones importantes del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones.

La Dirección de Inocuidad está integrada por los Departamentos de (figura 3):

- Productos de Origen Vegetal
- Productos de Origen Animal e Hidrobiológicos
- Rastreabilidad; Productos Cárnicos y Mataderos
- Laboratorio (VISAR, 2012b).

En figura 3 se muestra el Organigrama de la Dirección de Inocuidad, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–



Figura 3 Organigrama de la Dirección de Inocuidad, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación – MAGA–

1.2.1.3.1 Atribuciones de la Dirección de Inocuidad

- Controlar, vigilar y coordinar la inocuidad de los alimentos no procesados de origen animal y vegetal producidos nacional e internacionalmente, bajo un sistema higiénico aceptable, regulado legal y técnicamente destinados para el consumo humano, ubicando la infraestructura necesaria, que permita al País, velar que se cumpla con la normativa regional e internacional aprobada en el marco de la inocuidad de alimentos.
- Mantener un sistema de supervisión, inspección y certificación en los establecimientos de producción de alimentos inocuos no procesados de producción de acuerdo a la normativa higiénico-sanitaria establecida oficialmente.
- Promover en los establecimientos de alimentos no procesados la adopción de: Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Procedimientos Operacionales Estándar de Saneamiento (POES), Reducción de Patógenos (RP) y Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (HACCP-APPC), así como otras regulaciones relacionadas a la inocuidad.
- Controlar y vigilar la inocuidad de los alimentos no procesados de origen animal y vegetal.
- Normar los sistemas higiénicos sanitarios, para la obtención de alimentos inocuos.
- Velar por el cumplimiento de las Normas Límites Máximos de Residuos (LMR) y Contaminantes.
- Coordinar esfuerzos sectoriales en la inocuidad de alimentos, particularmente con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Ministerio de Economía.
- Elaborar e implementar los programas de inspección, verificación y auditorías técnicas.
- Elaborar reglamentos para la implementación del Sistema de Inspección Higiénico-Sanitarios y emitir las sanciones correspondientes.
- Certificar unidades de producción, centros de acopio y almacenadoras de alimentos naturales de origen vegetal y animal no procesados.
- Determinar la presencia de contaminantes químicos, físicos y biológicos en los alimentos, disponiendo de la infraestructura necesaria.

- Disponer de un registro y control de insumos, productos y alimentos no procesados de origen animal y vegetal.
- Velar por que en el País se cumpla con la normativa regional e internacional aprobada en el marco de la inocuidad de alimentos.

Se encarga de autorizar las importaciones de productos de origen vegetal de productos no procesados, siempre y cuando cumplan con todos los estándares de inocuidad que requiere la Dirección de Inocuidad (MAGA, 2009), (VISAR, 2012b).

1.2.1.3.2 Misión de la Dirección de Inocuidad

Contribuir con la protección de la salud del consumidor a través de la regulación, vigilancia, coordinación y promoción de las acciones dirigidas a facilitar la producción, comercialización y consumo de alimentos no procesados de origen animal y vegetal inocuos, aplicando instrumentos basados en ciencia (MAGA, 2013).

1.2.1.3.3 Visión de la Dirección de Inocuidad

Ser una institución líder de alto reconocimiento a nivel nacional e internacional que garantice la inocuidad de los alimentos, teniendo como base un equipo de profesionales competitivos y un marco jurídico consolidado (MAGA, 2013).

1.2.1.3.4 Principios Fundamentales de la Dirección de Inocuidad:

- A. Proteger la salud de los habitantes del país, mediante el control sanitario de los productos alimenticios, desde la producción hasta la comercialización.
- B. Proteger los objetivos del país desde el punto vista sanitario, en lo relacionado con el comercio internacional de alimentos (MAGA, 2013).

1.2.1.4 Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal es el responsable de velar por la inocuidad de alimentos no procesados de origen vegetal, entre los que se encuentran frutas, plantas medicinales, granos, especias y hortalizas para consumo

humano. Vigila la inocuidad de los alimentos que se consumen en el territorio nacional y los que son exportados a otros países (MAGA, 2011).

El Componente Vegetal del Área de Inocuidad de los Alimentos es el encargado de realizar la verificación en la aplicación de Buenas Prácticas agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura y aspectos de seguridad alimentaria, para el otorgamiento de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento (MAGA, 2011).

El Componente Vegetal del Área de Inocuidad de los Alimentos inspecciona la inocuidad de estos por medio de actividades de auditorías e inspecciones a establecimientos que solicitan el apoyo en temas de ésta índole, y se basan en normativa nacional e internacional emitiendo así Licencias de Transporte y Licencias Sanitarias de Funcionamiento (MAGA, 2013).

Las Licencias Sanitarias de Funcionamiento se clasifican de cuatro formas distintas que son:

- **Licencia Sanitaria de Funcionamiento Clase “A”:** Importadores y Exportadores
- **Licencia Sanitaria de Funcionamiento Clase “B”:** Proveedores a Hoteles, Supermercados, Restaurantes, y similares
- **Licencia Sanitaria de Funcionamiento Clase “C”:** Proveedores a Centros de Mayoreo y Locales Especializados
- **Licencia Sanitaria de Funcionamiento Clase “D”:** Pequeños Productores (Minoristas y Mercados Cantonales) (UNR, 2003).

Los criterios más importantes de inspección que son llamados Puntos Críticos de Control y con los cuales deben de cumplir todas las empresas para que se les sea otorgada la Licencia Sanitaria de Funcionamiento (LSF) y de Transporte (LST) son: supervisión periódica de bodega, almacén y ambiente, infraestructura adecuada, provisión de agua potable, higiene del personal, desinfección de utensilios y equipo, manejo de registros, disponibilidad de sanitarios, lavamanos, jabón y accesorios, tarjeta

de pulmones de los empleados, tarjeta de salud de los empleados, desinfección al transporte, limpieza periódica de ambientes: planta y transporte, estos se pueden observar en la figura 4.



Figura 4 Puntos Críticos de Control con los que cuentan una empresa con Licencia Sanitaria de Funcionamiento y de Transporte

Fuente: Elaboración Propia

Para cada tipo de licencia existen diferentes tipos de puntos críticos de control, es por ello que los inspectores del Departamento de Inocuidad de productos de Origen Vegetal se ayudan de una lista de cotejo diferente, es decir hay una lista de cotejo para transporte, una para Centros de Acopio y una para Plantas Empacadoras de Producto Vegetal.

Todo esto se verifica bajo el Acuerdo Gubernativo 72-2003, el cual es el reglamento para el Otorgamiento de Licencias Sanitarias de Funcionamiento (UNR, 2003).

1.2.1.4.1 Ubicación geográfica, límites y vías de acceso

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, está ubicado en el Departamento de Guatemala, en la zona 13, específicamente en la 7 Avenida 12-90, Anexo Edificio Monja Blanca, a una longitud $90^{\circ} 31'59.99''$ O y una latitud de $14^{\circ}35'23.92''$ N con una elevación de 1504 msnm.

Como se puede observar en la figura 5, el punto Rojo demuestra donde está ubicado el edificio del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.



Figura 5 Ubicación del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal en el MAGA

Fuente: Google Maps

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Realizar un diagnóstico del estado actual del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).

1.3.2 Específicos

- 1) Identificar y describir las principales actividades del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.
- 2) Describir que procesos debe de cumplir el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal para que se cumplan las normas de inocuidad.
- 3) Realizar un análisis FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas y así mismo determinar qué es lo que deja de hacer el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal por falta de recursos.

1.4 METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico del El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal se realizaron las actividades siguientes:

- a) Se realizó el reconocimiento del proceso operativo del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal; mediante la observación y el estudio de sus funciones, acuerdos gubernativos, acuerdos ministeriales, áreas de trabajo, metas, y personal encargado de realizar dichos procesos operativos.
- b) Recolección de información primaria: Se obtuvo información por medio de charlas y entrevistas con los ingenieros, que trabajan en el departamento de Inocuidad.
- c) Revisión de información secundaria: Se realizó recopilación y revisión de información bibliográfica proveniente de libros, documentos y guías que se utilizan en el proceso de asistencia técnica.
- d) Se realizó un análisis FODA, para lograr desarrollar un conocimiento completo de la situación actual e identificar los aspectos positivos y negativos del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.
- e) Clasificación de la información obtenida: Se obtuvo y clasificó la información obtenida para proceder a su análisis y priorización de los problemas.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Actividades del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal

El Componente Vegetal del Área de Inocuidad de los Alimentos es el encargado de realizar la verificación en la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y aspectos de seguridad alimentaria, para el otorgamiento de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento.

El Componente Vegetal del Área de Inocuidad de los Alimentos verifica la inocuidad de estos por medio de actividades de auditorías e inspecciones a establecimientos que solicitan el apoyo en temas de ésta índole, y se basan en normativa nacional e internacional emitiendo así Licencias Sanitarias de Funcionamiento y Licencias Sanitarias de Transporte.

El procedimiento para la obtención de las Licencias Sanitarias de Funcionamiento es el siguiente: obtener y llenar el formato de la solicitud de la licencia, adjuntar la papelería de acuerdo al tipo de empresa que tiene ya sea individual o jurídica, realizar el pago en el Banrural, adjuntar el pago y la papelería y presentarla en la ventanilla de la Oficina de Servicio al Usuario (OSU) zona 13 del MAGA, donde esta es trasladada de esta oficina al jefe del Departamento de Inocuidad Vegetal, el cual asigna a un ingeniero para realizar la inspección higiénico sanitaria a la empresa solicitante, el día de la inspección la empresa debe de tener la papelearía correspondiente al manejo de la planta y así mismo debe de estar funcionando, se emite el dictamen técnico donde si procede la licencia se imprime y se envía a firma del Director de Inocuidad, para luego enviarla a la OSU para que esta la entregue a la empresa correspondiente; si no procede la licencia, se le da tiempo a la empresa para realizar las acciones correctivas correspondiente para emitir la Licencia Sanitaria de Funcionamiento cuando proceda. (figura 6)

El procedimiento para la obtención de Licencias Sanitarias de Transporte es: obtener y llenar el formulario de la solicitud de la licencia, adjuntar la papelería de la empresa, realizar el pago en el Banrural, adjuntar el pago y la papelería y presentarla en la ventanilla de la Oficina de Servicio al Usuario (OSU) zona 13 del MAGA, donde esta es trasladada de esta oficina al Departamento de Inocuidad Vegetal, el ingeniero asignado revisa la papelería y realiza la inspección higiénico sanitaria del vehículo solicitado, el cual debe de ser llevado ese mismo día de la solicitud e ingreso de papelería a las instalaciones del MAGA en la zona 13, solicitante debe de llevar el vehículo limpio con los accesorios (cajas, cajillas, redes) que utiliza para el manejo y traslado de las hortalizas, frutas, granos o especias con las que trabaja; se emite el dictamen técnico y donde si procede la licencia se imprime y se firma, para luego enviarla a la OSU para que esta la entregue a la persona correspondiente; si no procede la licencia, se le da tiempo a la persona para que realice las acciones correctivas en el vehículo para emitir la Licencia Sanitaria de Transporte cuando proceda (figura 7)

Así mismo se emiten permisos de importación de alimentos no procesados de origen vegetal relativos a la inocuidad, donde para poder autorizar un permiso de estos es necesario que la empresa tenga una Licencia Sanitaria de Funcionamiento emitida por el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal del MAGA, el proceso de obtención de este permiso consiste en: obtener y llenar correctamente el formulario de obtención del permiso de importación, adjuntar la papelería correspondiente de la empresa, realizar el pago en el banco, adjuntar el pago y la papelería y presentarla a la OSU, la cual es trasladada al ingeniero encargado de emitir estos permisos en el Departamento de Inocuidad Vegetal, donde verifica que la papelería venga completa con fechas recientes y facturas necesarias para que el permiso proceda, sea impreso y trasladado a Sanidad Vegetal para que emita un permiso Fitosanitario, de lo contrario se rechaza y se notifica a la empresa para que realice las acciones correctivas necesarias para que este permiso proceda. (figura 8),

1.5.2 Procesos de Cumplimiento de las Normas de Inocuidad

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal es el responsable de velar por la inocuidad de alimentos no procesados de origen vegetal, entre los que se encuentran frutas, plantas medicinales, granos, especias y hortalizas para consumo humano.

Vigila la inocuidad de los alimentos que se consumen en el territorio nacional y los que son exportados a otros países así como los que son importados, esto lo hacen por medio del Reglamento para el Otorgamiento de Licencias Sanitarias de Funcionamiento de Establecimientos, Transporte, Importación y Exportación de Alimentos No Procesados de Origen Vegetal, sus Productos y Sub-productos, Acuerdo Gubernativo No. 72-2003.

La inocuidad es monitoreada por medio de las inspecciones basadas en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Almacenamiento y de Transporte; cuentan con listas de cotejo, las cuales tienen los puntos más importantes a evaluar con lo que se hace una ponderación para determinar si procede o no procede la licencia, si esta no procede las empresas deben realizar todas las medidas correctivas para una segunda se puede emitir una licencia ya que el Departamento certifica que las empresas cumplen con todas las precauciones y dan un producto inocuo y de calidad.

1.5.3 Clasificación de las Licencias Sanitarias de Funcionamiento

En el Departamento de Inocuidad de productos de Origen Vegetal para efectos del cumplimiento de las medidas Higiénico-Sanitarias, utiliza los siguientes criterios de inspección y puntos de control para determinar el tipo de licencia que corresponde a la empresa solicitante como se puede observar en el cuadro 1

Cuadro 1 Criterios de inspección y puntos de control para determinar el tipo Licencia Sanitaria de Funcionamiento

| Criterios de Inspección Puntos Críticos de Control | A Importadores y Exportadores | B Proveedores a Hoteles, Supermercados, Restaurantes y Similares | C Proveedores a Centros de Mayoreo y Locales Especializados | D Pequeños productores (Minorista y Mercados Cantoniales) |
|---|--|---|--|--|
| Supervisión periódica | si | si | si | eventual |
| Bodega, Almacén y ambiente adecuado | si | si | si | cuando aplique |
| Infraestructura adecuada | si | si | si | no |
| Provisión de agua potable | si | si | si | cuando aplique |
| Higiene personal | si | si | si | si |
| Filtro microbiológico | si | cuando aplique | cuando aplique | no |
| Desinfección de utensilios y Equipo | si | si | cuando aplique | no |
| Manejo de registros | si | si | cuando aplique | no |
| Embalaje idóneo | si | si | si | cuando aplique |
| Disponibilidad de Pediluvio | si | si | cuando aplique | no |
| Disponibilidad de Sanitario, lavamanos y accesorios | si | si | si | cuando aplique |
| Tarjeta de pulmones | si | si | si | si |
| Tarjeta de salud | si | si | si | si |
| Limpieza periódica de ambientes: Planta y transporte | si | si | si | si |
| Recolección de basura | si | si | si | si |
| Desinfección de transporte | si | si | si | si |
| Análisis microbiológico al alimento | si | cuando aplique | cuando aplique | muestreo oficial |
| Análisis de agua | si | si | si | muestreo oficial |
| Análisis de residuos químicos | si | cuando aplique | cuando aplique | muestreo oficial |
| Refrigeración adecuada | si | si | cuando aplique | ambiente fresco y ventilado |
| Lavado de canastas u otros embalajes | si | si | cuando aplique | cuando aplique |
| Análisis de heces al personal que manipula el producto | si | si | cuando aplique | cuando aplique |
| Etiquetas adecuadas | si | si | cuando aplique | cuando aplique |
| Cuarto frío | si | si | cuando aplique | cuando aplique |
| Control de cadena de frío | si | si | no | cuando aplique |
| Otros | cuando aplique | cuando aplique | cuando aplique | cuando aplique |

Fuente: Reglamento para el Otorgamiento de Licencias Sanitarias de Funcionamiento de Establecimientos, Transporte, Importación y Exportación de alimentos No Procesados de Origen Vegetal, sus Productos y sub-productos, Acuerdo Gubernativo No. 72-2003.

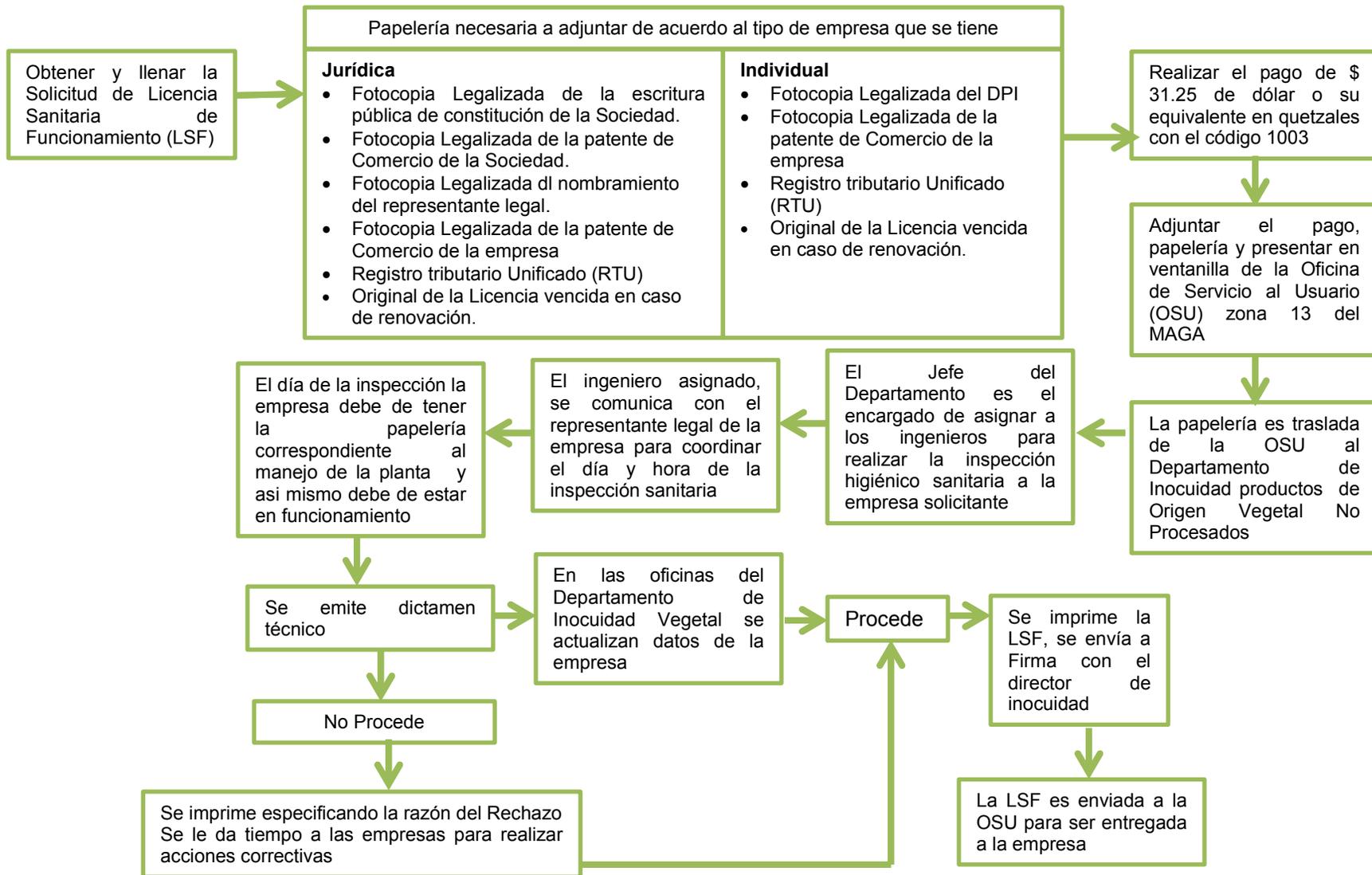


Figura 6 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento

Fuente: Elaboración Propia

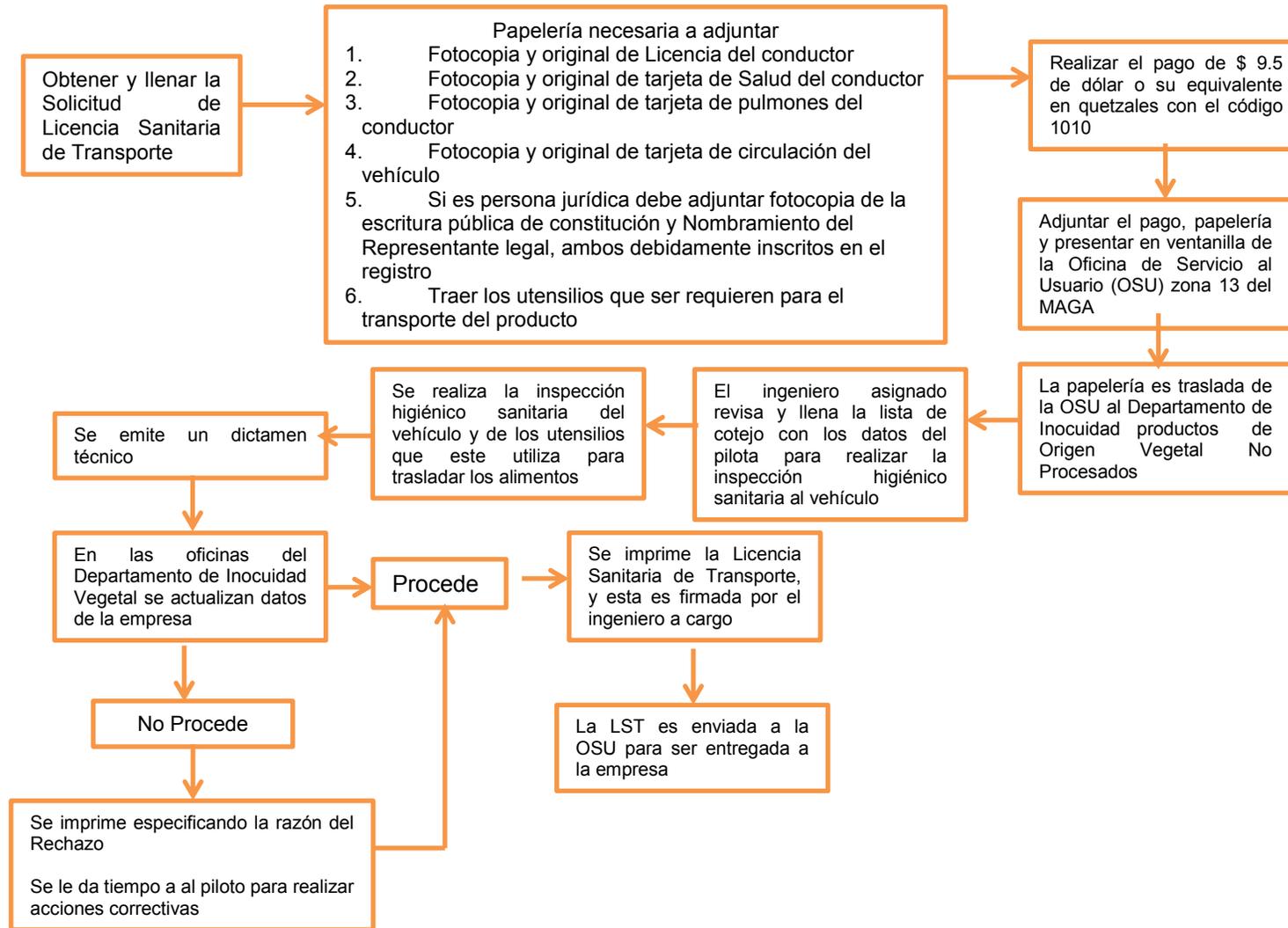


Figura 7 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de la Licencia Sanitaria de Transporte

Fuente: Elaboración Propia

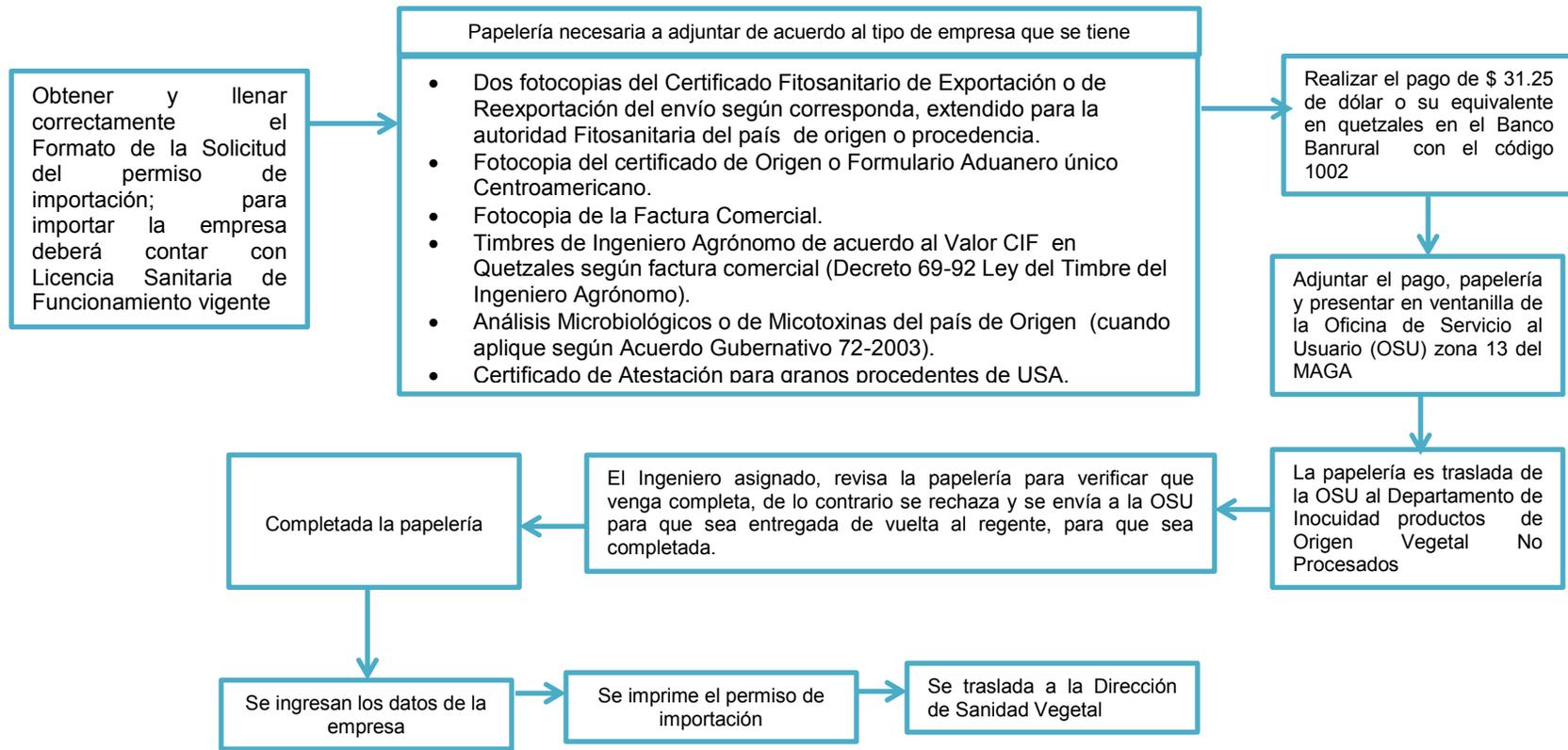


Figura 8 Ruta Crítica de la solicitud y entrega de Permisos de Importación

Fuente: Elaboración Propia

1.5.4 Análisis FODA

Los resultados obtenidos del Analisis FODA son los siguientes:

1.5.4.1 Fortalezas

- Se cuentan con equipo apropiado INTRANET para la elaboración permisos de importación, licencias sanitarias de funcionamiento, licencias de transporte y boletas de rechazo.
- Existe una logística de Importaciones.
- Existe una verificación de la trazabilidad del componente vegetal.
- Se hacen inspecciones *Ín situ* tanto a empresas como a transporte verificando Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
- Los inspectores del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal hablan más de un idioma, entre ellos inglés e Italiano.
- Los inspectores del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal cuentan con capacitaciones a nivel internacional.
- Se cuenta con un buen plan de trabajo.
- Los inspectores del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegeta tienen experiencia en temas de inocuidad, BPM Y BPA.
- Se llevan registros de las empresas exportadoras del país así como las importaciones.
- El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal es quien más emitió Licencias Sanitarias de Funcionamiento entre renovaciones y nuevas licencias en el año 2012, con tan solo 4 inspectores.
- El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, cuenta con los siguientes recursos: 1 Director de Inocuidad, 1 jefe de Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, 2 Inspectores, 1 secretaria, 3 computadoras, 1 vehículo, 2 impresoras, papel bond, Licencias Sanitarias de Funcionamiento, equipo de oficina.

1.5.4.2 Oportunidades

- Emisión oportuna de permisos de importación o de licencias de funcionamiento y de transporte.
- Acuerdos comerciales internacionales para el intercambio de productos vegetales.
- La creación de nuevas empresas para la importación de productos de origen vegetal requieren de Licencias Sanitarias de Funcionamiento y de permisos de importación.
- Acreditación nacional.
- Verificación constante por el gobierno así como por terceros.
- Credibilidad, la promueve la apertura de nuevos mercados.

1.5.4.3 Amenazas

- Bajones de energía eléctrica, que podrían detener la emisión de Licencias Sanitarias de funcionamiento y de Transporte y de permisos de importación.
- El cambio de tecnología a nivel de empresa privada es muy drástico como para poder llevarlo de la mano con la tecnología propia de las instituciones del Estado.
- Cambio y rotación de personal constante debido al cambio de gobierno.
- Limitante del marco legal.

1.5.4.4 Debilidades

- Falta de presupuesto que permita mantener existencia de artículos de oficia.
- Poco personal en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.
- Solo hay un vehículo para realizar las inspecciones.
- Viáticos y gastos de representación son insuficientes (MINFIN, 1998).
- El departamento no cuenta con investigaciones de ninguna índole, debido a la falta de recursos financieros.

1.6 CONCLUSIONES

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, es quien inspecciona la inocuidad de los alimentos por medio de actividades de auditorías e inspecciones a establecimientos que solicitan el apoyo en temas de ésta índole, y se basan en normativa nacional e internacional emitiendo así Licencias de Transporte y Licencias Sanitarias de Funcionamiento

Para que se cumplan con las normas de inocuidad el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal debe velar cada empresa a la que se le brinda auditoria cumplan con los criterios de supervisión periódica, infraestructura adecuada, provisión de agua potable, higiene personal, desinfección de utensilios y equipo, manejo de registros disponibilidad de sanitarios, lavamanos, jabón y accesorios, tarjeta de pulmones y tarjeta de salud de los empleados, desinfección del transporte y limpieza periódica de ambientes: planta y transporte.

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal no cuenta con los recursos necesarios para poder cumplir con la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento, de Transporte Importación y Exportación de alimentos No Procesados de Origen Vegetal, sus Productos y sub-productos.

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal no cuenta con los suficientes fondos económicos para contar con más personal, vehículos, viáticos para los inspectores, (MINFIN, 1998), lo que genera que no se puedan supervisar las empresas, establecimientos y transportes en el momento adecuado, atrasando así la generación de Licencias de transporte y Sanitarias de funcionamiento, lo que provoca malestar en los representantes legales de las empresas así mismo deja de hacer investigación en temas tan importantes como aflatoxinas, salmonelosis y otros casos importantes que ocurren por falta de inocuidad en los alimentos.

1.7 RECOMENDACIONES

- A.** El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, debe de solicitar una ampliación del presupuesto para que cumpla con:
- ✓ La contratación de personal bajo los renglones 022, 029 y 189.
 - ✓ La compra de útiles y accesorios de oficina
 - ✓ Compra de vehículos y de combustible para que los inspectores puedan realizar sus diligencias en todo el país y así evitar que se detengan la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento.
 - ✓ Compra de reguladores de voltaje (UPS) para que cuando se den los bajones de energía no se detengan Licencias Sanitarias de Funcionamiento y de transporte y de permisos de importación.
- B.** El personal que es contratado en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, debe ser contratado por sus capacidades y habilidades y así evitar el cambio y rotación de personal cuando se cambie de Gobierno.
- C.** Crear una forma en la que se puedan fusionar la tecnología a nivel de empresa privada y la tecnología del Estado para que pueda existir una comunicación constante de lo que realiza el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, con la Empresa Privada.
- D.** El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, debe proponer una Actualización, del Acuerdo Gubernativo 397-98, del Ministerio de Finanzas Públicas, del Reglamento de Gastos de Viáticos para el Organismo Ejecutivo y las Entidades Descentralizadas el cual dice en el Artículo 14, que la cuota diaria de viáticos es de Q. 160.00, esto en base al salario del personal; esta cuota actualmente es Insuficiente para realizar las inspecciones al interior del país, lo que genera malestar en el personal que trabaja en el Departamento, ya que en muchas ocasiones ellos costean los gastos de alimentación y hospedaje, así mismo por falta de viáticos se posponen las inspecciones a

las empresas, generando atraso en la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento y de Transporte.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2009. Manual de (funciones), Unidad de Normas y Regulaciones (UNR). Guatemala. 272 p.
2. _____. 2011. Manual de (funciones), Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones - VISAR-. Guatemala. 180 p.
3. _____. 2013. Historia: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (en línea). Guatemala. Consultado 1 mar 2013. Disponible en www.maga.gob.gt
4. MINFIN (Ministerio de Finanzas Públicas, GT). 1998. Reglamento de gastos de viáticos para el Organismo Ejecutivo y las entidades descentralizadas, acuerdo gubernativo 397-98. Guatemala. 3 p.
5. UNR (Oficina de Normas y Procedimientos, Unidad de Normas y Regulaciones, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), GT. 1999. Reglamento para la inocuidad de los alimentos, acuerdo gubernativo no. 969-99. Guatemala. 27 p.
6. _____. 2003. Reglamento para el otorgamiento de licencias sanitarias para el funcionamiento de establecimientos, transporte, importación y exportación de alimentos no procesados de origen vegetal, sus productos y sub-productos, acuerdo gubernativo no. 72-2003. Guatemala. 11 p.
7. VISAR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, GT). 2012a. Inocuidad (en línea). Guatemala. Consultado 1 mar 2013. Disponible en http://visar.maga.gob.gt/?page_id=58
8. _____. 2012b. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR) (en línea). Guatemala. Consultado 1 mar 2013. Disponible en <http://visar.maga.gob.gt>



2 CAPÍTULO II DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN MAIZ ALMACENADO EN CINCO EMPRESAS IMPORTADORAS, GUATEMALA

2.1 INTRODUCCIÓN

La actitud del hombre frente a la contaminación fúngica de los alimentos se ha ido modificando por el reciente descubrimiento relacionado con la capacidad que tienen los hongos contaminantes de producir una gran variedad de metabolitos secundarios, denominados micotoxinas.

Las micotoxinas son un grupo de aproximadamente 600 toxinas diferentes, de las cuales las más conocidas son las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 que son derivados del género *Aspergillus*. De estos el problema más relevante es que una sola especie de hongo puede producir una o varias toxinas diferentes, también puede darse que diferentes géneros y especies de hongos produzcan una misma toxina.

Las micotoxinas presentan estructuras químicas diversas, pero todas son compuestos orgánicos de masas moleculares relativamente bajas y han sido involucradas tanto en brotes de enfermedades que afectan a diversas especies animales así como en una amplia variedad de enfermedades humanas, desde la gastroenteritis hasta el cáncer.

Cada micotoxina tiene diferente forma de manifestarse en cuanto a síntomas y patologías, afectando órganos y sistemas diferentes según la toxina que contenga. En general estas son acumulativas o bien residuales, por ello causan problemas patológicos presentando cuadros de tipo crónico que se van dando a medida que se van consumiendo alimentos derivados de los granos contaminados, por ello son carcinogénicas, inmunodepresoras (deprimen el sistema de defensa natural del organismo) teratogénicas (malformaciones de tipo embrionario) nefro y hepato-tóxicas, y algunas son neurotóxicas.

En la agricultura, existe un gran impacto económico debido a las pérdidas que se generan por las micotoxinas, ya que un producto contaminado en el campo o en el área de almacenamiento puede ser desechado en forma parcial o total, según el grado de contaminación. Los mercados pueden restringirse, el precio puede reducirse por la contaminación y tener alzas por la escasez, y los rendimientos son bajos debido a no se llega al rendimiento óptimo; así mismo las reglamentaciones existentes en los diferentes países, también generan mayores costos. Desde el punto de vista interno, los gobiernos, también incrementarían sus costos en actividades de investigación, de educación, de extensionismo,

de monitoreo y control y en estudios destinados a establecer los límites de tolerancia de las micotoxinas.

La mayoría de los granos son susceptibles de la invasión de mohos durante algunas de sus etapas como la de producción, procesado, transporte y almacenamiento, siendo esta última una de las más importantes; si el grano ha tenido un almacenamiento inadecuado donde han predominado factores que predisponen al crecimiento de los hongos (humedad y temperaturas elevadas, mal secado, entre otros) se tendrá la probabilidad elevada que durante su crecimiento haya generado la producción de una o varias micotoxinas, las cuales son absorbidas por el grano.

En Guatemala, según el reglamento a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos de la FAO (2003b) se han incrementado las concentraciones de micotoxinas y aflatoxinas en la materia prima principalmente de maíz y soya que es importada y con las cuales se maquila alimento terminado para el consumo humano, lo que produce no solo diferentes cuadros sintomáticos en humanos sino pérdidas económicas, afectando diversas empresas. Es importante mencionar que según la FAO, la aflatoxina es la sustancia natural más cancerígena que existe; en Guatemala el maíz es el alimento primordial de la canasta básica y por lo tanto la detección de estas toxinas puede evitar que las personas contraigan enfermedades que provoquen el deterioro de su salud y hasta muerte. Así mismo se garantizara que el maíz que está en el mercado es un producto inocuo, apto para su venta y por lo tanto para su consumo.

El Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, en sus principios fundamentales tiene como objetivo principal el de proteger la salud de los habitantes del país, mediante el control de inocuidad de los productos alimenticios las aflatoxinas en el maíz es por ello que en este estudio se determinó el contenido de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 en maíz almacenado en cinco empresas importadoras de este grano, utilizando el método de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detección de masas; se identificaron en las empresas las causas de la presencia de estas toxinas con una lista de cotejo y se dieron recomendaciones del almacenamiento en aquellas empresas que el resultado fue por encima de la Norma COGUANOR NGO 43 047.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Maíz

2.2.1.1 Áreas de producción nacional de maíz

En Guatemala se cuentan con dos áreas para el cultivo de maíz; áreas de tierras altas caracterizados por climas templados a semifríos y áreas de tierras bajas caracterizado por climas tropicales y sub-tropicales (Agreguima, 2012).

La potencialidad para el cultivo de maíz en tierras bajas (figura 9) es de 1, 231,100 ha que comprenden principalmente los departamentos de Peten, Alta Verapaz y Jutiapa. En Tierras Altas la potencialidad es de 521,773 ha y los departamentos con más potencialidad son: Quiche, Chimaltenango y Totonicapán, como se observa en la figura 10 (Agreguima, 2012).

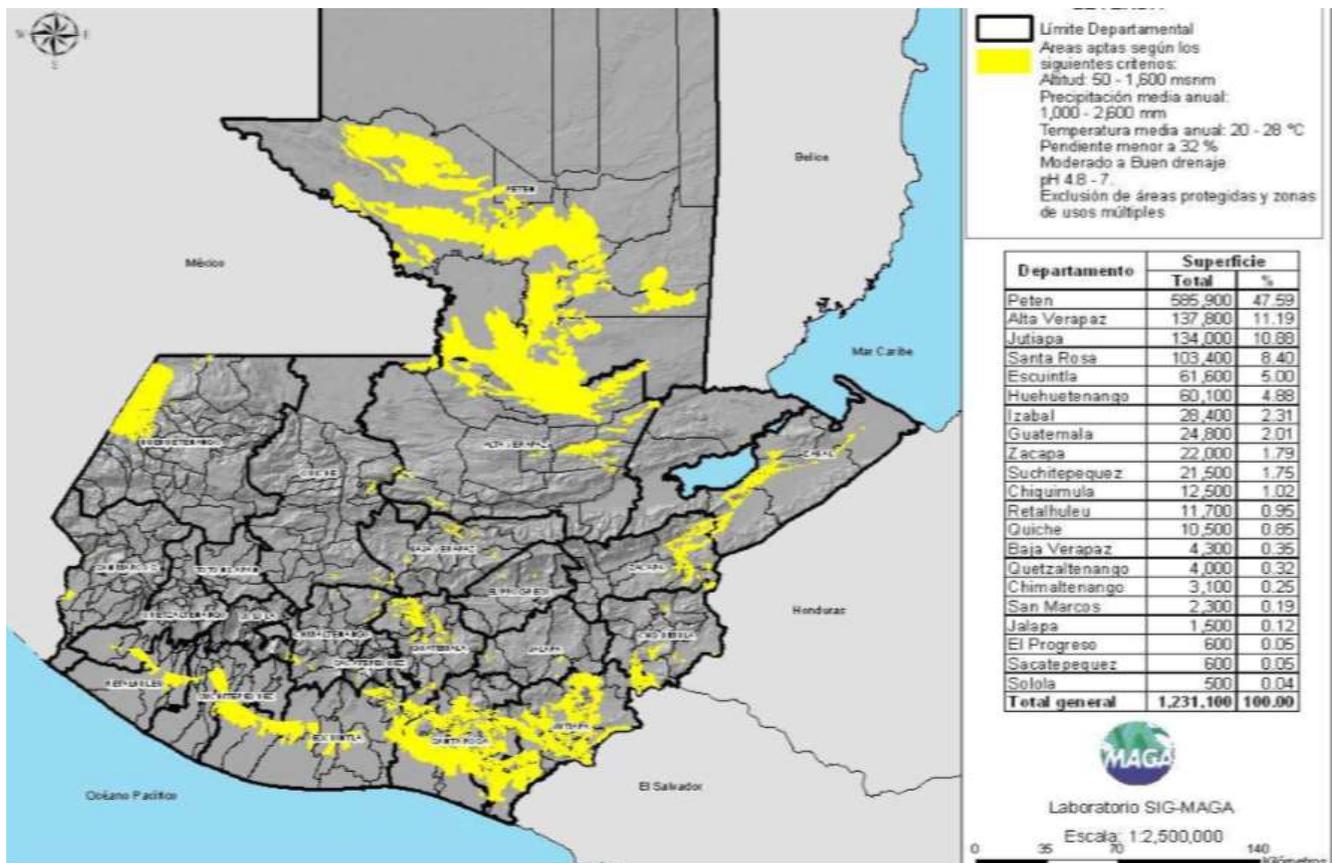


Figura 9 Áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de Maíz en condiciones tropicales y Subtropicales
Fuente: Agreguima

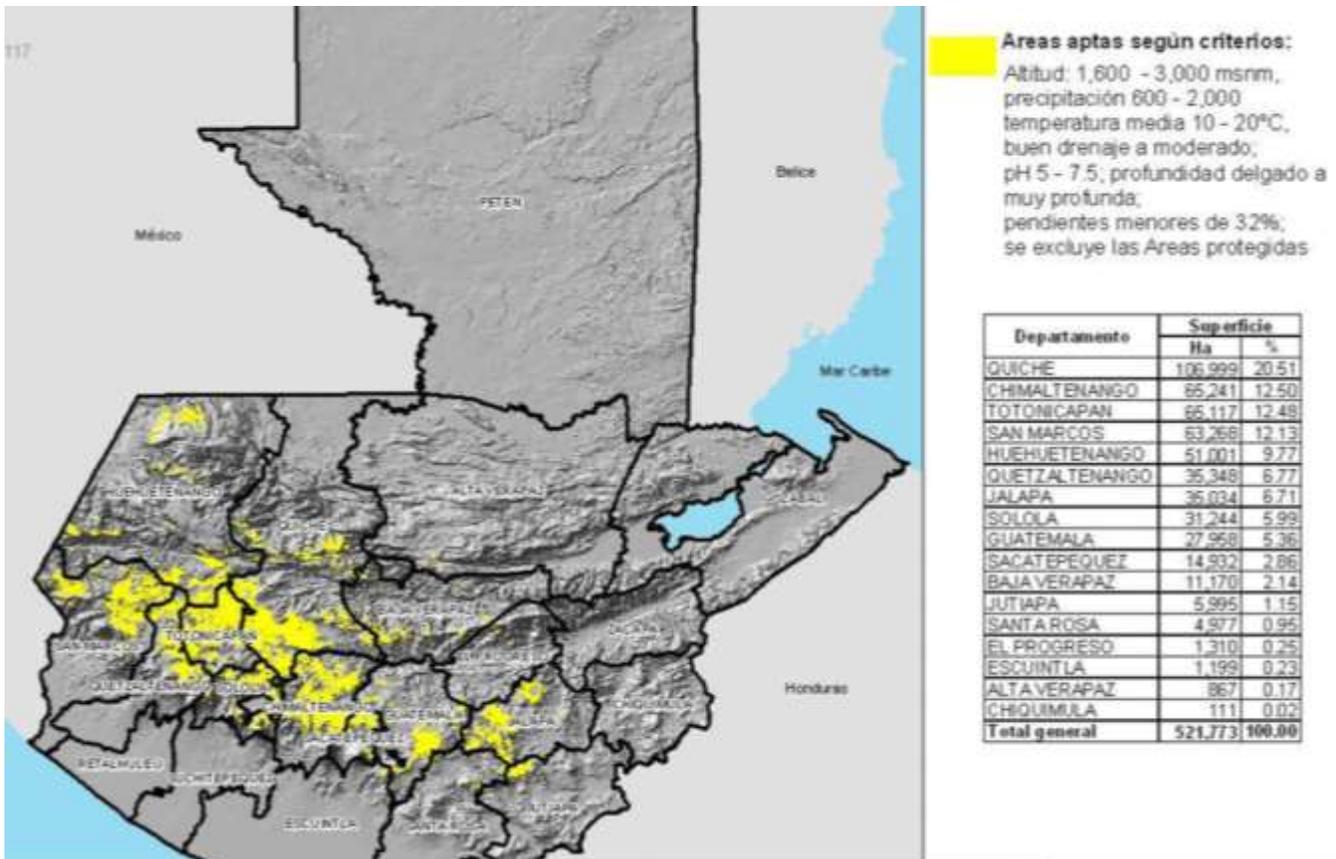


Figura 10 Áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de Maíz en condiciones templadas a fríos
 Fuente: Agrequima

El maíz es una planta sumamente adaptable en diferentes pisos ecológicos y es cultivado en todo el territorio nacional, pero también necesita de ciertas condiciones edafo-climáticas tales como temperaturas medias y precipitaciones anuales, altitud sobre el nivel del mar, pendiente, drenaje, profundidad efectiva y pH, cuyos valores favorables se detallan en el cuadro 2

Cuadro 2 Condiciones edafo-climáticas favorables para el cultivo de maíz en Guatemala

| Condiciones | Valores favorable para el maíz (zona templadas y tropicales) |
|--------------------------------|--|
| Climáticas | |
| Temperaturas medias anuales | 10-28 °C |
| Precipitaciones anuales | 900 a 2,600 mm |
| Topográficas | |
| Altitud sobre el nivel del mar | 50 a 3,000 msnm |
| Pendiente del terreno | Menores al 32% |
| Edáficas | |
| Drenaje | Moderado a buen drenaje |
| Profundidad efectiva | Delgado a muy profundo |
| pH | 4.8 a 7.5 |

Fuente: Agrequima

Los productores nacionales de maíz se dividen en dos grandes grupos, los que cultivan para el autoconsumo, que pueden producir excedentes marginales, y los que conforman los productores comerciales que dependen de la venta de maíz (Fuentes López, 2005).

En ambos casos, existen problemas similares en el proceso de producción. La producción de maíz para el año agrícola 2012-2013 se incrementó en un 2.6% en relación al año 2011-2012, debido al aumento del área cosechada y de los rendimientos, los cuales se incrementaron en 1% y 1.6% respectivamente (MAGA, 2013b).

Sin embargo aunque se muestra un crecimiento continuo de la producción, todavía es necesario importar maíz para cubrir la demanda total y estacional. Estacionalmente las cosechas se ven disminuidas de mediados de Marzo a mediados de Agosto, acentuándose una escasez de maíz en el período de Mayo a Julio. Durante estos meses los mercados se abastecen de reservas de maíz almacenado y de las importaciones; en ésta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por la limitante de recursos para la compra de maíz, MAGA, (2013b) así mismo los rendimientos dependen en gran medida de los insumos para la producción y de su precio. La falta de recursos por la ausencia de créditos para el sector resulta en una elevación de costos. Los créditos ofrecidos en el mercado informal tienen tasas de interés muy elevado, y la falta de liquidez también causa atrasos en la utilización de tecnología, como es el uso de semillas mejoradas y otros insumos. A esta situación se agrega la deficiente o nula existencia de programas de

capacitación y asistencia técnica para los productores. Por otro lado, el aumento de los rendimientos se limita por los ambientes ecológicos en que se desarrolla el cultivo del maíz: muchas de las áreas con maíz son de bajo potencial (laderas con alta pendiente, suelos de vocación forestal) (Fuentes López, 2005).

Los altos costos de producción que resultan de la ineficiencia técnica se traducen en altos precios al consumidor, con graves consecuencias para la seguridad alimentaria. Esta es también la principal causa de la escasa competitividad del producto nacional para entrar al procesamiento industrial, y de las elevadas importaciones de maíz a Guatemala (Fuentes López, 2005).

2.2.1.2 Situación actual del maíz

El problema central en torno al maíz es que la producción de Guatemala no cubre la demanda total nacional, así mismo como la existente estacionalidad donde disminuye la producción nacional (de marzo a mediados de agosto, siendo más acentuado esto en los meses de mayo a julio) lo cual genera una necesidad de importar maíz, lo que influye en el desequilibrio de la balanza comercial de Guatemala. La débil oferta nacional también provoca aumentos en los precios del maíz, a pesar de las escasas ganancias del sector productivo. Los altos precios, en combinación con la crisis económica que afecta un amplio sector de guatemaltecos pobres a raíz de la problemática del café, vienen causando un aumento de los niveles de inseguridad alimentaria (Fuentes López, 2005) (MAGA, 2013b).

2.2.1.3 Calidad e inocuidad del maíz nacional

Otra limitante para la producción de maíz es la baja calidad e inocuidad del producto nacional. Esto influye directamente en la seguridad alimentaria de la población. La elevada incidencia de micotoxinas, sustancias tóxicas producidas por hongos, trae como consecuencia problemas a la salud humana.

Las normas de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR NGO), número NTG 34 243, donde se establece que "...se debe de tener un análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) para cualquier sector de la cadena alimentaria, donde ya se cuenten con programas, como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), conformes a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius, los Códigos de Prácticas Pertinentes, Procedimientos Operacionales Estándar de Saneamiento (POES) y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas prerequisites son necesarios para el sistema de HACCP, incluida la capacitación, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema." COGUANOR, (2007). El conocimiento de esta normativa es escaso entre los productores y comerciantes, debido a la falta la asistencia técnica en este campo. Como resultado de todo ello, el manejo agronómico y post-cosecha es generalmente inadecuado, y para mejorarlo faltan facilidades adecuadas de transporte, secado y almacenamiento, lo que genera una serie de acontecimientos que dan origen a las aflatoxinas y fumonisinas en el grano (COGUANOR, 2007).

2.2.1.4 Importación de maíz

Los datos contenidos en el libro El Agro en Cifras del año 2013, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- desde el año 2003 al año 2013 se reporta la importación de un total de 459,743.79 toneladas métricas solo de maíz blanco, y según el banco de Guatemala desde el año 2002 al año 2013 se han importado en dólares 1, 721, 155,964 como se muestra en el Cuadro 3, para suplir la demanda nacional, sobre todo desde Estados Unidos MAGA, (2013a). Se debe observar que la mayor parte del grano importado no es apto para el consumo humano (el llamado maíz nº 2) y sólo sirve para producir pienso compuesto para animales, especialmente pollos y cerdos.

Cuadro 3 Guatemala: Valor (CIF) de las Importaciones y Valor (FOB) de las Exportaciones de Maíz de los años 2002-2013, Cifras en Dólares

| | Importaciones | Exportaciones |
|--------------|----------------------|----------------------|
| 2002 | 69,719,753 | 3,977,689 |
| 2003 | 69,387,449 | 3,602,095 |
| 2004 | 84,234,628 | 7,816,960 |
| 2005 | 88,505,116 | 7,710,715 |
| 2006 | 116,535,095 | 8,968,115 |
| 2007 | 150,143,390 | 9,433,162 |
| 2008 | 176,834,738 | 13,813,422 |
| 2009 | 151,872,516 | 8,061,266 |
| 2010 | 149,437,572 | 9,337,320 |
| 2011 | 234,862,114 | 8,528,235 |
| 2012 | 223,736,991 | 3,349,385 |
| 2013 | 205,886,602 | 4,862,296 |
| Total | 1,721,155,964 | 89,460,660 |

Fuente: Banco de Guatemala

Después de varios años de haber estado almacenado, este maíz ha disminuido en calidad y se vende a un precio menor que el maíz que se destina al consumo humano. El precio del maíz en Guatemala también se ve influido por los subsidios que reciben los productores de maíz estadounidense. Además del maíz amarillo para consumo animal, se trae cantidades menores de maíz blanco y amarillo de mayor calidad para la elaboración de harinas, cereales y fritos. Fuentes López, (2005) En el cuadro 4 se muestra la importación y exportación de maíz en el período 2003-2012.

Cuadro 4 Comercio exterior de maíz para consumo humano, Periodo 2003-2013

| Año | IMPORTACIÓN | EXPORTACIÓN |
|--------------|-------------------|------------------|
| | TM | TM |
| 2003 | 9,527.57 | 50.6 |
| 2004 | 38,610.75 | 566.36 |
| 2005 | 78,206.93 | 457.09 |
| 2006 | 80,426.15 | 8.78 |
| 2007 | 58,143.62 | 4,094.29 |
| 2008 | 19,558.90 | 11,977.73 |
| 2009 | 39,092.91 | 2,153.46 |
| 2010 | 24,745.31 | 2,127.54 |
| 2011 | 41,548 | 14,164.00 |
| 2012 | 36,393.62 | 2,568.63 |
| 2013 | 33,490.03 | 3,751.88 |
| TOTAL | 459,743.79 | 44,793.07 |

Fuente: Banco de Guatemala y el agro en cifras 2013

Ante los riesgos sociales que podría traer la importación masiva del maíz por el Tratado de Libre Comercio, se han tomado medidas que limitan la importación y protegen a los productores de maíz guatemaltecos. Para el maíz blanco existe un arancel elevado (20% del valor al llegar al puerto). Como consecuencia, las importaciones de grano de este color no son sustanciales, se concentran en las épocas con elevados precios de mercado para el maíz blanco nacional y sólo se destinan a la industria de harina, no al mercado de maíz en grano.

Las importaciones más altas son exclusivamente de maíz amarillo. Sin embargo existe una normativa que regula la importación del maíz amarillo por medio de un contingente, dentro de este contingente existe un arancel de 5%, mientras que fuera del contingente se cobra el 15% del valor del maíz importado al llegar al puerto. Cada año se negocia el volumen del contingente entre los productores de maíz organizados y el sector industrial, presidido por representantes del gobierno. El fin de la normativa es separar artificialmente el mercado nacional de grano del mercado internacional, y pone un filtro: el producto internacional sólo llega al mercado nacional de una forma procesada (Fuentes López, 2005).

El efecto neto es que las importaciones dependen no tanto de la demanda nacional de maíz en grano, sino de la demanda de artículos que son productos de la transformación de maíz amarillo, como la carne de pollo, de cerdo y boquitas. El producto nacional compite con el internacional sólo para el procesamiento industrial y no en el mercado nacional de grano, que prácticamente suple la demanda nacional no industrial en su totalidad (Fuentes López, 2005).

2.2.2 Manejo del maíz en almacenamiento

El principio básico del almacenamiento es que se deben de guardar los granos secos, limpios y sanos. Cuando los granos se guardan sin alteraciones físicas y fisiológicas, mantienen todos los sistemas propios de autodefensa y se conservan mejor durante el almacenamiento. Son tan importantes las características y condiciones de los granos al entrar al sistema, como la tecnología de pos cosecha en sí misma (Casini, 2007).

Todo grano dañado, roto o alterado en su constitución física es propenso a un mayor riesgo de deterioro. El mismo problema se presenta cuando se guardan granos sucios (tierra, impurezas, etc.). Estas deficiencias favorecen el ataque de hongos, bacterias, insectos y ácaros (Casini, 2007).

2.2.2.1 Cosechar con un nivel apropiado de humedad

La cosecha con alto contenido de humedad implica depender necesariamente del secado; por otro lado, si el producto se cosecha muy seco, se aumenta el riesgo de pérdida en el campo y de daño por pájaros, roedores, insectos o lluvia (SAGARPA, 2007).

2.2.2.2 Secado

Antes de almacenar el grano se tiene que determinar si la humedad del grano ya está apta para ser almacenada. En la cosecha el grano tiene humedad del 25 al 30 %, al momento del desgrane tiene humedad del 14 al 16 % y para el almacenamiento debe tener humedad del 12 al 14 %. Los granos deben secarse en forma artificial o por exposición directa al sol. Si el producto será usado como semilla, en el secado artificial, debe cuidarse que la temperatura no dañe al embrión (SAGARPA, 2007) (Valdivia Lorente, 2011).

2.2.2.3 Limpieza del producto

Después del desgrane o trilla de la cosecha, se deben eliminar al máximo los granos quebrados, los residuos de cosecha, polvo y los restos de tierra e insectos vivos o muertos, ya que el grano sucio o dañado se deteriora más rápido en el almacén y facilita el calentamiento y el desarrollo de plagas y enfermedades (SAGARPA, 2007).

2.2.2.4 Protección de granos o semillas

De preferencia el almacenamiento debe efectuarse en envases que eviten el ataque de organismos. Se recomienda el tratamiento con agroquímicos, siempre y cuando no exista riesgo de daño a la salud, en los casos en que el producto almacenado se use en la alimentación (SAGARPA, 2007).

2.2.2.5 Tipo de estructura o ambiente

Entre los ambientes o estructuras que se pueden utilizar para almacenar los granos de maíz se encuentran:

- a) **Silo metálico:** El silo metálico representa una barrera física contra ratas insectos y animales domésticos, se puede almacenar granos de granos básicos por largos periodos de tiempo, manteniendo la calidad (Valdivia Lorente, 2011).

- b) **Barriles metálicos y canecas plásticas:** Son recipientes en los que se transportan aceites, lubricantes o combustibles y que tienen capacidad de 55 galones (Valdivia Lorente, 2011).
- c) **Bolsa plástica:** son buenos recipientes de almacenamiento hermético de pequeñas cantidades de granos, especialmente los que se van a utilizar como semillas (Valdivia Lorente, 2011).
- d) **Troja mejorada con patas:** es una estructura de madera con techo de lámina de zinc, teja o paja y protección anti-ratas, sigue los mismos lineamientos que la troja tradicional con manejo mejorado, la diferencia consiste en que esta estructura está a prueba de roedores por estar elevada a 1 metro del piso. Las dimensiones varían de acuerdo a la necesidad del productor y puede ser rectangular o cuadrada. Se construye de madera de la localidad y puede ser aserrada o rolliza (Valdivia Lorente, 2011).

No importa qué tipo de estructura se escoja para el almacenamiento del maíz lo que sí es importante es que el ambiente debe ser seco, fresco, sin goteras y que reduzca el intercambio de humedad entre el producto almacenado y el ambiente; debe evitar los cambios bruscos de temperatura cuando esta fluctúe en el ambiente exterior (SAGARPA, 2007), (Valdivia Lorente, 2011).

2.2.2.6 Limpieza y desinfección del almacén

La estructura debe limpiarse en sus paredes, techos y piso, procurando eliminar el polvo, basura, productos almacenados infestados, paja, insectos y toda fuente de contaminación. En lo posible deben fumigarse. Se sugiere reparar grietas de las paredes, techos y puertas del almacén, ya que sirven de refugio a las plagas o como puntos de entrada de la humedad.

2.2.2.7 Inspecciones

Al menos cada mes deben inspeccionarse los productos almacenados, para detectar con toda oportunidad la presencia de insectos, hongos y roedores. Se recomienda además medir la humedad y la temperatura durante dichas inspecciones, ya que el aumento de alguna de ellas o de ambas indica que el producto almacenado tiene riesgos de deterioro (SAGARPA, 2007).

2.2.3 Historia de las micotoxinas

Los primeros casos de micotoxicosis conocidos se dieron en la Edad Media, según las descripciones el envenenamiento se dio por el cornezuelo; en el cual se registraron epidemias cuyo síntoma característico era gangrena de pies, piernas, manos y brazos, se decía que las personas eran consumidos por el fuego sagrado y se ennegrecían como el carbón, por lo que la enfermedad se denominó Fuego Sagrado o Fuego de San Antonio, en honor al beato en cuyo santuario se buscaba la curación (Arango, 2006).

En 1815 fue posible determinar la naturaleza fúngica del parásito del Cornezuelo del Centeno y en 1875 se identificaron los componentes tóxicos del hongo, *Claviceps purpurea*, como responsables del ergotismo (Carrillo L, 2007).

En 1912 Quevedo, en la Argentina, describió la acción de los metabolitos tóxicos de un *Aspergillus* del maíz sobre varias especies animales, (Carrillo L, 2007) lo que constituye la primera observación científica de las micotoxicosis en Suramérica (Mendizabal, 2000).

En Illinois, Estados Unidos, murieron 5,000 caballos en 1934 debido al consumo maíz infectado por micotoxinas, tras lo ocurrido en 1939 se aislaron dos endotoxinas del *Aspergillus fumigatus*: una hemolítica y otra pirógena (Arango, 2006).

En 1940 el distrito de Orenburg (URSS) se vio afectado por una epidemia de aleukia (leucopenia) tóxica alimentaria (ATA), enfermedad que disminuye los glóbulos blancos y disminuye la resistencia a las enfermedades, debido al consumo de mijo contaminado con tricótesenos, produjo numerosas muertes, llegando hasta el 10% de la población en algunas

comarcas. Se identificó como responsable la toxina T-2 (tricótesenos) producida por el hongo del género *Fusarium* (Arango, 2006).

En el año de 1960 la aparición de una enfermedad en los pavos en Inglaterra, que llevó a la muerte a 100.000 pavipollos denominada la enfermedad X (Arango, 2006). Las investigaciones posteriores condujeron al establecimiento de la micotoxicología, los estudios histopatológicos de los pavos afectados revelaron daños en el tejido hepático, asociado a necrosis en el ducto biliar. Paralelamente se aisló de las muestras *A. flavus* y *A. parasiticus* que han sido identificados como productores de toxinas. La fuente de intoxicación fue el alimento contaminado a base de harina de cacahuete (Larondelle, 2008).

Actualmente las micotoxinas son objeto de interés mundial debido a las importantes pérdidas económicas que acarrearán sus efectos sobre la salud de las personas, la productividad de los animales y el comercio nacional e internacional. En los países en desarrollo, donde los alimentos básicos (como el maíz y el maní) son susceptibles de contaminación, la población se verá también probablemente afectada de forma significativa por la morbilidad y las muertes prematuras relacionadas con las micotoxinas (FAO, departamento de Agricultura, 2003).

2.2.3.1 Estudios realizados en Guatemala

Entre las investigaciones, tesis y estudios sobre las micotoxinas y aflatoxinas se encuentran las siguientes, las cuales aparecen en orden cronológico de publicación

- J. Crespo, efectuó en el Año de 1979 una tesis titulada: Incidencia De La Contaminación De aflatoxinas En Granos De La Costa Sur De Guatemala, en la cual describió como el maíz es el producto más susceptible a ser contaminado por aflatoxinas presentado una contaminación máxima de 1650 µg/kg (Mendizabal, 2000).

- E. Rodríguez Arreaga, efectuó en el año de 1987 una tesis titulada: Presencia De Aflatoxinas En Huevos Producidos En Las Granjas Avícolas Del Departamento de Guatemala. En donde demostró que el 7.6% de las muestras fueron positivas para aflatoxinas y que la concentración está por debajo del límite permitido por la Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR NGO (Salazar, 2008).
- I. Díaz Morales, determinó en el año de 1990, Los Niveles De Aflatoxinas En Tortillas y Granos De Maíz, Procedentes De La Aldea La Espinilla, Río Hondo Zacapa. De las muestras analizadas por el método de Davis modificado, el 41% mostraron resultados positivos, detectando aflatoxinas B1 y B2 (Ariño, 2008).
- Gremial Nacional de Trigueros (1984/85 - 1995/96), Asociación Nacional de Trigueros - ANAT- y Banco de Guatemala. Estadísticas históricas de producción de granos básicos en Guatemala. En donde describieron que las toneladas totales de maíz producidas desde 1985 hasta el año 2000 se han mantenido alrededor de 1'200,000 T. con rangos que van desde un millón trescientas mil, hasta niveles menores al millón de toneladas, especialmente después del efecto del Huracán Mitch en 1998. (Mendizabal, 2000)
- En el año de 1997 R. Gonzales, Salas, realizó un estudio llamado: Desafíos En La Lucha Contra Las Micotoxinas. En donde concluye que actualmente es ampliamente reconocido que los programas de seguridad que se llevan a cabo en los alimentos de consumo humano y animal deben estar basados en un control estricto, una buena práctica agronómica, buenas prácticas de procesamiento y manipulación y la aplicación del concepto Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC). Y que a pesar de los grandes logros que se han obtenido en el campo de la prevención y control de la contaminación de micotoxinas a nivel internacional, aún en Latinoamérica y Asia se deben implementar programas de mayor envergadura hacia este objetivo (Mendizabal, 2000).

- En el año de 1998 Erick Ramón Letona V., realizó una tesis titulada: Estudio Preliminar Del Punto Crítico De Contaminación De La Manía (*Arachis hypogaea L.*) Con Aflatoxinas Durante El Proceso De Post Cosecha En La Aldea Shororagua, Chiquimula, Chiquimula. En la cual describió que la mayor concentración de contaminación con aflatoxinas fue en el momento de la cosecha con un valor de 805.8 µg/kg (Mendizabal, 2000).
- Carballo, Rosal C. en el año 2003 realizó una evaluación de la calidad de los alimentos balanceados producidos en una industria avícola de la ciudad de Guatemala, en donde se encontró que después de 150 días las micotoxinas no fueron sensibles en su totalidad para el alimento A, no se detectó Ocratoxina para este alimento. Sin embargo, para los alimentos B y C fueron identificadas y cuantificadas las cinco micotoxinas analizadas (Mendizabal, 2000).
- Gimeno, Alberto, escribió en el 2004 un artículo titulado Aflatoxicosis en Humanos Provocada por el Consumo de Alimentos Contaminados, que no son de Origen Animal, en el cual describe todo lo relacionado con las aflatoxinas, la aflatoxicosis, y enumera casos de aflatoxicosis documentados. También describe la posición actual en la Unión Europea (Mendizabal, 2000).
- En el año 2008. Luisa Fernanda Salazar, escribió artículo titulado Determinación De La Presencia De Aflatoxinas En Granos De Maíz (*Zea mays*) Producidos En Petén y Distribuidos En La Central de Mayoreo De La Ciudad Capital, y Elaboración De Un Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC), en el cual describe la presencia de aflatoxinas en el 28.57% de la muestra que además de ello presentaban daños físicos y así mismo utilizó las 12 tareas del APPCC para su estudio (Mendizabal, 2000).

Los demás estudios que existen sobre las micotoxinas existen han sido por estudiantes de último año de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, (USAC), estudios que van dirigidos hacia el alimento animal.

2.2.4 Hongos

Los hongos son organismos eucariotes (su ADN está contenido en un núcleo). Los hongos pueden vivir a expensas de tejidos vivos de un organismo, ya que son incapaces de fabricar su propio alimento por carecer de clorofila. Al existir esta unión, los azúcares y aminoácidos del huésped son absorbidos por los hongos, por lo que ocasionan enfermedades; o bien le causan la muerte por toxinas o la destrucción de tejidos por enzimas (Salazar, 2008).

2.2.5 Micotoxinas

Las micotoxinas son productos resultantes del metabolismo secundario de los hongos, lo que quiere decir que no tienen una función directa sobre el metabolismo del hongo sino que es un factor de defensa para un medio hostil y además actúan como antibióticos favoreciendo la prevalencia del hongo frente a otros microorganismos, (Carrillo L, 2007) muchos de los cuales son tóxicos para las plantas, animales, y sobre todos los humanos por que pueden desencadenar cuadros graves de toxicidad cuando las condiciones medioambientales son favorables para su producción por lo que es muy importante su prevención. (Moscoso, 2001)Estos metabolitos que enferman o matan a los animales y humanos que los consumen se conocen como micotoxinas y la afección se llama micotoxicosis (Santos, 2007).

Las micotoxinas más importantes desde el punto de vista agroalimentario son las aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxinas A, tricocenteno y zearalenona. (Salazar, 2008) y las especies de hongos que las producen son *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*.(Carrillo,2007) (Santos, 2007).

Las micotoxinas en los alimentos consumidos por seres humanos constituyen un problema que comienza en el campo y continúa durante el almacenamiento y la comercialización, (Carrillo L, 2007) cuya única solución es prevenir el crecimiento fúngico. Se ha comprobado la acción de unas pocas toxinas en brotes de intoxicación humana y animal, las otras han sido ensayadas en animales de experimentación (Moscoso, 2001).

La presencia de las micotoxinas en los vegetales puede deberse principalmente a la infección de la planta en el campo por el hongo patógeno o a la colonización por los

saprobios, al crecimiento de los mohos saprobios o patógenos pos-cosecha sobre los frutos y granos almacenados y al desarrollo fúngico saprobio durante el almacenamiento de los productos ya procesados (Carrillo L, 2007).

Las micotoxinas son compuestos ubicuos que difieren en sus propiedades químicas, biológicas y toxicológicas. Una micotoxicosis primaria se produce al consumir vegetales contaminados, y secundaria al ingerir carne o leche de animales que comieron forrajes con micotoxinas. La presencia de aflatoxinas M1 en la leche materna es consecuencia de la ingestión de aflatoxina B1 con los alimentos y provoca una micotoxicosis en el bebé (Carrillo L, 2007).

Las características de una micotoxicosis son las siguientes:

- No es una enfermedad transmisible
- El tratamiento con drogas o antibióticos tiene poco o ningún efecto
- En los brotes observados en el campo, el problema es estacional debido a que las condiciones climáticas afectan al desarrollo del hongo
- El brote está comúnmente asociado a un alimento o forraje específico,
- El examen del alimento o forraje sospechoso revela signos de actividad fúngica (Carrillo L, 2007)

Las micotoxinas son específicas. Cuanto más compleja es la ruta biosintética de estos metabolitos secundarios, más restringido es el número de especies de hongos productores.

2.2.5.1 Factores que Influyen en la síntesis de micotoxinas:

Los factores que pueden influir en la producción de hongos toxigénicos son:

2.2.5.1.1 Factores biológicos

Los factores biológicos están constituidos por las plantas, granos, vegetales, que son susceptibles al desarrollo de hongos como *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, que dan origen a las micotoxinas (Carrillo L, 2007).

2.2.5.1.2 Factores físicos

Entre los factores físicos se encuentran la humedad, temperatura, las condiciones óptimas de crecimiento de *A. flavus* y *A. parasiticus*, son: temperaturas de entre 25 y 35°C, una humedad ambiente de entre 88 y 95% y una actividad de agua alta. Sin embargo se ha observado que *A. flavus*, puede proliferar a temperaturas de entre 10 y 43 ° C, con una actividad de agua en torno a 0,99 y la temperatura óptima para la producción de toxinas oscila entre los 20 y 30°C (Carrillo L, 2007). Las pautas de comportamiento de *A. parasiticus* son similares aunque la actividad de agua óptima de crecimiento es de 0.95-0.99 y por la producción de toxinas es de 0.95-0.98, con unas temperaturas óptimas de entre 30 y 28 °C (ACSA, 2013).

2.2.5.1.3 Almacenamiento

El principio de un buen almacenamiento y conservación de granos y semillas es el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas; donde se almacenen granos o semillas secas, enteras, sanas y sin impurezas Larondelle(2000). Independientemente del tipo de almacén o de recipiente que se utilice, el producto almacenado debe mantenerse fresco, seco y protegido de insectos, pájaros, hongos y roedores, donde prevalezcan factores como una temperatura ambiental, humedad, ventilación, y condensación adecuadas al tipo de grano que se está almacenado para alargar la vida útil de este (SAGARPA, 2007).

2.2.5.2 Clasificación de las micotoxinas

2.2.5.2.1 Aflatoxinas

Las aflatoxinas son producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, y pueden aparecer tanto durante el cultivo como en el almacenamiento (Carrillo L, 2007). Existen seis clasificaciones las cuales son: B1, B2, G1, G2, M1 y M2, donde la B1 en condiciones naturales, es la que se encuentra en mayor proporción, siendo la más tóxica y carcinógena (Salazar, 2008). El daño característico ocurre en el hígado (SAGARPA, 2007). Las aflatoxinas actúan sobre las membranas celulares inhibiendo el ADN y la síntesis de ARN, la incorporación de aminoácidos y fosfolípidos y alterando el metabolismo de los lípidos

y proteínas. La disminución del ADN conlleva a la formación de células gigantes, asociándose además con la interrupción de la mitosis en metafase, motivo por el cual se cree que las aflatoxinas son hepatotóxicas, carcinógenas y teratogénicas y, la sustancia biológica con mayor potencia carcinogénica, es mutagénica e inmunosupresora (Arango, 2006). El daño hepático se ha demostrado por cambios clínicos y químicos de las funciones hepáticas y cambios histopatológicos, lesión de los conductos biliares, degeneración hepato-celular, necrosis y fibrosis del hígado (Pacin, 2007).

2.2.6 Características y propiedades físicas de cada aflatoxina

2.2.6.1 Aflatoxina B1

La aflatoxina B1 es generada por tres especies estrechamente relacionadas *Aspergillus nonius*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, y la M1, metabolito que aparece en la leche y la orina de bovinos, tras la ingestión de aflatoxinas.

Se han encontrado en productos como el cacahuete, semilla de algodón, semilla de girasol, coco, aceite de oliva, maíz, sorgo, arroz, trigo, cebada, mijo, avena, pistachos, nuez del Brasil, almendras, nuez moscada e higos. Su estructura química se muestra en la figura 11 (Arango, 2006).

Propiedades físicas

- **Nombre:** 2, 3, 6a α , 9a α -Tetrahidro-4-Metoxiciclopenta [C] Furo[3', 2': 4,5] Furo [2,3-h] [1] Benzo-pirano-1,11-Diona. (Castro, 2003)
- **Forma:** Cristales
- **Punto de fusión:** 268–269°C
- **Fluorescencia:** Azul
- **UV máx. (etanol):** 362 nm
- **Peso molecular:** 312.0633
- **Fórmula molecular:** C₁₇ H₁₂ O₆
- **LD 50 (patos de 1 día):** 18.2 mg/50 g

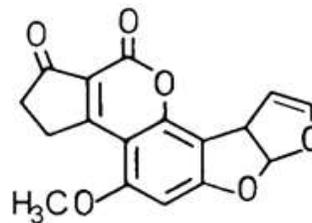


Figura 11 Estructura química de la aflatoxina B1

2.2.6.2 Aflatoxina B2

La aflatoxina B2 es similar a la B1, excepto por la saturación del primer anillo de furano; es carcinogénica, pero menos tóxica y menos frecuente que la B1 (Bogantes, 2004).

Propiedades físicas

- **Nombre:** 2, 3, 6a, 8, 9, 9a α -Hexadidro-4-Metoxiciclopenta[C] Furo [3',2': 4,5] Furo[2,3-h] [1] Benzo-Pirano-1,11-Diona.

El compuesto 8,9-DIHIDRO es un derivado de B1. (Castro, 2003)

- **Forma:** Cristales
- **Punto de fusión:** 286–289°C
- **Fluorescencia:** Azul
- **UV máx. (etanol):** 363 nm.
- **Peso molecular:** 314.0790
- **Fórmula molecular:** C₁₇H₁₄O₆

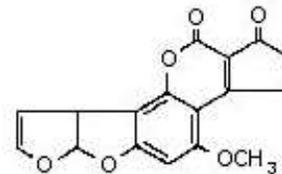


Figura 12 Estructura química de la aflatoxina B2

2.2.6.3 Aflatoxina G1

Propiedades físicas

- **Nombre:** 3, 4, 7a, 10a-Tetahidro-5-Metoxi-1H, 12H-Furo-[3',2': 4,5] Furo [2,3-h]-Pirano [3,4c] [1]-Benzopirano-1,12-Diona. (Castro, 2003)

- **Forma** Cristales
- **Punto de fusión** 244–246°C
- **Fluorescencia** Verde
- **UV máx. (etanol)** 362 nm
- **Peso molecular** 328.0582
- **Fórmula molecular** C₁₇ H₁₂ O₆

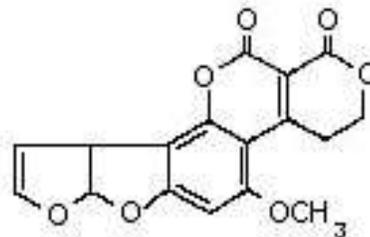


Figura 13 Estructura química de la aflatoxina G1

2.2.6.4 Aflatoxina G2

Propiedades físicas

Nombre: 3, 4, 7a, 9, 10, 10a α -Hexahiro-5-Metoxi-1H, 12H-Furo [3',2': 4,5] Furo [2,3-h]-Pirano-[3,4c] [1]-Benzopirano-1,12-Diona

El compuesto 9,10-DIHIDRO es un derivado de G1 (Castro, 2003)

- | | |
|--------------------------|--|
| • Forma | Cristales |
| • Punto de Fusión | 237–240°C |
| • Fluorescencia | Verde |
| • UV máx. (etanol) | 363 nm |
| • Peso molecular | 330.0739 |
| • Fórmula molecular | C ₁₇ H ₁₄ O ₇ |
| • LD 50 (patos de 1 día) | 172.5 μ g/50 g |

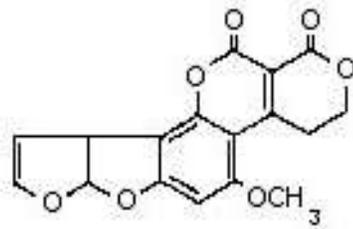


Figura 14 Estructura química de la aflatoxina G2

Las aflatoxinas pueden producir dos tipos de intoxicación: aguda y crónica. La intoxicación aguda se manifiesta por vómito, dolor abdominal, edema pulmonar, infiltración grasa y necrosis del hígado (Arango, 2006).

Estudios de laboratorio muestran que el límite inferior para el desarrollo de *A. flavus* y la producción de aflatoxinas en sustratos naturales es un contenido de humedad en equilibrio, con una humedad relativa de aproximadamente el 85% (Pérez, 1995).

2.2.6.5 Efecto del tipo, tiempo y condiciones de almacenaje sobre la incidencia de hongos:

El daño mecánico hecho al grano de maíz lo hace mucho más vulnerable a la invasión de hongos de almacenamiento incluyendo *Aspergillus flavus* (Moscoso, 2001). Bajo cualquier condición ambiental se contaminan con mayor facilidad los granos dañados (quebrados),

que los granos enteros. Las grietas y rupturas en los granos de maíz son causadas principalmente por la cosechadora y el equipo de manejo, así como también cuando el grano es dañado por insectos y éstos causan el rompimiento del pericarpio (Salazar, 2008).

2.2.6.6 Los hongos y su efecto sobre los alimentos

Los hongos han sido considerados tradicionalmente como "Semejantes a las Plantas" Arango,(2006). Muchas especies crecen por extensión continua y formando estructuras ramificadas semejantes a yemas. Son inmóviles y sus paredes celulares son muy semejantes en espesor, composición química y estructura ultramicroscópica a las plantas. Crecen como células únicas (Levaduras) o como colonias filamentosas multicelulares (mohos) Carrillo L, (2007). Debido a su abundante distribución en el aire, sus esporas son frecuentemente molestos contaminantes. (Moscoso, 2001).

Los hongos de almacén se caracterizan por no presentar una invasión importante antes de la cosecha, las esporas siempre están presentes donde se maneja y almacena el producto. Se desarrollan en productos con un contenido de humedad mínima de 13 a 13.5% o en humedad relativa de equilibrio entre 68 y 90% Salazar, (2008). Los principales hongos corresponden a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Cladosporium*, entre algunos otros (Moscoso, 2001).

2.2.7 Métodos para determinar micotoxinas

Existen varios métodos por los cuales se pueden determinar las Aflatoxinas entre ellos están (Mendizabal, 2000) (Pineda, 2012):

- Cromatografía de capa fina (TLC)
- Cromatografía de gases líquida (GLC)
- Cromatografía líquida de alta presión (HPLC)
- Espectroscopía de masa
- Columnas de luminiscencia (VICAM)
- Inmunoensayos enzimáticos (ELISA).

2.2.7.1 Cromatografía Líquida de Alta Resolución

La cromatografía engloba a un conjunto de técnicas de análisis basadas en la separación de componentes de una mezcla y su posterior detección. La técnica exige una fase móvil que consiste en un fluido (gas, líquido, o fluido supercrítico) que arrastra a la muestra con un flujo constante de presión proporcionado por una bomba, hasta llegar al punto donde es introducida la muestra. Siguiendo el flujo de presión la lleva a una columna donde se encuentra la fase estacionaria que se trata de un sólido o un líquido fijado en un sólido (Hernández Heredia,2009) (Gomis Yagües,2008).

2.2.8 Muestreo

2.2.8.1 Muestreo por accidente/conveniencia

Este tipo de muestreo es no probabilístico, es decir que no se rige por las reglas matemáticas de la probabilidad. No es posible calcular el tamaño del error muestral, esta es aquella muestra en la que los elementos se seleccionan según la oportunidad de contacto o en muestrear lo que es más conveniente para el investigador (Bello, 2011).

2.2.8.2 Muestreo aleatorio

Este tipo de muestreo es adecuado para productos a granel., donde se les asigna un número a cada producto y por números aleatorios se seleccionan al azar las muestras que serán analizadas, teniendo la misma probabilidad de ser elegida cualquiera de las unidades que conforman el lote (Espinoza, 2009).

2.2.8.3 Muestreo en Silos y Estibas

Los procedimientos a realizar al momento de muestreo de silos y bodegas son que estas se dividen en zonas o áreas que contengan hasta 2000 t, obteniéndose de cada una, la muestra compuesta, luego se tomarán una o más muestras primarias en cada uno de los puntos de muestreo que se establecen en las figuras 15 y 16 dependiendo del lugar de muestreo, de la suma de las muestras primarias, se constituirá una muestra compuesta, la que se homogeneizará, no debiendo de 5 kg pero dependiendo de la altura del volumen

almacenado, será el número de extracciones para cada punto de muestreo, la profundidad a la que se realizan las muestras primarias, los instrumentos a usar y el número de extracciones se muestran en el cuadro 5 (NOM-188-SSA1-2002, 2002).

Cuadro 5 Profundidad con que se efectúe el muestreo.

| Profundidad | Instrumento de muestreo | Numero de Extracciones |
|-------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 | Sonda de alveolos | 1 |
| 2 | Sonda de Bala o de alveolos | 3* |
| 3 | Sonda de Bala o de alveolos | 3* |
| 4 | Sonda de Bala | 3* |
| 5 | Sonda de Bala | 3* |

*Las muestras primarias deben obtenerse de diferentes profundidades.

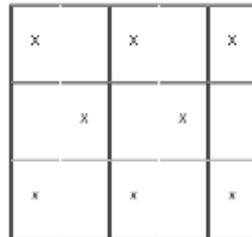


Figura 15 Cereales almacenados a granel en bodegas o almacenamientos, vista superior.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios.

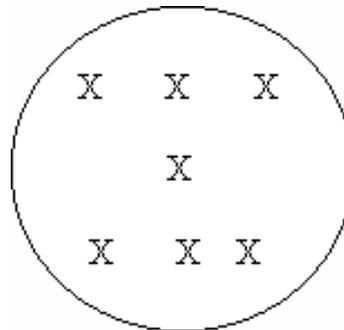


Figura 16 Cereales almacenados a granel en silos. Vista superior.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios.

En el caso de granos que se encuentran en sacos y que estén estibados, se procederá a identificar las estibas, cada una de las cuales se debe muestrear en forma de "M" imaginaria, la que debe ir del primero al último tendido, el ancho máximo de la parte inferior de la "M" no debe ser mayor a 5 m, como se observa en la figura 17 (NOM-188-SSA1-2002, 2002)

Debe tomarse una muestra de cada uno de los costales por donde pasen las líneas de la "M" trazada de acuerdo a lo señalado en el esquema anterior.

El número mínimo de costales a muestrear por lote, se ajustará a lo señalado en el cuadro 6, si el número de sacos almacenados es mayor que el número máximo considerado en la tabla, se muestrearán los restantes como si fuera otro lote (NOM-188-SSA1-2002, 2002).

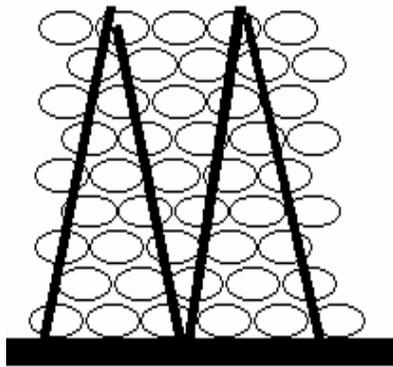


Figura 17 Cereales almacenados en costales.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios

Cuadro 6. Número mínimo de sacos a muestrear por lote

| Sacos en lote | Sacos a muestrear |
|---------------|-------------------|
| hasta 99 | 10 |
| 100-199 | 15 |
| 200-299 | 20 |
| 300-499 | 30 |
| 500-799 | 40 |
| 800-1299 | 55 |
| 1300-3199 | 75 |
| 3200-7999 | 115 |
| 8000-21999 | 150 |
| 22000-49999 | 225 |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Centros de Almacenamiento que se consideraron en la Investigación

Los Centros de Almacenamiento considerados en la investigación son los que tienen Licencia Sanitaria de Funcionamiento (LSF) otorgada por el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Los centros de almacenamiento están ubicados en los departamentos de Chimaltenango, Jutiapa, y en Guatemala, específicamente en el municipio de Mixco y en la zona 11 de la ciudad Capital.

Las empresas fueron identificadas con las Literales A, B, C, D y E,

2.3.2 Laboratorio de Inocuidad del Km 22 del MAGA

En el laboratorio de Inocuidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) se realizó la prueba de Cromatografía Líquida de Alta resolución acoplada a masas-masas.

EL Laboratorio Inocuidad, está ubicado en el Km 22 Bárcenas, Villa Nueva.

Este laboratorio cuenta con los servicios básicos para su funcionamiento, sean estos: energía eléctrica, agua potable, teléfono de planta con fax e Internet. Su estructura funcional es, en primer lugar la dependencia del MAGA, por intermedio del Jefe del Departamento de Inocuidad en coordinación con el Representante de OIRSA para Guatemala (MAGA, 2013a).

El laboratorio cuenta con el siguiente equipo para realizar la cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas-masas: bolsas plásticas, balanzas analíticas, molino de granos, beakers, frascos con tapa rosca, pizetas, nebulizador, fragmentador, cromatógrafo de alta resolución acoplado a masas-masas, brochas, ionizador

El laboratorio cuenta con los siguientes reactivos para realizar la cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas-masas: metanol, Nitrógeno y acetato de amonio.

A continuación se describe el método utilizado en el cromatógrafo para la determinación de aflatoxinas:

La técnica consiste en una separación cromatográfica, por lo tanto debe de contener una fase móvil y una fase estacionaria, para este caso el tipo de cromatografía es cromatografía líquida, por lo tanto la fase móvil debe ser un líquido y la fase estacionaria una columna empacada.

Se tiene entonces cromatografía líquida y se utilizará la fase reversa, que es la configuración más común para cromatografía líquida, consiste en que la fase móvil es más polar que la fase estacionaria, por lo tanto, la fase móvil al ir pasando por la columna logra arrastrar a cada una de las moléculas que se quiere separar y en base a esta interacción fase móvil-fase estacionaria se logra realizar la separación de cada una de las aflatoxinas; para este caso la fase móvil es una mezcla de Metanol con una solución de Acetato de Amonio 10 mM, el solvente apolar (metanol) está en mayor proporción, entonces la fase móvil pasa arrastrando cada una de las aflatoxinas y como cada molécula de aflatoxina tiene diferente estructura, entonces interactúa de diferente manera tanto con la fase móvil como con la fase estacionaria, para ello se tienen tiempos diferentes de detección, porque salen a diferentes tiempos por lo antes expuesto.

La temperatura de la columna crea una mayor interacción entre la fase móvil y las moléculas a separar, ya que a mayor temperatura mayor energía cinética y en consecuencia mayor movimiento, para este caso no se trabaja a temperatura ambiente sino a 40 C.

El flujo es la velocidad de la fase móvil en el sistema, para este caso se trabajó a 0.22 mL/min.

Para la detección se utilizó el sistema Masas-Masas, en este sistema, se utiliza una fuente de ionización proveniente de la cromatografía líquida, ese líquido es llevado a la fuente de ionización, que para este análisis se utiliza una fuente ESI (Electro Spray Ionization), en donde mediante una corriente eléctrica V_{cap} , se ionizan todas las moléculas que se

encuentran en el líquido; la ionización es fundamental para poder ser acarreado luego al detector masas, dicha ionización se complementa con un gas inerte en este caso Nitrógeno en donde dependiendo de la presión en el nebulizador y el flujo de gas que le es impregnado crea las condiciones para poder ionizar a cada una de las moléculas. La fuente de ionización permite optar por ionizar en positivo o en negativo, para este análisis se realizó de forma positiva.

Luego de ionizar cada una de las moléculas, pasa al primer cuadrupolo en donde se filtra la relación masa/carga (m/z) de cada una de las moléculas que fueron generadas y es así como se logra discriminar entre cada una de las moléculas a analizar, cada molécula tiene un comportamiento diferente ante la ionización y ante el rompimiento posterior que se realiza en la celda de colisión. Para cada molécula entonces se analizan transiciones características (pedazos de moléculas características de un compuesto) para poder realizar la cuantificación y la cualificación, por eso se presentan dos transiciones para cada molécula.

Cada transición va desde el peso molecular de la molécula en cuestión debido a que fueron ionizados en modo positivo por lo que se les fue quitado un protón en el momento de su ionización. Se obtienen entonces las señales de cada una de las transiciones y así es como se reporta en base a la abundancia de cada señal para cada uno de los compuestos a analizar.

El extracto del proceso se muestra a continuación:

- **METODO:** AFLATOXINAS (G2, G1, B2, B1)
- **EQUIPO:** CL-01-FQM

CONDICIONES HPLC

- **COLUMNA:** Relleno C18, 2.1x150mm 3.5µm de tamaño de partícula
- **TEMPERATURA DE LA COLUMNA:** 40°C
- **FASE MÓVIL** A:Metanol
B: 10mM Acetato de Amonio
A/B = 60/40
- **FLUJO:** 0.22 mL/min
- **VOLUMEN DE INYECCIÓN:** 10µL

CONDICIONES MS/MS

- **MODO FUENTE:** Positivo ESI
- **FLUJO DEL GAS DE SECADO:** 10 L/min
- **NEBULIZADOR:** 50 psig
- **TEMPERATURA DEL GAS DE SECADO:** 350°C
- **Vcap:** 4000V
- **SCAN:** *m/z* 100-550
- **FRAGMENTOR:** 100V variable

- **TRANSICIONES MRM**

| | |
|----|---------|
| G1 | 329→243 |
| G2 | 331→245 |
| B1 | 315→259 |
| B2 | 313→241 |

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Realizar muestreo de maíz importado en cinco centros de almacenamiento para determinar la presencia de aflatoxinas B1, B2, G1 Y G2 usando el método de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detección de masas y así mismo identificar las causas de la presencia de estas toxinas y dar recomendaciones del almacenamiento que estas empresas deben emplear para evitar la presencia de éstas.

2.4.2 Específicos

1. Determinar la presencia de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, en maíz de consumo humano que ha sido importado, utilizando el método de detección de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detección de masas.
2. Identificar las condiciones de almacenamiento que sean las posibles causas de la presencia de aflatoxinas en maíz importado y almacenado para consumo humano.

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Los niveles de Aflatoxinas B1, B2, G1 Y G2 en maíz importado se encuentran dentro del nivel aceptable, según la norma COGUANOR NGO 34 047, en el cual se establece que para maíz la sumatoria de las cuatro aflatoxinas no deberá de ser mayor de 20 partes por billón (ppb) siendo este valor su contenido máximo.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Selección de empresas a analizar

El tamaño de la muestra de las empresas para la presente investigación se definió por el método de muestreo no aleatorio por accidente, el cual se basa en muestrear lo que es más conveniente para el investigador, ya que en este caso no existe un alto número de empresas que importan maíz y por las políticas con la que trabaja cada una de ellas no permitieron más de un muestreo.

2.6.2 Evaluación de condiciones de almacenamiento

Se evaluó las condiciones de almacenamiento del grano de maíz en centros de almacenamiento de empresas importadoras de maíz para consumo humano para ello se utilizó la boleta que se muestra en el apéndice 2.11.3

2.6.3 Muestreo de silos y bodegas

Silos: los silos se identificaron con un número diferente para cada uno que contenía solamente maíz, y haciendo uso de una calculadora con función Random se obtuvieron número aleatorios que me identifiquen el silo a muestrear. Ya obtenido el silo a muestrear se procedió a ubicarse en la parte más alta de éste, donde imaginariamente se marcaron 7 puntos para obtener las muestras primarias, como se muestra en la figura 8 luego de tener las 7 siete muestras primarias se procedió a juntarlas a homogeneizarlas y a sacar la muestra compuesta de 5 Kg.

Bodegas: se identificaron cada una de las estibas (sub-lotes) con un número diferente, cada estiba en la parte inferior debía tener un ancho máximo de 5 metros, luego haciendo uso de una calculadora con función Random se obtuvieron número aleatorios para indicar la estiba a muestrear. Se trazó una "M" imaginaria en la estiba elegida desde el primer saco hasta el último (figura 9) y haciendo uso del cuadro 5 del marco teórico, en la cual se indica cuantos sacos se debieron de muestrear, teniendo el número de sacos y la "M" se procedió a obtener

las muestras primaras, que luego se juntaron para hacer una compuesta ya homogeneizada de 5 Kg.

2.6.4 La muestra

La muestra compuesta tuvo un peso de 5 kg, la cual fue formada por muestras primarias que se obtuvieron del número de sub-lotes o estibas, el cual se basó en el peso de del lote en toneladas, como se muestra en el apéndice 2.11.4

2.6.5 Envió de muestras al laboratorio

Las muestras globales de cada una de los centros de almacenamiento fueron enviadas al laboratorio de Inocuidad del Kilómetro 22 de Bárcenas Villanueva del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). En la cual se aplicó la prueba de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas para determinar la presencia de aflatoxinas.

2.6.6 Análisis de la información obtenida del laboratorio

Al momento de recibir los resultados del laboratorio se analizaron y se identificaron las empresas cuyas muestras sobrepasaron el valor de la norma COGUANOR NGO 34 047; así mismo se analizaron las condiciones de almacenamiento en cada una de las empresas que importan y almacenan maíz, donde se evaluaron elementos que pudieron influir en la presencia de hongos que producen aflatoxinas.

Se relacionaron las condiciones de almacenamiento que se identificaron en la lista utilizada con la presencia de aflatoxinas en las muestras de maíz, por lo que se realizaron recomendaciones en las empresas cuyo valor sobrepaso la norma COGUANOR NGO 34 047.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.7.1 Características ambientales y de almacenamiento de maíz

El 60% de las empresas almacenan maíz blanco, el país de procedencia y de origen fue de Estados Unidos de América, el método de almacenamiento lo constituyeron silos metálicos, con una humedad relativa del 81%. El otro 40% de empresas almacenan maíz amarillo, el país de procedencia y de origen fue de Nicaragua.

Las temperaturas ambientales máximas que se obtuvieron son: empresa A con 28.1°C y de la empresa B con 33.5°C y el resto tienen una temperatura ambiental máxima de 25.6°C, como se observan en el cuadro 7

Cuadro 7 Características ambientales y de almacenamiento de los cinco centros de almacenamiento de maíz importado

| Empresa | Tipo de Maíz | País Origen | País Procedencia | Temperatura máxima ambiental °C | % humedad Relativa | Almacenamiento |
|---------|--------------|----------------|------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| A | Blanco | Nicaragua | Nicaragua | 28.1 | 77 | Silo Metálico |
| B | Amarillo | Nicaragua | Nicaragua | 33.5 | 77 | Silo Metálico |
| C | Blanco | Estados unidos | Estados unidos | 25.6 | 81 | Silo Metálico |
| D | Blanco | Estados unidos | Estados unidos | 25.6 | 81 | Bodega |
| E | Amarillo | Estados unidos | Estados unidos | 25.6 | 81 | Bodega |

Fuente: Elaboración propia

2.7.2 Contenido de aflatoxinas en maíz almacenado en importadoras

2.7.2.1 Contenido de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2:

La aflatoxina que presentó el valor más alto en los cinco centros de importación y almacenamiento de maíz fue la aflatoxina B2 con un contenido de 9.62 ppb, le siguió la G2 con un contenido de 9.34 ppb, la aflatoxina G1 ocupa el tercer lugar con un contenido de 8.56 ppb y por último la B1 con un contenido de 7.69 ppb, como se muestra en el cuadro 8

Cuadro 8 Resultados de aflatoxinas (ppb) del maíz muestreado en cinco centros de almacenamiento de Guatemala

| Empresa | Aflatoxina ppb | | | | Total de Aflatoxinas ppb | Observaciones |
|---------|----------------|------|------|------|--------------------------|-------------------|
| | B1 | B2 | G1 | G2 | | |
| A | 4.61 | 9.62 | 7.27 | 9.34 | 30.84 | Granos quebrados |
| B | 5.97 | 2.85 | 3.40 | 2.66 | 14.88 | ----- |
| C | 3.44 | 5.36 | 4.82 | 3.39 | 17.01 | ----- |
| D | 7.69 | 0 | 8.56 | 7.89 | 24.14 | Granos quebrados. |
| E | 0 | 7.17 | 0 | 6.09 | 13.26 | Harina de maíz |

Fuente: Elaboración propia

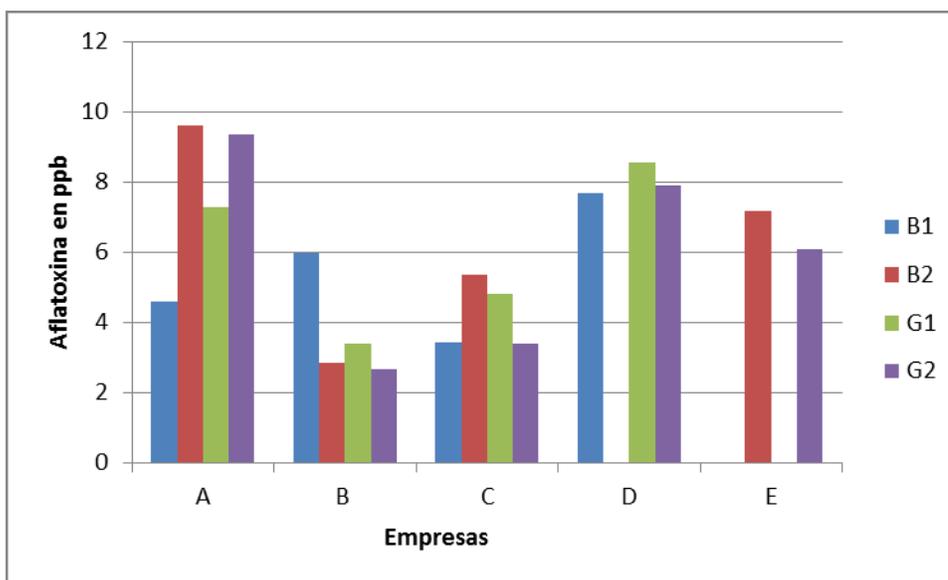


Figura 18 Resultados de aflatoxinas (ppb) del maíz muestreado en cinco centros de almacenamiento de Guatemala

Fuente: Elaboración propia

2.7.2.2 Sumatoria total de aflatoxinas (B1, B2, G1 y G2)

En dos de las cinco empresa importadoras y almacenadoras de maíz los niveles de aflatoxinas totales mostraron concentraciones por arriba de lo establecido por la norma COGUANOR NGO 34 047 siendo estas la empresa A donde el valor fue de 30.84 ppb y en la empresa D donde el valor fue de 24.14 ppb; ambas presentando granos quebrados, suciedad e insectos, como se muestra en la figura 19

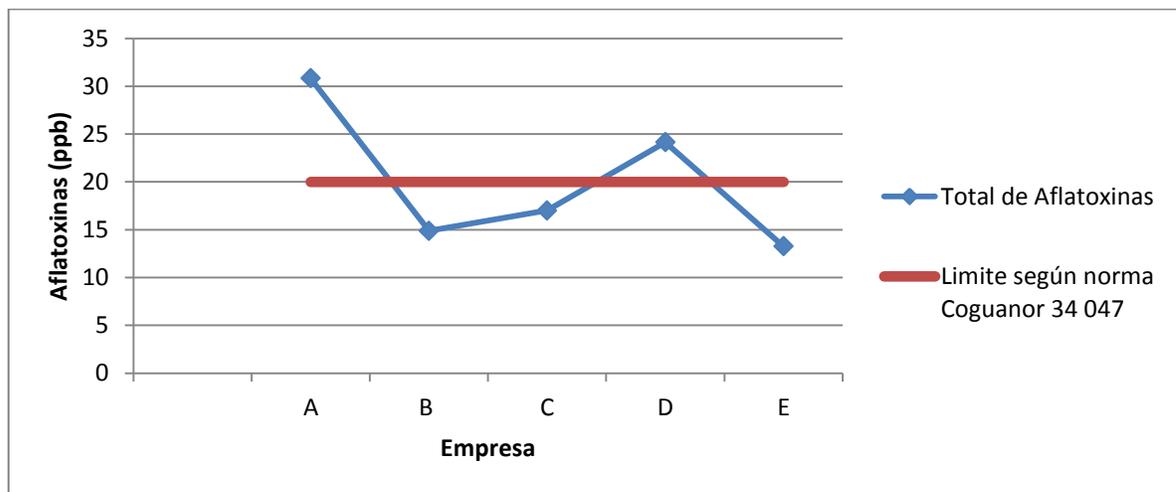


Figura 19 Contenido total de las Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) en ppb de cinco empresas importadoras y almacenadoras de maíz

Fuente: Elaboración propia

2.7.3 Condiciones de almacenamiento

En las empresas importadoras y almacenadoras, identificada con las literales A y D se encontraron los valores más altos en contenido total de aflatoxinas, superando el límite establecido por la norma COGUANOR NGO 34 047 En la primera empresa el contenido total fue de 30.84 ppb y en la segunda de 24.14 ppb; en éstas empresas se observaron los aspectos siguientes: no se realiza limpieza periódicamente; en el personal femenino no se realiza la supervisión adecuada sobre el ingreso a las instalaciones de la bodega sin joyas, sin maquillaje, sin el uso de perfume o medicinas en la piel, de igual forma para masculinos y femeninos portar uñas y cabello recortado; no tienen capacitaciones en buenas prácticas de almacenamiento y de manufactura, a pesar de que tienen tarimas el proceso de estibación

no es el adecuado debido a que no cuentan con la separación adecuada, son demasiado altas, y los sacos de la parte inferior se comprimen demasiado provocando la rotura de los mismos; tienen un deficiente control de plagas y las ventanas no presentan cedazo u otro tipo de protección que evite el ingreso de las mismas; los alrededores no se mantienen del todo limpio por lo que la basura puede ser fuente de plagas y los recipientes de basura no se limpian con frecuencia.

Sin embargo estos valores obtenidos fueron en dos tipos diferentes de almacenamiento, es decir en un silo (empresa A) y en una bodega (empresa D), presentando así condiciones diferentes de almacenamiento:

Empresa A: En la muestra de esta empresa el contenido total de aflatoxinas fue de 30.84 ppb, el grano presentaba defectos físicos, como quebraduras producido por insectos y suciedad, la temperatura y humedad relativa máximas registradas fueron de 28.1°C y 77%, respectivamente, es maíz blanco y el tipo de almacenamiento es silos metálicos que van desde los 2000 TM hasta las 5000 TM. Tiene un sistema de control de plagas adecuado, sin embargo fue la empresa que presentó la mayor cantidad de granos con daño físico y se encontraron además 2 gorgojos (*Sitophilus zeamais*) en la muestra enviada al laboratorio, lo que determina que este control no está siendo implementado correctamente, por lo que al revisar los registros se pudo observar que se realizan fumigaciones con tiempo muy espaciado entre una y otra y no se aplica la dosis adecuada de insecticida en forma de gas (photoxin), así mismo cuando se revisaron las instalaciones de los silos metálicos, se pudo observar que del que se extrajo la muestra cuenta con una pequeña abertura debido a que el material presenta óxido, por donde se pudo escapar el gas del insecticida y así mismo puede ser un espacio para la entrada de los insectos. Sin embargo la empresa cuenta con un adecuado sistema de trapeo de roedores en todos los alrededores.

La temperatura del ambiente en un silo, también es un factor importante para el desarrollo de hongos, debido a que los silos por ser de metal provocan un microclima en la masa del grano, la temperatura ambiental de la empresa A al momento del muestreo fue de 28.1°C por lo que este valor se refleja en los granos próximos a las paredes y a la parte superior de los silos mientras que el centro del silo tiene una temperatura menor, por lo tanto existen

condiciones para el establecimiento de corrientes de aire movido por convección natural, provocando que la humedad se condense, humedezca los granos próximos a ésta y que la actividad fúngica se eleve generando la aparición de hongos que producen aflatoxinas FAO,(2013a). No se capacita al personal en en buenas prácticas de manufactura ni de almacenamiento.

Empresa D: En esta empresa el contenido total de las cuatro clasificaciones de aflatoxinas fue de 24.14 ppb; los granos presentaban defectos físicos, tales como quebradura provocado por insectos y suciedad, la temperatura y humedad relativa máximas registradas fueron de 25.6°C y 81% respectivamente, es maíz amarillo y su almacenamiento es en es bodegas con producto estibado; la empresa cuenta con un deficiente sistema de control de plagas, debido a que: no tiene trapeo para roedores, ni para insectos voladores (luz UV); no cuenta con cedazos en ventanas, ni cortinas plásticas que eviten el ingreso de aves e insectos voladores en puertas ya que estas se mantienen abiertas, y entre las plagas más comunes de las que se debe de proteger el maíz se encuentran los roedores, pájaros e insectos como el gorgojo del maíz, (*Sitophilus zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cereallela*), así mismo la empresa si realiza fumigaciones, las cuales son hechas por una empresa privada encargada del control de plagas, las realizan una vez al mes, pero muchas veces este control no funciona debido a que no existe un monitoreo de plagas diario; además esta empresa tiene un sistema de descarte de desechos deficiente por lo que los basureros no cuentan con tapaderas, exceptuando el basurero general que si presenta su tapadera, sin embargo esta fuera de lugar y no colocada; la basura no está clasificada para un mejor manejo y así evitar posibles plagas como insectos y roedores. La empresa no capacita al personal en buenas prácticas de manufactura ni de almacenamiento.

En las almacenadoras B, C, y E, que tienen valores por debajo de lo establecidos por la norma COGUANOR NGO 34 047 del contenido total de aflatoxinas tienen las características de almacenamiento siguientes: tanto silos como bodegas están lejos de fuente de contaminación, prohíben el ingreso de animales, tienen drenajes adecuados, pisos, techos y paredes fáciles de limpiar, en buen estado y libres de humedad; cumplen con separación de

áreas para evitar contaminación cruzada, con ventilación adecuada y con el tamaño adecuado, construcción y diseño para facilitar la limpieza, les brindan a sus trabajadores la vestimenta adecuada (mascarillas, gabachas, botas de hule, redecillas, entre otros), a los trabajadores se les prohíbe fumar, comer, masticar chicle, escupir e ingerir bebidas dentro de la planta y así mismo se lavan y desinfectan las manos constantemente; tienen equipo y utensilios resistentes a la corrosión, no son tóxicos y no son absorbentes, se mantienen limpios y su distribución en la empresa facilitan las operaciones de limpieza. El control de plagas está bien establecido, las trampas están bien identificadas y se revisan a diario para verificar la presencia de insectos y roedores; las bodegas que tienen ventanas hacen uso de cedazos u otro tipo de protección y los sanitario se encuentran limpios y lejos del área de trabajo. Los silos, cumplen con las dimensiones adecuadas y son de material adecuado. Las bodegas cumplen con el uso de tarimas, y las estibas cuentan con el ato y la separación adecuadas

Los valores en porcentaje de cumplimiento de las condiciones de almacenamiento de las empresas importadoras y almacenadoras de maíz se presentan a continuación:

- El 100% de las empresas, les brinda la vestimenta adecuada a sus trabajadores (mascarillas, gabachas, botas de hule, redecillas, entre otros), así mismo se les prohíbe fumar, comer, masticar chicle, escupir e ingerir bebidas dentro de la empresa, se lavan y desinfectan las manos constantemente, las instalaciones se encuentran lejos de fuente de contaminación, se prohíben el ingreso de animales, los drenajes son los adecuados para evitar la humedad así como los pisos, techos y paredes son fáciles de limpiar están en buen estado y libres de humedad. Los silos, cumplen con las dimensiones adecuadas son de material adecuado y las bodegas hacen uso de tarimas que tienen ventanas estas tienen:

- El 80% de las empresas que tienen bodegas y silos que cumplen con el requisito de que el personal no puede ingresar con maquillaje, perfume joyas y/o accesorios, la separación de áreas para evitar contaminación cruzada, con ventilación adecuada, alrededores limpios, el tamaño adecuado, construcción, diseño de la infraestructura y la distribución del mobiliario y equipos que faciliten las operaciones de limpieza, sanitarios limpios y lejos del área de trabajo, equipo y utensilios son resistentes a la corrosión, no tóxicas, no absorbentes y se mantienen limpios, control de plagas, la basura no proveen nidos ni refugios para las plagas, y equipo necesario para lavado de manos como jabón, cepillos y papel para secarse las manos.
- El 60% de las empresas cumple con el espacio de trabajo entre equipos y paredes adecuadas para evitar la humedad, los recipientes de basura se limpian con frecuencia y las trampas de plagas se encuentran identificadas.
- El 40% de las empresas evaluadas tienen el personal capacitado en buenas prácticas de almacenamiento y de manufactura. (Cuadro 9)

Cuadro 9 Porcentaje de empresas que cumplen con los elementos evaluados que pueden influir en la presencia de aflatoxinas

| Puntos de control | Porcentaje de empresas importadoras y almacenadoras | | |
|--|---|------|-------------|
| | % si | % no | % no aplica |
| Vestimenta adecuada | 100 | 0 | 0 |
| Se prohíbe: maquillaje, perfume, joyas y/o accesorios | 80 | 20 | 0 |
| Se prohíbe: fumar, comer, masticar chicle, escupir, e ingerir bebidas | 100 | 0 | 0 |
| Se lava y desinfecta las manos | 100 | 0 | 0 |
| El personal está capacitado en BPM | 40 | 60 | 0 |
| Planta lejos de fuentes de contaminación | 100 | 0 | 0 |
| Planta con separación de áreas para evitar contaminación cruzada | 80 | 20 | 0 |
| Existen tarimas | 40 | 0 | 60 |
| Estibas colocadas adecuadamente | 20 | 20 | 60 |
| Los silos con dimensiones adecuadas | 60 | 0 | 40 |
| Los silos de material adecuado | 60 | 0 | 40 |
| Planta y silos son limpiados periódicamente | 20 | 80 | 0 |
| Las estibas cuentan con la separación adecuada | 20 | 20 | 60 |
| Planta con ventilación adecuada | 80 | 20 | 0 |
| Alrededores limpios | 80 | 20 | 0 |
| Existe espacio de trabajo entre equipos y paredes | 60 | 40 | 0 |
| Se prohíbe el ingreso de animales | 100 | 0 | 0 |
| Planta y estructuras cuentan con el tamaño adecuado, construcción y diseño para facilitar limpieza | 80 | 20 | 0 |
| Los drenajes son adecuados | 100 | 0 | 0 |
| La distribución del mobiliario y equipos facilita las operación de limpieza | 80 | 20 | 0 |
| Pisos en buen estado y fáciles de limpiar | 100 | 0 | 0 |
| Techo limpio y en buen estado libres de suciedad y humedad | 100 | 0 | 0 |
| Paredes en buen estado libres de suciedad y humedad | 100 | 0 | 0 |
| Planta posee ventanas y estas previenen el ingreso de plagas | 100 | 0 | 0 |
| Existen cedazos u otro tipo de protección en las ventanas contra plagas | 20 | 80 | 0 |
| Sanitarios limpios | 80 | 20 | 0 |
| Sanitarios lejos del área de trabajo | 80 | 20 | 0 |
| La basura no proveen nidos ni refugios para las plagas | 80 | 20 | 0 |
| Los recipientes de basura se limpian con frecuencia | 60 | 40 | 0 |
| Equipo y utensilios son resistentes a la corrosión, no toxicas y no absorbentes | 80 | 20 | 0 |
| Equipo a utilizar se mantiene limpio | 80 | 20 | 0 |
| Existe control de plagas | 80 | 20 | 0 |
| Trampas de plagas identificadas | 60 | 40 | 0 |
| Equipo necesario para lavado de manos | 80 | 20 | 0 |

Fuente: elaboración Propia

2.8 CONCLUSIONES

- 2.8.1 En el 100% de las muestras de las empresas que importan y almacenan maíz para consumo humano, se determinó la presentan aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, en diferentes concentraciones así mismo en dos muestras (40%) de estas cinco, se determinó que se supera el límite establecido por la norma COGUANOR NGO 34 047 de 20 ppb
- 2.8.2 Las condiciones de almacenamiento influyen en el contenido de aflatoxinas totales por encima del nivel establecido según la norma COGUANOR NGO 34 047 de 20 ppb, esto debido a que las empresas tienen un sistema de control de plagas inadecuado, inexistencia de capacitaciones en buenas prácticas de manufactura y de almacenamiento, en silos la ventilación es inadecuada y así mismo están fabricados con material corrosivo el cual no cuenta con mantenimiento.

2.9 RECOMENDACIONES

Para evitar que las empresas tengan un nivel superior al establecido por la norma COGUANOR NGO 34 047 de 20 ppb de aflatoxinas totales, se sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

2.9.1 SILOS:

- La ventilación debe ser adecuada, se debe de tener este equipo funcionando correctamente y darle el mantenimiento a los sistemas de ventilación, para evitar que estos dejen de funcionar y así la condensación de la humedad dentro del silo sea elevada provocando la aparición de hongos que producen aflatoxinas.

2.9.2 BODEGAS

- Las tarimas deben de ser de un material que no sean absorbentes ni corrosivo y resistente, para evitar que los sacos entren en contacto directo con el suelo y lleguen a humedecerse, evitando la proliferación de hongos que producen de aflatoxinas.

2.9.3 ALMACENADORAS (silos y bodegas):

2.9.3.1 Implementar un adecuado manejo de control de plagas, solicitando asesoría a una empresa que se dedique a esta actividad, identificando cada trampa a través de mapeo, cambiando regularmente sebos y revisión de trampas, así mismo haciendo rotación de productos de sebo; llevar un historial de fumigaciones, indicando la rotación de producto que son usados frecuentemente para dicho proceso.

2.9.3.2 Capacitar al personal dos veces al año en Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento, para mantener actualizados a los empleados y así evitar que algún Punto Crítico de Control no sea tomado en cuenta durante el control interno.

2.9.3.3 La basura debe de estar ubicada en lugares adecuados, los basureros deben de estar rotulados y con programa de limpieza continua con su respectivo registro, para evitar el ingreso de plagas al lugar de almacenamiento de granos, como roedores, aves, palomillas y barrenadores de maíz.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. ACSA (Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria, ES). 2008. Aflatoxinas del grupo B y G. (en línea). Cataluña, España. 23 p. Consultado 12 dic 2013. Disponible en http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3577/edt_micotoxinas4aflatoxinas.pdf
2. AGREQUIMA (Asociación del Gremio Químico Agrícola, GT). 2012. Impacto social y económico del sector agrícola guatemalteco sobre la economía nacional (en línea). Guatemala. 117 p. Consultado 15 nov 2013. Disponible en <http://www.agrequima.com.gt/images/stories/presentaciones-iv/agrequima-estudio-190412.pdf>
3. Arango Mejía, MC. 2006. Micotoxinas y salud humana (en línea). Biosalud Revista Ciencias Básicas no. 1:45-50. Consultado 20 mar 2013. Disponible en http://biosalud.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_remository&Itemid=26&func=fileinfo&id=12
4. Ariño Moneva, A. 2008. Informe relativo a las micotoxinas fumonisinas (en línea). Zaragoza, España, Universidad de Zaragoza, Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos “Dr. Agustín Ariño Moneva” / Comisión Científica de la Agencia Aragonesa de Seguridad Alimentaria. 9 p. Consultado 20 mar 2013. Disponible en http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Seguridad_Agroalimentaria/Agencia_Aragonesa_Seguridad_Alimentaria/Dictamenes_informes/AASA/INFORME_RELATIVO_MICOTOXINAS_FUMONISINAS.pdf
5. Bello Parias, LD. 2011. Muestreo de estudios descriptivos (en línea). Colombia. Consultado 3 dic 2013. Disponible en www.leondariobello.com/muestreo/MUESTREO.ppt
6. Carrillo, L; Gómez Molina, SE. 2007. Micotoxinas (en línea). *In* Carrillo, L; Audisio, MC. Manual de microbiología de los alimentos. San Salvador de Jujuy, Argentina, Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 89-101. Consultado 20 mar 2013. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/>
7. Casini, C. 2007. Conservación de granos, almacenamiento tradicional y en bolsas plásticas. Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 8 p. (Actualización Técnica no. 32).
8. Castro, CE; Ahumada, F. 2003. Micotoxinas – rol e Importancia en nutrición acuícola (en línea). Rona, Italia, FAO. Consultado 12 nov 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S13.htm>

9. COGUANOR (Ministerio de Economía, Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2007. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) – directrices para su aplicación, COGUANOR NTG 34 243. Guatemala. 14 p.
10. Espinosa, SD. 2011. El muestreo (en línea). Chapingo, México, Universidad Nacional Autónoma de Chapingo. 6 p. Consultado 3 dic 2013. Disponible en http://davidespinoza.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=335:el-muestreo&catid=80:analisis-externo
11. FAO, Departamento de Agricultura, IT. 2003. Manual sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y de puntos de control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas (en línea). Roma, Italia. 136 p. Consultado 1 mar 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents>
12. FAO, IT. 2003a. Manual de manejo pos cosecha de granos: aireación de los granos (en línea). Roma, Italia. 15 p. Consultado 12 dic 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S0k.htm>
13. FAO, IT. 2003b. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003. Roma, Italia. 60 p.
14. Fuentes López, MR; Van Etten, J; Ortega Aparicio, A; Vivero Pol, JL. 2005. Maíz para Guatemala: propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo. Guatemala, FAO. 80 p. (Serie "PESA Investigación" no. 1).
15. Gobierno de México, Secretaría de Salud, MX. 2002. Norma oficial mexicana NOM-188-SSA1-2002, productos y servicios. control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal: especificaciones sanitarias (en línea). México. Consultado 17 ago 2013. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/188ssa12.html>
16. Gomis Yagües, V. 2008 Cromatografía líquida de alta resolución (en línea). España, Universidad de Alicante, Departamento de Ingeniería Química. Consultado 28 mar 2013. Disponible en <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8248/4/T4cromatliquid.pdf>
17. Hernández Heredia, FJ. 2009. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (en línea). Tesis Lic. Quim. Sonora, México, Universidad de Sonora. Consultado 25 mar 2013. Disponible en <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19630/Capitulo2.pdf>
18. Larondelle, I. 2000. Micotoxinas (en línea). Argentina, Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía. 5 p. Consultado 20 mar 2013. Disponible en <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/Micotoxinas.pdf>

19. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2013a. El agro en cifras 2013 (en línea). Guatemala. Consultado 27 mar 2013. Disponible en http://www2.maga.gob.gt/portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/el_agro_en_cifras_2011.pdf
20. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2013b. Informe de situación del maíz blanco. Guatemala. 22 p. Consultado 17 enero del 2013. Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/bol/smc/boletin_1_smc_marzo.pdf.
21. Mendizábal, JF. 2000, Detección de aflatoxinas en maíz en silos. Tesis Quím. Biól. Guatemala, USAC. 63 p.
22. Moscoso, F. 2001. Evaluación de dos métodos de diagnóstico de micotoxinas en alimentos terminados y materias primas para la alimentación de animales. (fluorescencia y Elisa). Tesis Médico Vet. Guatemala, USAC. 79 p.
23. Pacin, A. 2007. Importancia sanitaria y económica de las micotoxinas en los granos pos-cosechados, para consumo humano y animal. Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional de Luján Argentina, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aire. 22 p.
24. Pérez Milán, IC. 1995. Presencia de aflatoxinas y zearalenonas en pescado seco de consumo popular e influencia sobre algunas de características químicas. Tesis Médico Vet. Guatemala, USAC. 42 p.
25. Pineda, A; Mejía, C; Flores Ortiz, M; Barbo Hernández, L; Portilla, M; Urzua, A. 2012. Métodos de análisis de micotoxinas en granos y alimentos de uso pecuario (en línea). México. Consultado 25 mar 2013. Disponible en http://www.avicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo_Metodos_de_analisis_de_micotoxinas_en_granos_y_alimentos_de_uso_pecuario%28162%29.pdf
26. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Subsecretaría de Desarrollo Rural; Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, MX). 2007. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México. 8 p.
27. Salazar, LF. 2008. Determinación de la presencia de aflatoxinas en granos de maíz (*Zea mays*) producidos en Petén y distribuidos en la Central de Mayoreo de la ciudad capital, y elaboración de un análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC). Tesis Quím. Farm. Guatemala, USAC. 83 p.
28. Santos Chona, OM. 2007. Importancia y efectos de la aflatoxina en los seres humanos. Bucaramanga, Colombia, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Facultad de Medicina. 9 p.

29. Unión Europea, CE. 2006. Reglamento (CE) no. 401/2006 de la comisión de 23 de febrero de 2006 por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial del contenido de micotoxinas en los productos alimenticios. Europa. 23 p.
30. Valdivia Lorente, R. 2011. Guía pos cosecha para granos básicos, Nicaragua, CRS / A4N / The Howard G. Buffett Foundation. 8 p

2.11 APÉNDICE

2.11.1 Niveles tolerables de las micotoxinas

2.11.1.1 Límites de la FAO

Según la FAO, en el libro sobre reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones del año 2003, los límites a nivel mundial para las aflatoxinas B1 se encuentran entre 1-20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ como el límite vigente actualmente en por lo menos 29 países (ver figura 20A). En 2003, muchos de los países candidatos a la UE ya habían armonizado sus reglamentaciones nacionales con las de la UE anticipando su acceso el 1 de mayo de 2004. Otro valor límite importante es el de 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, seguido por 21 países de África, de Asia/Oceanía, de América Latina y de Europa. Los Estados Unidos y el Canadá no tienen un valor límite único para la aflatoxina B1. (FAO, 2003b)

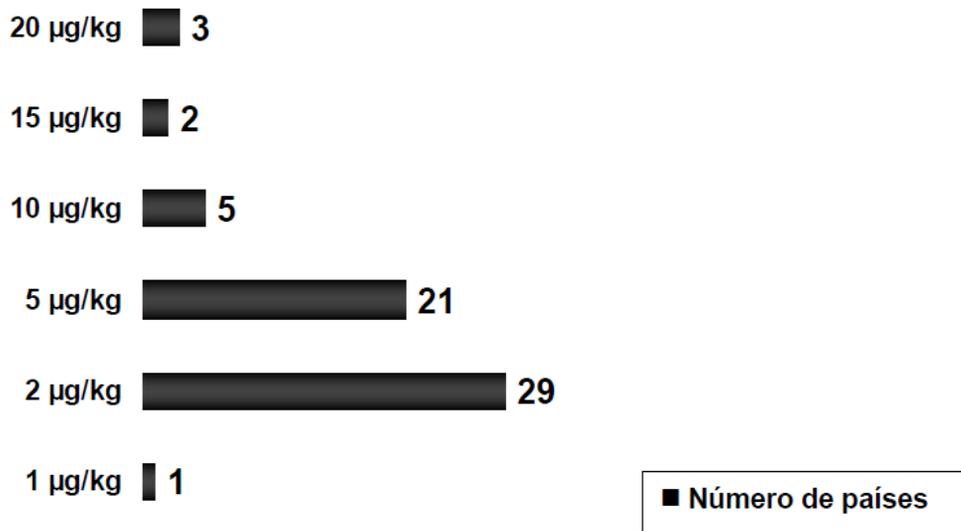


Figura 20A Límites a nivel mundial para la AflatoxinaB1 en los alimentos

En el año 2003 muchos países reglamentaron el límite de las aflatoxinas en los alimentos, considerando la sumatoria de la presencia de las aflatoxina B1, B2, G1, y G2, un dato importante que se ve en la figura 21A, es que aparece en los 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, aplicado en 17 países, la mitad de ellos de América Latina y en varios países del África, y en Estados Unidos, se fijó un límite de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. (FAO, 2003b)

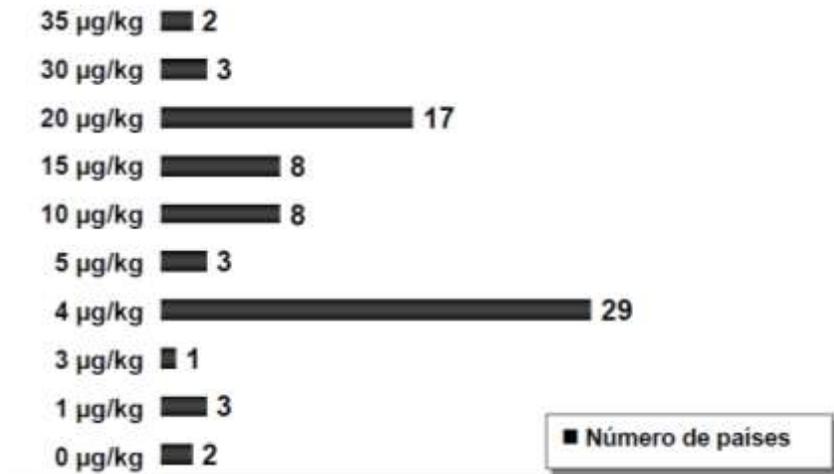


Figura 21A Límites a nivel mundial para las aflatoxinas totales en los alimentos

En 1995 para las fumonisinas sólo había reglamentación en un país, en la actualidad se regulan en seis países para el grano de maíz con un intervalo entre 1000 a 3000 µg/kg (FAO, 2003b)

2.11.1.2 Límites de la Unión Europea

Según la Unión Europea (UE), el límite para aflatoxinas en Maíz y arroz que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios es de 5.0 µg/kg para la aflatoxina B1 y de 10.0 µg/kg para la suma de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. (Unión Europea, 2006)

2.11.1.3 Límites de la Norma COGUANOR NGO

La norma COGUANOR NGO del Acuerdo Gubernativo Numero 226-92, establece que el límite es entre 2 y 10 ug/kg de aflatoxinas totales (B1 + B2 + G1 + G2), en maíz blanco y amarillo, harina de maní; harina de algodón, maní, mantequilla de maní y nueces de pistacho.

2.11.2 Normativas Nacionales y Extranjeras aplicadas a Micotoxinas

2.11.2.1 Normativa Nacional

- Acuerdo Gubernativo Número 226-92, en la que se adopta la Norma COGUANOR NGO 34 052 h2 GRANOS COMERCIALES Y OTROS ALIMENTOS. Para la determinación de aflatoxinas por el Método Romer, con el cual se establece el método para la determinación de aflatoxinas en granos comerciales y otros alimentos. ((UE), 2006)
- Norma COGUANOR NGO 34 047, en el cual se establece que para maíz el contenido máximo de aflatoxinas no deberá de ser mayor de 20 µg/kg o ppb

2.11.2.2 Normativa Extranjera

- La Unión Europea cuenta con el Reglamento (CE) No 401/2006 De La Comisión del 23 de febrero de 2006 por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial del contenido de micotoxinas en los productos alimenticios
- El Reglamento (CE) no 466/2001 de la Comisión, de 8 de marzo de 2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, establece los límites máximos de diversas micotoxinas en determinados productos alimenticios.
- La FAO cuenta con el reglamento nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003, el cual ilustra los límites reglamentarios respectivos en alimentos y raciones para diversas micotoxinas en distintos países del mundo.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias. Con la cual se establecen los límites máximo permisible de aflatoxinas en los cereales destinados para el consumo humano y animal, así como los lineamientos y requisitos sanitarios para el transporte y almacenamiento de los productos.

2.11.3 Boleta a utilizar para el análisis del almacenamiento de maíz

INFORMACIÓN GENERAL

| |
|---|
| Fecha: |
| Evaluador: |
| Acompaña la evaluación: |
| Humedad del centro de almacenamiento: |
| Temperatura del Centro de almacenamiento: |
| Numero de muestreo: |
| País de Procedencia del grano |
| País de Origen del Grano |
| Aduana de Ingreso: |

Silos

Estibas

| Puntos de control | SI | NO | N/A | OBSERVACIONES |
|---|----|----|-----|---------------|
| El personal cuenta con la vestimenta necesaria (botas, bata, gabacha, cascos, redecilla para el cabello, mascarilla) | | | | |
| Al personal que manipula alimentos, se le prohíbe el uso de: maquillaje, perfume, medicinas aplicadas a la piel, joyas y/o accesorios personales (anillos, relojes, collares, etc.) | | | | |
| En áreas de almacenamiento de granos está prohibido: fumar, comer, masticar chicle, escupir, e ingerir bebidas | | | | |
| Los visitantes al momento de ingresar a la planta se les provee vestimenta adecuada (gabacha, bata, botas, redecilla, mascarilla) | | | | |
| El personal al ingresar a la planta de almacenamiento de granos se lava y desinfecta las manos | | | | |
| El personal supervisor y operativo, recibe entrenamiento en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de granos | | | | |
| El personal responsable está capacitado | | | | |
| La planta almacenadora de granos está debidamente delimitada y cercada, lejos de fuentes de contaminación | | | | |
| El diseño de la planta contempla la existencia la separación de áreas, especialmente donde contaminación cruzada puede ocurrir | | | | |
| En el área de bodega existen tarimas o toman alguna medida para evitar poner el material en contacto con el piso | | | | |
| Los sacos de granos están colocados en estibas adecuadamente | | | | |
| Los silos cuentan con las dimensiones adecuadas para el almacenamiento de granos | | | | |
| Los silos son del material adecuado para el almacenamiento | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| de granos | | | | |
| La planta y silos son limpiados periódicamente | | | | |
| Las estibas cuentan con la separación adecuada entre estibas y estibas | | | | |
| La planta cuenta con la ventilación adecuada | | | | |
| Los visitantes al momento de ingresar a la planta se les provee vestimenta adecuada (gabacha, bata, botas, redecilla, mascarilla) | | | | |
| El personal al ingresar a la planta de almacenamiento de granos se lava y desinfecta las manos | | | | |
| Los alrededores (patios, jardines, estacionamientos) se encuentran libres de basura y materia inservible | | | | |
| El diseño de la planta contempla la existencia de pasillos o espacios de trabajo entre equipos y paredes | | | | |
| En el área se prohíbe el ingreso de animales domésticos | | | | |
| La planta cuenta con los drenajes adecuados | | | | |
| El/los edificios de la planta y estructuras cuentan con el tamaño adecuado, construcción y diseño para facilitar mantenimiento y operaciones higiénicas propias del almacenamiento de granos | | | | |
| La distribución del mobiliario y equipos facilita: | | | | |
| Su mantenimiento | | | | |
| Las operación de limpieza | | | | |
| La planta posee pisos: | | | | |
| En buen estado | | | | |
| Fáciles de limpiar | | | | |
| La planta posee cortinas de aire y/o plásticas cuando es necesario | | | | |
| El techo de la planta llena los siguientes requisitos: | | | | |
| En buen estado | | | | |
| Paredes de la planta en buen estado | | | | |
| Libres de suciedad | | | | |
| Libres de humedad | | | | |
| La planta posee ventas: | | | | |
| Que previenen el ingreso de plagas | | | | |
| Existen cedazos u otro tipo de protección contra plagas donde es necesario | | | | |
| Las paredes de la planta están: | | | | |
| En buen estado | | | | |
| Libres de humedad | | | | |
| Libres de suciedad | | | | |
| Los servicios sanitarios están lejos del área de almacenamiento donde no representen riesgo de contaminación. | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| La basura y desperdicios se descartan adecuadamente | | | | |
| No provean nidos ni refugio para plagas | | | | |
| Los recipientes de basura se limpian y desinfectan con Periodicidad establecida | | | | |
| Equipo y utensilios | | | | |
| Resistentes a la corrosión | | | | |
| No toxicas | | | | |
| No absorbentes | | | | |
| Los siguientes equipos se mantienen limpios: | | | | |
| Equipo y utensilios de limpieza | | | | |
| Tarimas | | | | |
| Carretas | | | | |
| Canastas o sacos | | | | |
| Balanzas o romanas | | | | |
| La empresa cuenta con un programa de control de plagas | | | | |
| La planta toma las medidas necesarias para evitar el ingreso de plagas a la planta | | | | |
| La empresa cuenta con personal encargada del programa de control de plagas o empresa encargada | | | | |
| El sistema de trampeo está debidamente identificada | | | | |

Observaciones: _____

Firma del Evaluador

Firma del Evaluador Acompañante

2.11.4 Métodos de muestreo establecidos por la Unión Europea

La Unión Europea en su Reglamento (CE) No 401/2006 de la comisión por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial del contenido de micotoxinas en los productos alimenticios, establece que todo lote será objeto de un muestreo por separado. Se entiende por lote una cantidad de producto alimenticio identificable, entregada en una vez y que presenta, a juicio del funcionario responsable, características comunes, como el origen, la variedad, el tipo de envase, el envasador, el expedidor o el marcado.

Pueda tener consecuencias comerciales inaceptables derivadas de los daños ocasionados La masa de la muestra elemental será de aproximadamente 100 g, a menos que la masa de la muestra esté definido.

En el caso de los lotes que se presentan en envases para la venta al por menor, la masa de la muestra elemental dependerá de la masa del envase.

Si se trata de envases para la venta al por menor con una masa superior a 100 g, esto dará como resultado muestras globales de más de 10 g. Si la masa de un envase individual de ese tipo es muy superior a 100 g, de cada uno de los envases se tomarán 100 g para constituir la muestra elemental. Esto puede hacerse al recoger la muestra o en el laboratorio.

Sin embargo, cuando tal método de muestreo al lote (debido a las formas de envase, los medios de transporte, etc.), podrá utilizarse un método alternativo de muestreo. Este es el caso, por ejemplo, de productos con valor comercial puestos en el mercado en paquetes para la venta al por menor de 500 g o 1 kg. En tal caso, la muestra global puede obtenerse añadiendo varias muestras elementales más bajas que lo indicado en los cuadros 10A y 11A, siempre que la masa de la muestra global sea igual a la masa requerida de la muestra global mencionada en dichos cuadros.

Si la masa de un envase para la venta al por menor es inferior a 100 gramos y la diferencia no es muy grande, se considerará que dicho envase es una muestra elemental, lo que dará como

resultado una muestra global de menos de 10 kg. Si la masa de un envase de esa clase es muy inferior a 100 g, una muestra elemental consistirá en dos o más envases, para aproximarse lo más posible a los 100 g. (Unión Europea, 2006)

Cuadro 10A Subdivisión de los lotes en sub-lotes en función del producto y de la masa del lote

| Producto | Peso del lote (en toneladas) | Peso o número de los sublotes | Número de muestras elementales | Peso de la muestra global (en kg) |
|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Cereales y productos a base de cereales | $\geq 1\ 500$ | 500 t | 100 | 10 |
| | > 300 y $< 1\ 500$ | 3 sublotes | 100 | 10 |
| | ≥ 50 y ≤ 300 | 100 t | 100 | 10 |
| | < 50 | — | 3-100 (*) | 1-10 |

(*) Según la masa del lote - véase cuadro 3

Fuente: Unión Europea. 2006. Reglamento (CE) No 401/2006

2.11.4.1 **Método de Muestreo para los Cereales y Productos a Base de cereales en Lotes Superiores o Iguales a 50 Toneladas**

- A condición de que los sublotes puedan separarse físicamente, cada lote se subdividirá en sublotes según el cuadro 2. Dado que la masa del lote no es siempre múltiplo exacto de la masa de los sublotes, la masa de éstos podrá superar la masa indicado en un 20 % como máximo. Si el lote no está o no puede separarse físicamente en sublotes, se tomarán del lote un mínimo de 100 muestras elementales.
- Cada sub-lote será objeto de un muestreo separado.
- Número de muestras elementales: 100. Masa de la muestra global = 10 kg.
- Cuando no sea posible aplicar el método de muestreo descrito en este punto por las consecuencias comerciales inaceptables que se derivarían de los daños ocasionados al lote (debido a las formas de envase, los medios de transporte, etc.), podrá utilizarse un método alternativo de muestreo, siempre que sea lo más representativo posible y esté pormenorizadamente descrito y documentado. También podrá utilizarse un método alternativo de muestreo cuando sea prácticamente imposible aplicar el método

mencionado anteriormente, por ejemplo en el caso de grandes lotes de cereales guardados en almacenes o silos ((UE), 2006)

2.11.4.2 Método de Muestreo para los Cereales y Productos a Base de Cereales en Lotes Inferiores a 50 Toneladas

En el caso de lotes de cereales o productos a base de cereales inferiores a 50 toneladas, se aplicará el plan de muestreo tomando entre 10 y 100 muestras elementales, según la masa del lote, que darán como resultado una muestra global de entre 1 y 10 kg. En el caso de lotes muy pequeños (inferiores o iguales a 0,5 t) podrá tomarse un número inferior de muestras elementales, aunque la masa de la muestra global obtenida al agregar todas las muestras elementales deberá ser, también en este caso, de al menos 1 kg.

Las cifras del cuadro 10 podrán utilizarse para determinar el número de muestras elementales necesarias. (Unión Europea, 2006)

Cuadro 11A Número de muestras elementales que deben tomarse, en función de la masa del lote de cereales y productos a base de cereales

| Peso del lote (en toneladas) | Número de muestras elementales | Peso de la muestra global (en kg) |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| ≤ 0,05 | 3 | 1 |
| > 0,05-≤ 0,5 | 5 | 1 |
| > 0,5-≤ 1 | 10 | 1 |
| > 1-≤ 3 | 20 | 2 |
| > 3-≤ 10 | 40 | 4 |
| > 10-≤ 20 | 60 | 6 |
| > 20-≤ 50 | 100 | 10 |

Fuente: Unión Europea. 2006. Reglamento (CE) No 401/2006

The seal of the Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress holding a book, standing on a globe. The globe is surrounded by various symbols of science and nature, including a sun, a moon, a star, and a plant. The text "ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES" is inscribed around the perimeter of the seal.

CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS

Servicio 1: Emisión de Licencias Sanitaria de Funcionamiento, de Transporte y verificación de acciones correctivas.

Servicio 2: Emisión de Permisos de Importación.

Servicio 3: Realización de Protocolo de Muestreo de frutas, granos y Hortalizas de importación.

Servicio 4: Realización de capacitaciones.

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DEL MAGA

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), está compuesta por cuatro Viceministerios, y uno de ellos es el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, el cual vela entre otras funciones por la inocuidad de los alimentos, a través de la Dirección de Inocuidad.

La Dirección de Inocuidad cuenta con el Departamento de Productos de Origen Vegetal, el cual es el responsable de velar por la inocuidad de alimentos no procesados de origen vegetal, entre los que se encuentran frutas, plantas medicinales, granos, especias, tubérculos, semillas y hortalizas para consumo humano, así como tiene la función de vigilar la inocuidad de los alimentos que se consumen en el territorio nacional y los que son exportados a otros países a través de auditorías a empresas y vehículos, los cuales si cuentan con todas las normas de inocuidad se les extiende una Licencia Sanitaria de Funcionamiento, la cual garantiza que estas empresas y vehículos ofrecen productos inocuos y aptos para el consumo humano, el cual no afectara la salud del consumidor final.

Además de estas también extienden permisos de importación a estas empresas que cuentan con la Licencia Sanitaria de Funcionamiento, estos permisos son para frutas, granos, hortalizas, tubérculos, semillas y especias, pero deben de cumplir además de las medidas de inocuidad con la papelerías específica como facturas comerciales, certificados sanitarios, análisis microbiológicos, entre los que se encuentran salmonella y Ecoli para frutas y hortalizas de alto riesgo y de Micotoxinas (Aflatoxinas y Ocratoxinas) para granos y cereales. Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron actividades en el Departamento de Productos de Origen Vegetal, como la emisión de Licencia Sanitaria de Funcionamiento, Licencia Sanitaria de Transporte, Permisos de Importación, se realizó un protocolo de muestreo de granos, frutas y hortalizas y capacitaciones tanto a profesionales en temas como inocuidad, micotoxinas y a estudiantes de primaria en temas como inocuidad.

3.2 EMISIÓN DE LICENCIAS SANITARIAS DE FUNCIONAMIENTO (LSF), DE TRANSPORTE, Y VERIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS DE RECHAZOS DE LSF, DEL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD VEGETAL, VISAR – MAGA

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 General

Emitir licencias Sanitarias de Funcionamiento y de Transporte, y verificación de acciones correctivas de los rechazos emitidos de las LSF, realizadas a través de las Inspecciones de establecimientos y de transporte de alimentos de origen vegetal por parte del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.

3.2.1.2 Objetivos Específicos

- Realización de inspección de establecimientos de alimentos de Origen Vegetal para emitir LSF y de Transporte
- Notificar a los establecimientos de alimentos de origen vegetal de la aprobación o del rechazo de la licencia de transporte o de Sanitaria de Funcionamiento.
- Verificar por medio de una auditoria

3.2.2 Metodología

3.2.2.1 Emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento

El procedimiento para la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento se describe a continuación:

- A. Las empresas que necesitan una Licencia Sanitaria de Funcionamiento (LSF), deben de llenar la papelería necesaria, pagar \$31.25 de dólar y entregarla en la ventanilla de la Oficina al Usuario (OSU), del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación – MAGA, de la zona 13, para que quede sujeta a inspección técnica.

- B. La papelería es trasladada a la Dirección de Inocuidad, en el Edificio contiguo al de Monja Blanca en la zona 13, donde es recibida por la Secretaria, quien es la encargada de trasladarla al Departamento de Inocuidad Vegetal.
- C. En el Departamento de Inocuidad Vegetal, la papelería es recibida por los inspectores del área, los cuales se encargan de comunicarse con los representantes legales de las empresas que solicitan la LSF, estos deben de coordinar el día y hora de la inspección.
- D. El día de la inspección técnica, la empresa debe de cumplir con los requisitos mínimos higiénicos sanitarios, de conformidad con la actividad a que se dedique, de la siguiente forma:
- Unidades productivas o establecimientos de producción, Licencia Sanitaria de Funcionamiento para Buenas Prácticas Agrícolas –BPA-
 - Establecimientos de producción y/o transformación, clasificación, empaque, almacenaje y centros de Acopio, Licencia Sanitaria de Funcionamiento para Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- y de Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control – HACCP-
- E. Con base en la inspección técnica, el departamento de Inocuidad vegetal emite el dictamen. En caso de que el establecimiento no cumpla con los requisitos correspondientes, se indican las recomendaciones pertinentes para efectuar las correcciones, fijando un plazo que oscila entre quince días y dos meses, según sea el caso. De no efectuarse las correcciones en el tiempo establecido se rechaza la solicitud.
- En caso que el establecimiento cumple con las condiciones requeridas, se emite el dictamen correspondiente.

- F. Se actualizan los datos de la empresa en la base de datos del Departamento de Inocuidad vegetal, se emite la LSF o la hoja de rechazo según sea el caso, se envía a Firma del Jefe del Departamento y del Director de Inocuidad, para que por ultimo sea enviado a la Oficina del Usuario para su entrega aproximadamente 7 días después de la inspección.

3.2.2.2 Emisión de Licencias de Transporte

El procedimiento para la emisión de Licencias Sanitarias de Transporte se describe a continuación:

- A. Las empresas que necesitan una Licencia de transporte, deben de llenar la papelería necesaria, pagar \$31.25 de dólar y entregarla en la ventanilla de la Oficina al Usuario (OSU), para que quede sujeta a inspección técnica.
- B. La papelería es trasladada al Departamento de Inocuidad Vegetal, la papelería es recibida por los inspectores del área, los cuales deben de verificar que esta venga completa, de lo contrario es rechazada automáticamente y se comunican con el piloto para que este la complete pero de lo contrario se llena el Formulario de inspección de transporte y se procede a verificar que este cuente con las normas mínimas de inocuidad,
- C. Con base en la inspección técnica, el departamento de Inocuidad vegetal emite el dictamen. En caso de que el transporte no cumpla con los requisitos correspondientes, se indican las recomendaciones pertinentes para efectuar las correcciones, En caso contrario que el establecimiento cumple con las condiciones requeridas, se emite el dictamen correspondiente.
- D. Se actualizan los datos de la empresa en la base de datos del Departamento de Inocuidad vegetal, se emite la Licencia de transporte o la hoja de rechazo según sea

el caso, se envía a Firma del Jefe del Departamento, para que por ultimo sea enviado a la Oficina del Usuario para su entrega ese mismo día.

3.2.3 Resultados

3.2.3.1 Emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento (LSF)

Fueron emitidas en el periodo de febrero a noviembre del 2013 ciento treinta licencias de las cuales de especias fueron seis, de frutas veintinueve, de granos cincuenta y uno, hortalizas cuarenta y tres y de semillas una.

En la figura 22 se muestra que se emitió el 39% de LSF de granos, le sigue el 33% de Hortalizas y el 22% de frutas y en menor porcentaje están especias y semillas.

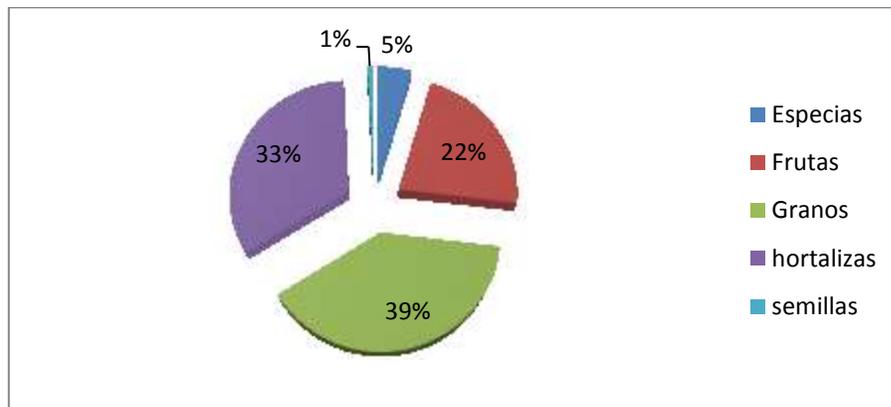


Figura 22 Clasificación y porcentaje de las Licencias Sanitaria de Funcionamiento Emitidas de Febrero a noviembre del 2013

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.2 Licencias Sanitarias de Transporte

Fueron emitidas en el periodo de febrero a noviembre del 2013 noventa y cuatro licencias de las cuales cuarenta y dos fueron de frutas, trece de granos y treinta y nueve de hortalizas. En la figura 23, se muestran estos porcentajes, donde se observa que el mayor porcentaje lo tienen las frutas con el 45%, le sigue el 41% de hortalizas y el 14% de granos.

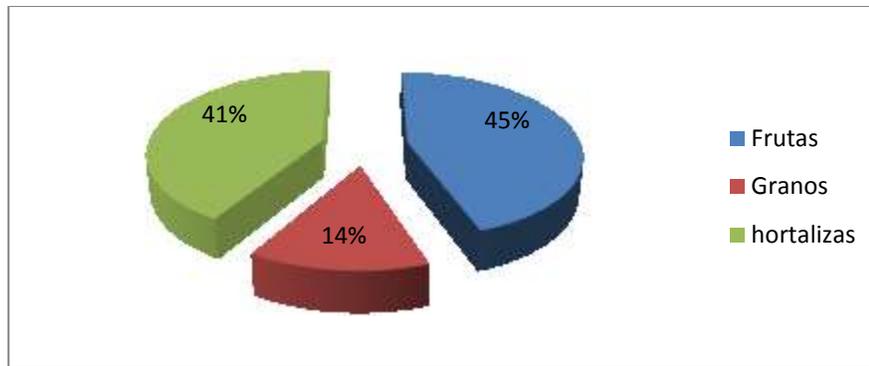


Figura 23 Clasificación y porcentaje de las Licencias Sanitaria de Funcionamiento Emitidas de Febrero a noviembre del 2013

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.3 Rechazos y verificación de acciones correctivas

Se emitieron veintinueve rechazos durante el periodo de febrero a noviembre del 2013 los cuales están divididos de la siguiente forma: diecisiete de Licencias Sanitarias de Funcionamiento, cuatro de transporte y ocho rechazos generales.

Como se puede observar en la figura 24, se emitió un 59% de los rechazos en LSF, un 27% de rechazos, que estos se emitieron con este nombre debido a que los expedientes que no estaban ingresados en el sistema y que era necesario generarle un rechazo, y por ultimo un 14% de Licencia de Transporte.

De estos rechazos emitidos, el 85% de ellos fueron debido a que no cumplen con las normas mínimas de inocuidad, por lo que fue necesario realizar una re-inspección en las empresas y vehículos donde se verificaron las acciones correctivas, por lo que fue necesario que la empresa genere una nota o carta dirigida al jefe del Departamento de Inocuidad Vegetal solicitando la re-inspección, el 10% de los rechazos fueron porque no respondieron a la llamada que se hizo para verificar fecha y día de la inspección y un 5% de los rechazos porque se encontraron anomalías en los expedientes.

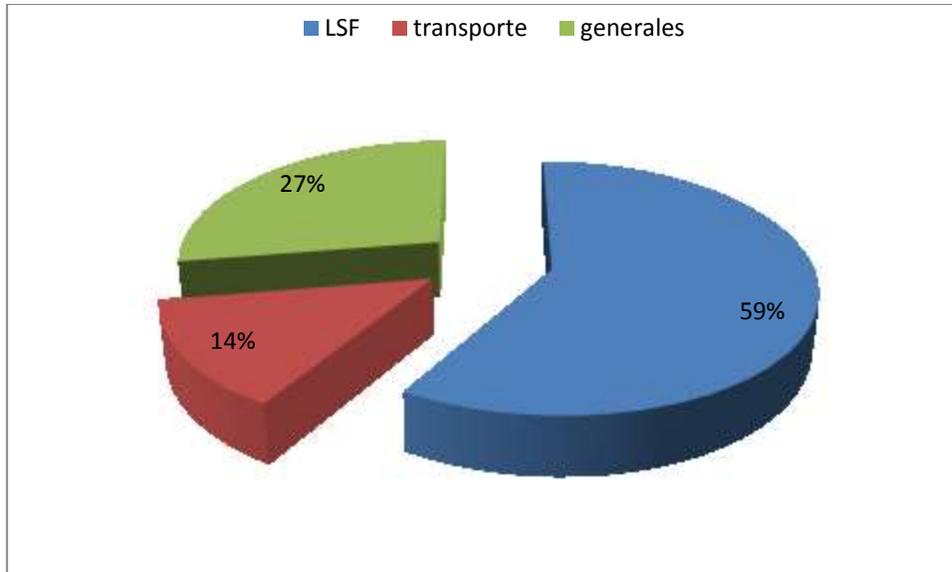


Figura 24 Clasificación y porcentaje de Los rechazos emitidos de febrero a noviembre del 2013

Fuente: Elaboración Propia

3.3 EMISIÓN DE PERMISO DE IMPORTACIÓN, DEL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD VEGETAL, VISAR – MAGA

3.3.1 Objetivos

3.3.1.1 General

Emitir permisos de Importación por parte del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.

3.3.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar que la empresa cuente con Licencia Sanitara de Funcionamiento Vigente.
- Verificar que la papelería que ingresa al Departamento de Inocuidad venga llena correctamente.

3.3.2 Metodología

Los aspectos a considerar para la emisión de permisos de importación son los siguientes:

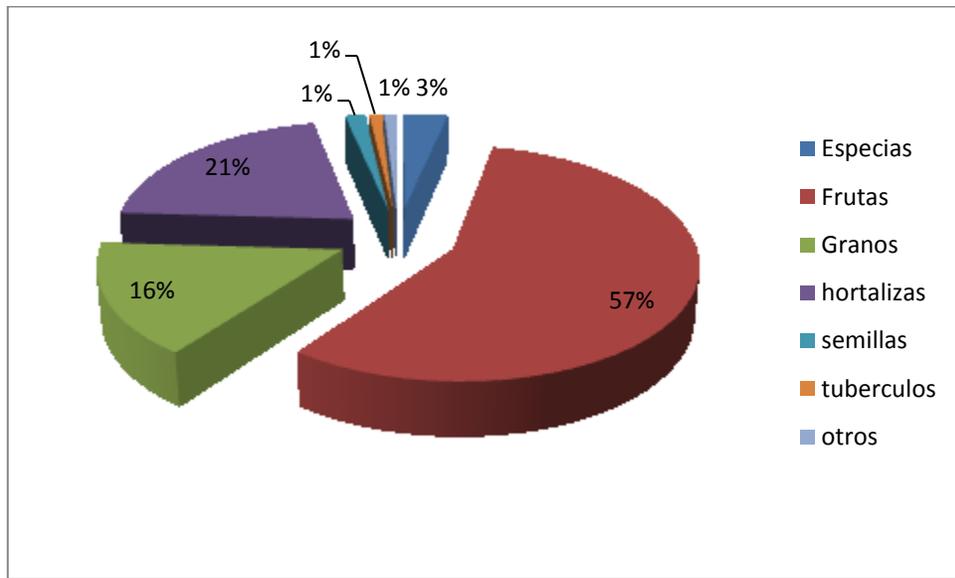
- A. Las empresas que necesitan un permiso de Importación, deben de llenar la papelería necesaria, pagar \$31.25 de dólar y entregarla en la ventanilla de la Oficina al Usuario (OSU), del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación – MAGA, de la zona 13.
- B. La papelería es trasladada directamente a la Oficina del Departamento de Inocuidad.
- C. En el Departamento de Inocuidad Vegetal, la papelería es verificada que contenga todos los requisitos necesarios para la importación, entre ellos deben de contar con LSF vigente, ya que de lo contrario este permiso automáticamente se rechaza.
- D. Si la empresa cumple con los requisitos de importación, se le emite el permiso, de lo contrario se le emite un rechazo y el representante legal de la empresa debe de adjuntar, cambiar o corregir el requisito y luego puede volver a ingresar la papelería.

3.3.3 Resultados

Se emitieron trescientos veinticuatro permisos de importación durante el Periodo de Febrero a noviembre del 2013 los cuales están divididos de la siguiente forma: de especias fueron once, ciento ochenta y cuatro de frutas, cincuenta y uno de granos, sesenta y siete de hortalizas, cinco de semillas, tres de tubérculos y 3 de otros.

En la figura 25 se muestra que el 57% de los permisos de importación son de frutas, el 21% de Hortalizas, el 16% de granos, el 3% de especias y 1% de semillas, tubérculos y de otros, en estos últimos se puede mencionar permisos de importación de carne avícola y carne porcina.

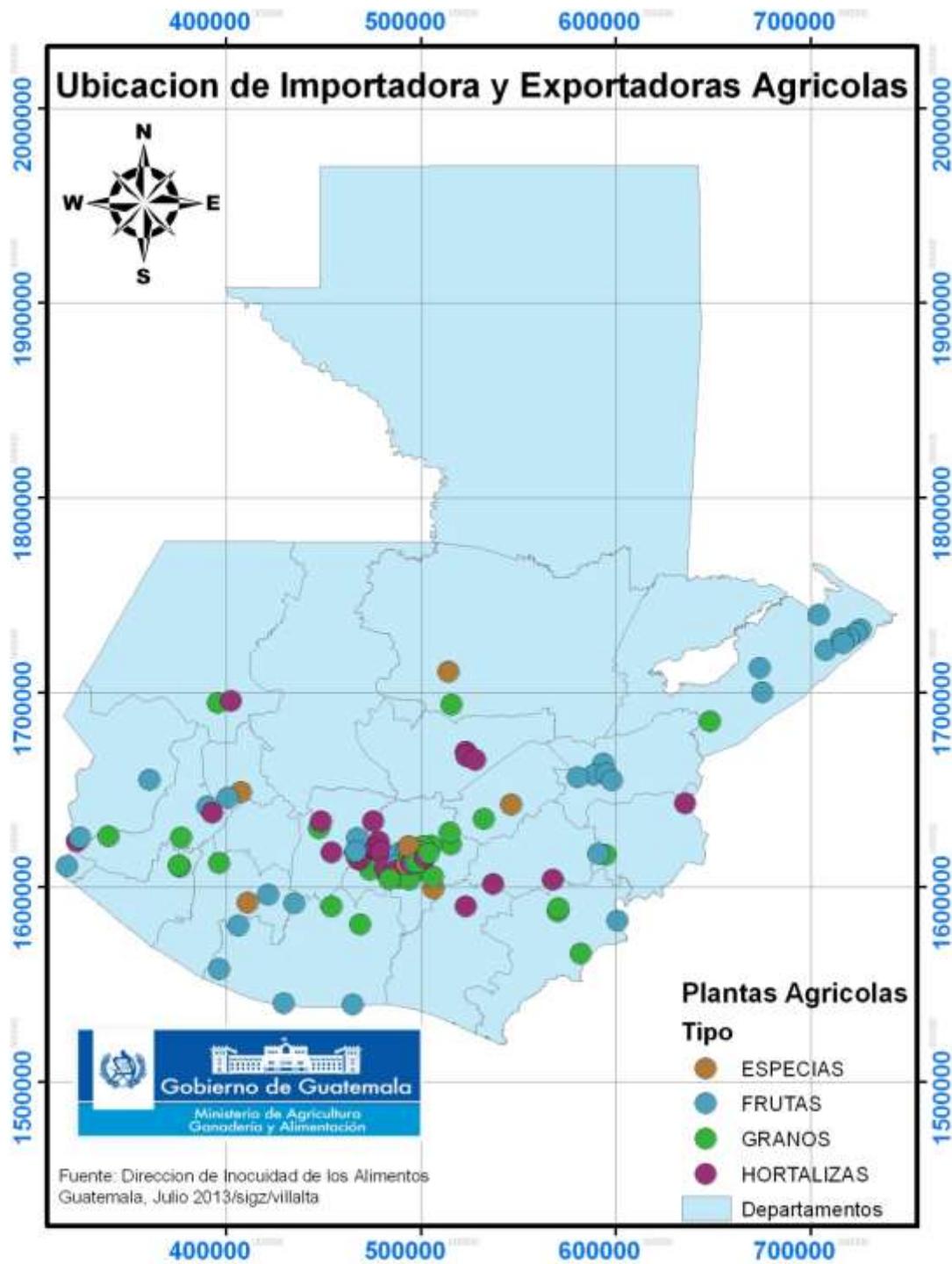
Figura 25 Clasificación y porcentaje de los Permisos de Importación Emitidos de Febrero a noviembre del 2013



Fuente: Elaboración Propia

Se rechazaron solamente siete permisos de importación, los cuales estuvieron divididos así: dos de especias, uno de granos y cuatro de hortalizas

Figura 26 Ubicación de las Empresas importadoras y Exportadoras Agrícolas 2013



Fuente: Elaboración

3.4 MUESTREO DE FRUTAS, GRANOS Y HORTALIZAS DE IMPORTACIÓN

3.4.1 Objetivos

3.4.1.1 General

Muestreo de frutas, granos, y Hortalizas por parte del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

3.4.1.2 Específicos

- Realizar un protocolo de muestreo de frutas, granos, y Hortalizas
- Muestreo de frutas, granos, y Hortalizas

3.4.2 Metodología

- A. Para realizar el protocolo de muestreo se necesitó de la revisión bibliográfica, de otros muestreo que existen
- B. Con la ayuda del protocolo de muestreo ya implementado se procedió a realizar muestreos en contenedores, bodegas y almacenes fiscales de frutas y granos.
- C. Las muestras que se obtenían eran enviadas al laboratorio para ser analizadas en microbiología y micotoxinas.

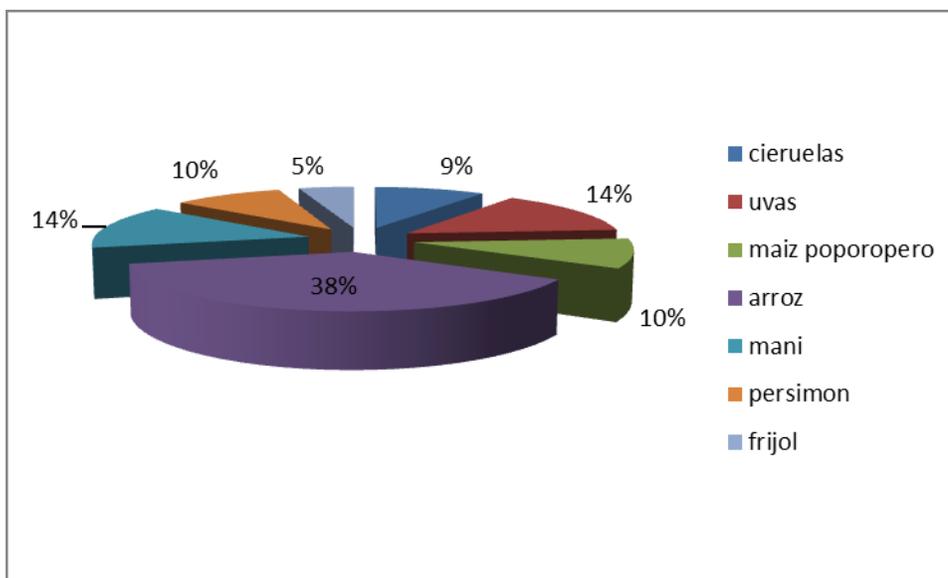
3.4.3 Resultados

Se realizó el protocolo de muestreo, el cual se dejó en el Departamento de Inocuidad Vegetal, y con la ayuda de este se realizaron muestreos de frutas y granos debido a que, las empresas no presentaron los análisis microbiológicos y de micotoxinas en la papelería requerida obligatoria, según el acuerdo Gubernativo 72-2003, en el cual se establece en el Capítulo VI, del artículo 13, inciso G: que como requisitos para poder importar se deben de presentar los resultados de los análisis de contaminantes microbiológicos de vigilancia primaria los cuales son, Coliformes fecales y totales, E. Coli, Salmonella y de Micotoxinas (ocratoxina y aflatoxinas) respectivos al producto importado, por lo que se brindó este servicio por única vez, por cada empresa que lo requerida.

Fueron emitidas en el periodo de septiembre a diciembre un total de veintiún muestreos, de los cuales siete fueron de frutas y catorce de granos.

De las frutas muestreadas se encuentran uvas, persimon y ciruelas, y granos, maní, maíz poporopero, frijol y arroz, y los porcentajes de muestreo de cada uno de ellos se muestra en la figura 27

Figura 27 Porcentaje de muestreos por producto realizado por el Departamento de Inocuidad



Fuente: Elaboración Propia

3.5 CAPACITACIONES

3.5.1 Objetivos

3.5.1.1 General

Realizar capacitaciones a productores de hortalizas, profesionales y estudiantes de escuelas en temas como la inocuidad y la importancia de las micotoxinas en lo alimentos

3.5.1.2 Específicos

- Dar a conocer la importancia de la inocuidad en la producción de hortalizas.
- Dar a conocer la importancia de las micotoxinas en el almacenamiento de granos.

3.5.2 Metodología

- A. Se realizó presentación en power point para dar a conocer la importancia de la inocuidad, esta presentación se realizó para los productores de hortalizas.
- B. Se organizó una conferencia donde se invitaron a expertos en el tema de micotoxinas, y así mismo a empresarios que almacenan granos, para que estos últimos conocieran la importancia de las micotoxinas y como estas se desarrollan.
- C. Se realizaron carteles informativos y dinámicos para los niños de primaria a quienes se les enseñó la importancia de la inocuidad.

3.5.3 Resultados

Se capacitaron a productores de Tomate y de Chile Pimiento en temas como Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), temas que son necesarios para tener una buena inocuidad de los alimentos.

En el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), se realizó la primera conferencia sobre la importancia de las micotoxinas, donde llegaron empresarios que se dedican al almacenamiento de granos en silos y bodegas, expertos en el tema de micotoxinas expusieron como es que estas afectan la salud de los consumidores de estos

granos, los resultados que se han tenido en muestreos que se han hecho en mercados y como es que las micotoxinas se desarrollan como se pueden observar en las fotografías

Se capacitaros a niños desde primero a sexto primaria sobre las bases de la inocuidad, ellos mostraron gran interés en el temas y participaron en las actividades que se tenían entre las que se encontraban: la forma correcta de lavarse las manos, el uso adecuado de la basura, el lugar adecuado donde se deben de tener a los animales de granja, como se puede observar en las siguientes figuras



Figura 28 Doctoras expertas en Micotoxinas que fueron invitadas



Figura 29 Empresarios invitados que almacenan granos



Figura 30 Capacitación realizada en la escuela primaria