

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN GUATEMALA.

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

POR

CINTHIA CLAUDETTE HURTADO MORENO

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, JULIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR EN FUNCIONES
M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Aroldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, JULIO DE 2021

Guatemala, julio de 2021

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 titulado: **“Determinación de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 en arroz (*Oriza sativa*) importado y almacenado en bodegas de empresas importadoras, diagnóstico y servicios realizados en el departamento de Productos de Origen Vegetal, de la Dirección de Inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- Guatemala, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



CINTHIA CLAUDETTE HURTADO MORENO

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios Por darme la vida, la salud, las fuerzas y guiarme en el camino para poder culminar una etapa importante en mi vida y permitirme cumplir una más de mis metas.

Mi padre Carlos Humberto Hurtado Contreras, gracias por sus consejos y su sacrificio para que pudiera continuar con mis estudios.

Mi madre Ingrid Violeta Estrada de Hurtado, por su amor y por su esfuerzo en el recorrido de mi carrera.

Mi hija Ingrid Claudette, por ser mi mayor motor para seguir con mis estudios y poder culminarlos, por tu apoyo, por todo el amor que me brinda cada día y por ser una excelente hija, este logro es tuyo también te amo infinitamente.

Mis hermanas Ingrid Walleska y Shirley Roxana por su apoyo.

Mi abuelita Marta Estrada de Moreno, por darme siempre palabras de aliento en cada etapa de mi formación y así poder lograr una de mis metas. Gracias por todo su amor.

Mi tío Iván Moreno Estrada (q.e.p.d) por sus consejos los cuales me sirvieron a lo largo de toda la carrera y que hubiera deseado de todo corazón que estuviera aquí presente.

Mis sobrinas Fernanda Mishelle y Ana Sofía, con todo mi amor.

Mis amigos

En especial a Vilma Lutín, quien fue la persona que me motivó a retomar mis estudios y se lo agradezco de todo corazón, Marisol Alvarez, Haasler Méndez, Paola Ixcajo y Katherine Trujillo por ser siempre un apoyo en esta etapa tan importante de nuestras vidas y por compartir conmigo días inolvidables, alegrías y locuras a lo largo de todos estos años de la carrera como estudiantes y porque nuestra amistad crece cada día más, Flor de María Bonilla gracias por tu apoyo durante mi EPS, me diste siempre las fuerzas para seguir adelante, eres una gran amiga, Nancy Bran, Ana Montejo, Diana Calán, Gabriela Paz, Sarita Estrada, Celia Miranda gracias por todo su apoyo y su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios Por guiarme en todo momento y permitirme terminar mi carrera.

Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala Por brindarme todos los conocimientos para desarrollarme como profesional y lugar donde pase los mejores momentos.

Mi supervisor Ing. Agr. Luis Montes por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

Mi Asesor MSc. Ezequiel López por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por compartir sus conocimientos conmigo.

Dirección de Inocuidad de los Alimentos VISAR –MAGA- Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-.

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN		IX
1	CAPÍTULO I	1
1.1	PRESENTACIÓN	3
1.2	MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1	Localización de MAGA	3
1.2.2	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-	5
1.3	OBJETIVOS	6
1.3.1	Objetivo General.....	6
1.3.2	Objetivos Específicos	7
1.4	METODOLOGÍA.....	7
1.4.1	Fuentes primarias	7
1.4.2	Fuentes secundarias	7
1.4.3	Compilación de la información.....	8
1.5	RESULTADOS	8
1.5.1	Departamento de Productos de Origen Vegetal	8
1.5.2	Funciones del Departamento de Productos de Origen Vegetal.....	11
1.5.3	Análisis situacional del Departamento de Productos de Origen Vegetal	14
1.5.4	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del departamento de Productos de Origen Vegetal.....	15
1.5.5	Análisis de la problemática	16
1.6	CONCLUSIONES	18
1.7	RECOMENDACIONES.....	18
1.8	BIBLIOGRAFÍA.....	19
2	CAPÍTULO II	21
2.1	PRESENTACIÓN	23
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.2.1	Marco teórico.....	25

	Página
2.2.2	Marco referencial.....46
2.3	OBJETIVOS47
2.3.1	Objetivo general47
2.3.2	Objetivos específicos47
2.4	METODOLOGÍA.....48
2.4.1	Selección del número de empresas a trabajar48
2.4.2	Verificación de condiciones de almacenaje.....48
2.4.3	Muestreos de bodegas de estudio48
2.5	RESULTADOS50
2.5.1	Empresas importadoras y países de origen de importación de arroz.....50
2.5.2	Características y tiempo de almacenamiento en las bodegas50
2.5.3	Contenido de aflatoxinas en arroz importado almacenado50
2.6	Características físicas del almacenamiento de arroz52
2.7	CONCLUSIONES.....56
2.8	RECOMENDACIONES57
2.9	BIBLIOGRAFÍA58
2.10	ANEXOS62
2.10.1	Límites de la norma COGUANOR 34 049 para aflatoxinas en arroz.....62
2.10.2	Normas COGUANOR a consultar62
2.10.3	Definiciones.....62
2.10.4	Terminología63
2.10.5	Clasificación y designación64
2.10.6	Especificaciones.....66
2.10.7	Lista de cotejo que se utilizó para verificar las condiciones de las bodegas de almacenamiento de arroz69
3	CAPÍTULO III77
3.1	PRESENTACIÓN79

Página

3.2	SERVICIO 1. EMISIÓN DE LICENCIAS SANITARIAS DE FUNCIONAMIENTO -LSF- CON BASE A INSPECCIONES A ESTABLECIMIENTOS QUE MANIPULEN PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL NO PROCESADOS	80
3.2.1	Objetivos.....	80
3.2.2	Metodología	80
3.2.3	Resultados.....	82
3.2.4	Evaluación del servicio	83
3.3	SERVICIO 2. EMISION DE PERMISOS DE IMPORTACION DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL NO PROCESADOS.....	83
3.3.1	Objetivos.....	83
3.3.2	Metodología	83
3.3.3	Resultados.....	84
3.3.4	Evaluación del servicio	85
3.4	BIBLIOGRAFÍA.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa Aéreo de las Oficinas del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones	4
Figura 2. Viceministerios del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.....	6
Figura 3. Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-	9
Figura 4. Árbol de problema sobre el personal insuficiente con el que cuentan para llevar a cabo las diversas actividades que realiza el Departamento de Productos de Origen Vegetal.	17
Figura 5. Problema detectado sobre el cambio constante del personal operativo del Departamento de Productos de Origen Vegetal.....	17
Figura 6. Corte transversal de la semilla o grano de arroz, con sus respectivas partes.....	26
Figura 7. Mapeo de la producción de arroz en quintales, según IV Censo Agropecuario año 2003.....	28
Figura 8. Toneladas de arroz (<i>Oryza sativa</i>) importadas durante los años 2015 y 2016.....	29
Figura 9. Estructura química de la aflatoxina B1	38
Figura 10. Estructura química de la aflatoxina B2.....	39
Figura 11. Estructura química de la aflatoxina G1.	40
Figura 12. Estructura química de la aflatoxina G2.	41
Figura 13. Límites máximos a nivel mundial para los niveles de la aflatoxina B1 en los alimentos.	42
Figura 14. Límites a nivel mundial para totales en aflatoxinas en alimentos.....	42
Figura 15. Cereales almacenados en costales.	45

Página

Figura 16. Departamentos en donde están localizadas las bodegas consideradas para la investigación.	46
Figura 17. Resultados de la prueba de ELISA realizadas a las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.....	52
Figura 18A. Inspección a bodegas almacenadoras: A. Almacenamiento de otros productos ajenos al arroz. B. Lámparas no cubiertas. C. Cajas vacías y material de empaque en el área del almacenamiento de arroz. D. Trampas no identificadas.	74
Figura 19A. Condiciones de las bodegas almacenadoras: A. El producto debe estar separado de los alrededores. B. Costales colocados sin tarima. C. Áreas descubiertas donde pueden ingresar plagas. D. Techo de lámina. E. Recipiente de basura sin identificar. F. Trampa sin identificar.....	75
Figura 20. Licencias Sanitarias de Funcionamiento -LSF- emitidas en el periodo de febrero a noviembre de 2016.	82
Figura 21. Porcentaje permisos emitidos por material vegetal inspeccionado.	85

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Clases de Licencias de Funcionamiento según la empresa u organización	12
Cuadro 2.	Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas - FODA- del Departamento de Productos de Origen Vegetal.	15
Cuadro 3.	Producción en toneladas de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) en Guatemala según estimados de FAOSTAT en los años 2008 a 2014.	29
Cuadro 4.	Valores óptimos para almacenamiento de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) para evitar el riesgo de desarrollo aflatoxinas.....	32
Cuadro 5.	Número mínimo de sacos a muestrear por lote.....	45
Cuadro 6.	Días de almacenamiento en las cinco bodegas de arroz importado.	50
Cuadro 7.	Resultados de la prueba de ELISA realizadas a las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.	51
Cuadro 8.	Resumen de condiciones del personal y características físicas que presentan las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.	53
Cuadro 9A.	Normas COGUANOR que se pueden consultar referente a la investigación de arroz.	62
Cuadro 10A.	Grados de calidad del arroz en cáscara.	66
Cuadro 11A.	Grados de calidad del arroz elaborado.	66
Cuadro 12A.	Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa A, almacén de arroz importado.....	69
Cuadro 13A.	Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa B, almacén de arroz importado.....	70
Cuadro 14A.	Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa C, almacén de arroz importado.....	71

	Página
Cuadro 15A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa D, almacén de arroz importado.	72
Cuadro 16A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa E, almacén de arroz importado.	73
Cuadro 17. Permisos emitidos de febrero a noviembre de 2016.....	84

DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*) IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS DE EMPRESAS IMPORTADORAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL, DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES -VISAR- DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- GUATEMALA, C.A..

RESUMEN

El tema de la inocuidad de los alimentos para el consumo humano es cada vez más importante a nivel mundial. Muchos de los contaminantes naturales tienen un impacto negativo en la salud de los seres humanos, así como en la economía de los países exportadores de alimentos, ya que un producto que no cumpla con las normas de sanidad deberá ser desechado parcial o totalmente.

El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, se ocupa de todas las actividades relacionadas con la calidad y la inocuidad de los alimentos comercializados en Guatemala. Regulada a través del Decreto 90-97 el cual en su artículo 130 le da la competencia al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación las funciones de prevención y control en las etapas de producción, transformación, almacenamiento, transporte, importación y exportación de alimentos naturales no procesados. Del código de salud se deriva su reglamento el Acuerdo Gubernativo No. 969-99 el cual en sus artículos 14.8, 14.9 y 14.10 especifica los establecimientos competencia del MAGA (VISAR, 2014).

El presente documento es la integración de tres capítulos que son: diagnóstico, investigación y servicios, los cuales comprenden las actividades realizadas como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPS–, dichas actividades fueron ejecutados en el periodo de febrero a noviembre del 2016 en el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA–.

El diagnóstico fue realizado en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del MAGA, con el objetivo de determinar los principales problemas que afectan durante las inspecciones que

realizan para verificar Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y por consiguiente en la generación de licencias sanitarias de funcionamiento y de transporte, los permisos de importación en base al tema de inocuidad.

A través de entrevistas a los empleados del departamento se determinó que los principales problemas son: a) Falta de vehículos, equipo tecnológico e instalaciones adecuadas para que el personal pueda realizar todo el trabajo requerido y de la mejor manera; b) Cambio constante del personal operativo del departamento.

La investigación fue realizada para determinar el contenido de aflatoxinas (son micotoxinas producidas en pequeñas concentraciones por hongos del género *Aspergillus*) en arroz almacenado en cinco empresas importadoras y con ello asegurar el adecuado almacenamiento del producto, cumpliendo con el límite permitido del tóxico; así como encontrar las posibles soluciones para disminuir el riesgo al consumidor a contraer enfermedades provocadas por la micotoxina.

Con base a los resultados obtenidos en la investigación se observó que en cuatro de las cinco empresas estudiadas, la concentración de aflatoxinas en arroz (*Oriza sativa* L.) almacenado se encontró dentro del rango permitido que es de ≤ 20 ppb, según la norma COGUANOR NGO 34 049, mientras que una de ellas presentó una concentración de 21.6 ppb. Superando el límite permitido para consumo humano.

Se observó que en las bodegas almacenadoras de arroz no se mantiene un monitoreo constante y efectivo de la humedad relativa y de la temperatura dentro de las instalaciones, el mal manejo de estos factores puede promover la proliferación del hongo que produce las micotoxinas.

Se realizaron servicios como apoyo para el Departamento de Productos de Origen Vegetal durante el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- .

En el servicio uno se apoyó en la emisión de licencias sanitarias de funcionamiento, luego de realizar la adecuada inspección en los establecimientos que manipulan productos de origen vegetal no procesados.

En el servicio dos se llevó a cabo la emisión de permisos de importación de productos de origen vegetal no procesados, habiendo realizado la inspección requerida y revisado si el producto cumplía con los requisitos para su importación.



1 **CAPÍTULO I**

DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE INOCUIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- , GUATEMALA.

1.1 PRESENTACIÓN

El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, se ocupa de todas las actividades relacionadas con la calidad y la inocuidad de los alimentos comercializados en Guatemala. Regulada a través del Decreto 90-97 el cual en su artículo 130 le da la competencia al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación las funciones de prevención y control en las etapas de producción, transformación, almacenamiento, transporte, importación y exportación de alimentos naturales no procesados. Del código de salud se deriva su reglamento el Acuerdo Gubernativo No. 969-99 el cual en sus artículos 14.8, 14.9 y 14.10 especifica los establecimientos competencia del MAGA (VISAR, 2014).

El objetivo de realizar el diagnóstico en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal del –VISAR- MAGA- fue para determinar las principales problemáticas a las que se enfrentan diariamente y así establecer líneas de acción que puedan mejorar las condiciones y resultados del departamento.

La información se recabó por medio de entrevistas, recorridos por las instalaciones y revisión bibliográfica con lo cual se realizó un análisis situacional del departamento y posteriormente un árbol de problema.

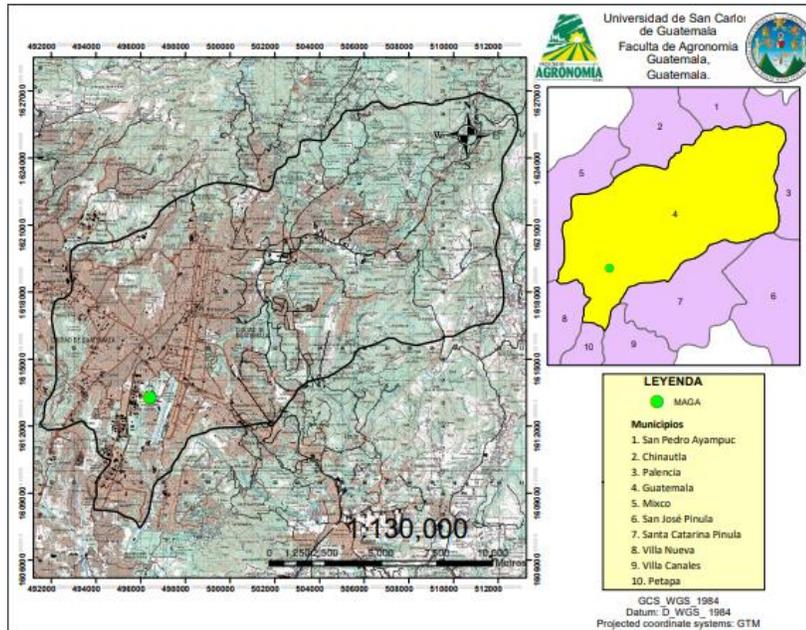
1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Localización de MAGA

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- central, está ubicado en la 7ma. Avenida 12-90 Anexo Edificio Monja Blanca de la zona 13 del Departamento de Guatemala. Dentro del mismo edificio antes descrito se encuentra el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- en donde opera el Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad (Maldonado, 2013).

a. Coordenadas Geográficas

El lugar se encuentra a una longitud $90^{\circ}31'59.99''$ Oeste y una latitud de $14^{\circ}35'23.92''$ Norte, con una elevación de 1504 m s.n.m. (Maldonado, 2013).



Fuente: Fuente: MAGA 2001

Figura 1. Mapa Aéreo de las Oficinas del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones

b. Características climáticas

La ciudad capital pertenece a la meseta central de la República de Guatemala; y el clima de estas zonas se caracteriza por ser regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable. (INSIVUMEH, 2014)

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos de país. (INSIVUMEH, 2014)

En esta región existen climas que varían de templados y semi-fríos con invierno benigno a semi-cálidos con invierno benigno, de carácter húmedo y semi-seco con invierno seco (INSIVUMEH, 2014).

1.2.2 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-

A través del Decreto Gubernativo número 14 del 24 de agosto de 1,871, 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 1,899 cuando se creó la Dirección de Agricultura adscrita al Ministerio de Fomento (MAGA, 2011).

El Ministerio de Agricultura fue creado a través del Decreto Legislativo No. 1042 de fecha 21 de mayo de 1920, sin embargo se le llamaba Secretaría del Despacho de Agricultura de la Secretaría de Agricultura hasta el año de 1933 (MAGA, 2011).

Por decretos gubernativos en el año 1944 se le denominó Secretaría de Estado en el Despacho de Economía y luego Secretaría de Agricultura y Minería; posteriormente en 1945 por decreto legislativo (No. 93) del 25 de abril, fue llamado Ministerio de Agricultura. Fue en diciembre 1,981 cuando el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- recibió el nombre que hasta la fecha conserva, por medio del Decreto Legislativo No. 51-81 (MAGA, 2011).

Las principales actividades que realiza el –MAGA- son concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica, que tiene por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional (MAGA, 2011).

A. Viceministerios del MAGA

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, actualmente cuenta con las siguientes dependencias (MAGA, 2011):

- Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional
- Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones
- Viceministerio de Desarrollo Económico Rural
- Viceministerio encargado de Asuntos del Petén

A continuación se presenta un organigrama sobre los viceministerios que conforman el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, -MAGA-:



Fuente: MAGA, 2011

Figura 2. Viceministerios del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Conocer el estado actual del Departamento de Productos de Origen Vegetal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Describir las principales funciones del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.
2. Describir los recursos con los que cuenta el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal
3. Determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que tiene el Departamento de Inocuidad de Productos de origen Vegetal.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fuentes primarias

- Se realizaron diferentes recorridos por las instalaciones del departamento a fin de detectar problemas tanto de infraestructura, como del funcionamiento y préstamo de servicios a la población guatemalteca.
- Se realizaron diferentes entrevistas a autoridades y empleados del Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad, sobre el trabajo que realizan y los problemas que enfrentan actualmente.

1.4.2 Fuentes secundarias

- Se revisaron los reglamentos de inocuidad y el de otorgamiento de licencias sanitarias del departamento de inocuidad.
- Se ingresó a la página electrónica maga.gob.gt y se recopiló la información del Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad.

1.4.3 Compilación de la información

- Se clasificó la información obtenida según prioridad.
- Se realizó un análisis FODA para el Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad.
- Se escribió la información obtenida de todas las fuentes de forma ordenada.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Departamento de Productos de Origen Vegetal

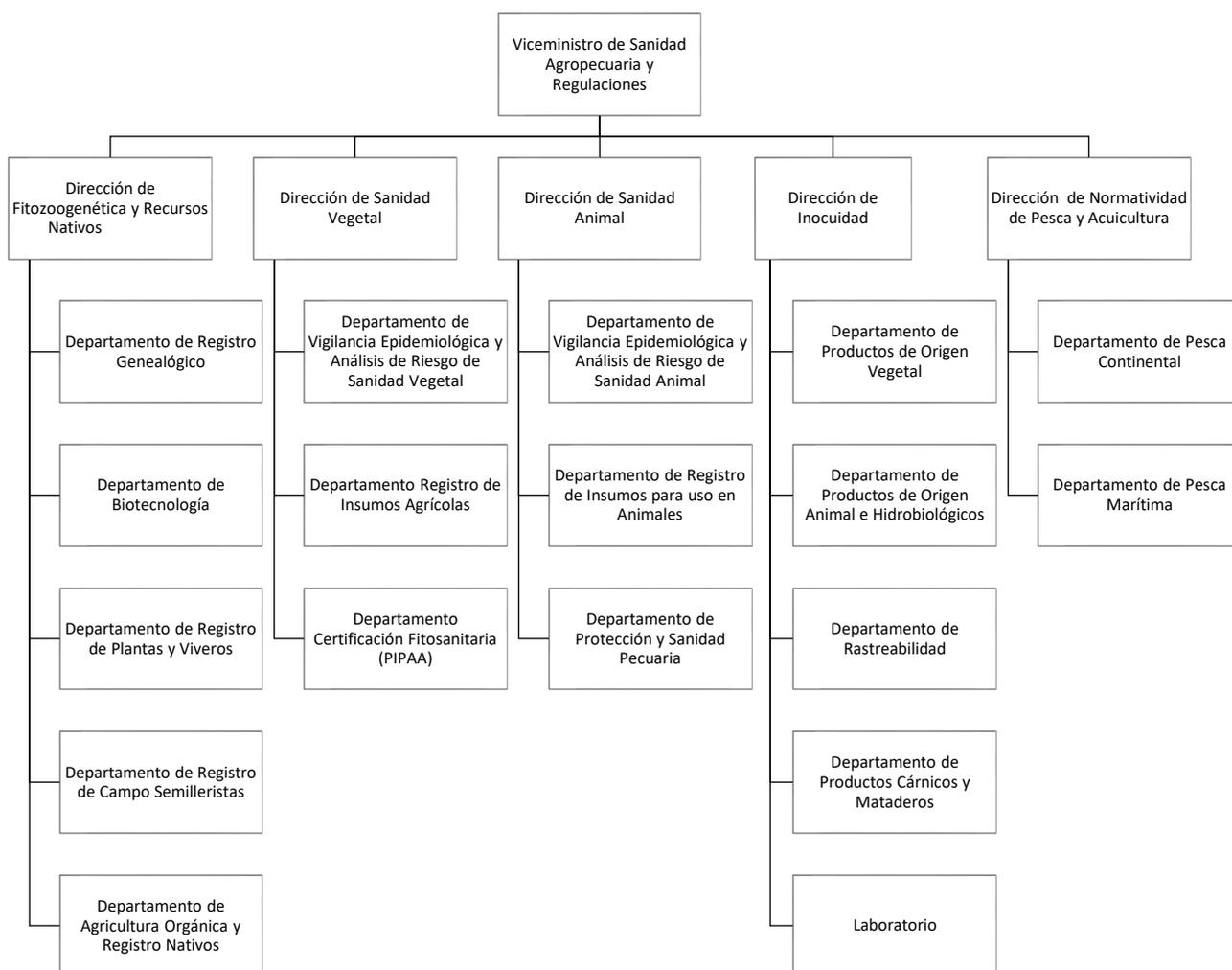
El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –VISAR- se integra con las siguientes dependencias administrativas (MAGA, 2011).

- A. Dirección de Inocuidad.
- B. Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos.
- C. Dirección de Sanidad Vegetal.
- D. Dirección de Sanidad Animal.
- E. Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura.

La dirección de inocuidad se encarga de 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 velando que se cumpla con la normativa regional e internacional aprobada en el marco de la inocuidad de alimentos y se estructura de la siguiente manera: (MAGA, 2011).

- Departamento de productos de origen vegetal
- Departamento de productos de origen animal e hidrobiológicos
- Departamento de rastreabilidad
- Departamento de productos cárnicos y mataderos
- Laboratorio

A continuación se presenta un organigrama acerca del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-, sus diferentes direcciones y a su vez, los departamentos en los que subdivide cada dirección:



Fuente: MAGA, 2004.

Figura 3. Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-

a. Atribuciones de la Dirección de Inocuidad

Entre las atribuciones de la Dirección de Inocuidad están (VISAR, 2011).

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

b. 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 (VISAR, 2014).

c. 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 (VISAR, 2014).

1.5.2 Funciones del Departamento de Productos de Origen Vegetal

1. Vigilar la inocuidad de los alimentos que se consumen en el territorio nacional y los que son exportados a otros países.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- (2014), el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal es el responsable de velar por la inocuidad de alimentos no procesados de origen vegetal para consumo humano.

- Frutas frescas o secas
- Pula de frutas y vegetales
- Especies y Plantas medicinales frescas o deshidratadas
- Granos
- Hortalizas

El Componente Vegetal del Área de Inocuidad de los Alimentos es el encargado de:

2. Verificar la aplicación de las Buenas Prácticas agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura y aspectos de seguridad alimentaria, para el otorgamiento de la licencia sanitaria de funcionamiento.

Existen cuatro diferentes clases de Licencias Sanitarias de Funcionamiento las cuales son:

Cuadro 1. Clases de Licencias de Funcionamiento según la empresa u organización

Clase	Tipo de empresa u organización
A	Importadores y Exportadores
B	Proveedores a Hoteles, Supermercados, Restaurantes y Similares
C	Proveedores a Centros de Mayoreo y Locales Especializados
D	Pequeños Productores (Minoristas y Mercados cantonales)

Fuente: MAGA, 2004.

Según el diagnóstico realizado, el Departamento de Productos de Origen Vegetal pertenece a la Dirección de Inocuidad, esta es una de las cinco direcciones que tiene el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-, asimismo éste es uno de los cuatro viceministerios de las dependencias que posee el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. Se encarga de realizar la verificación de la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Manufactura y de los aspectos de seguridad alimentaria, para poder otorgar la Licencia Sanitaria de Funcionamiento (MAGA, 2004)

Para que el Departamento de Productos de Origen Vegetal pueda otorgar una Licencia de Funcionamiento o de Transporte, todas las empresas, organizaciones y vehículos deben cumplir con ciertos criterios que son verificados durante la inspección y son llamados aspectos críticos de evaluación.

A. Procedimiento para la obtención de las Licencias Sanitarias de Funcionamiento

- a. Obtener y llenar el formato de la solicitud de la licencia y adjuntar la papelería de acuerdo al tipo de empresa que puede ser individual o jurídica.

- b. Realizar el pago en la agencia Banrural, este pago se adjunta a la papelería y se presenta en la ventanilla de la Oficina de Servicio al Usuario (OSU), esta papelería es direccionada al departamento de Inocuidad Vegetal.
- c. Se asigna a un ingeniero para realizar la inspección a la empresa, la empresa debe tener toda su papelería que se requiere actualizada y debe estar en operaciones, si la empresa cumple con todo lo que se requiere se le emite la licencia la cual va firmada por el Director de Inocuidad. Si la licencia fuera rechazada se le da un plazo de tiempo a la empresa para que pueda corregir las observaciones hechas por el ingeniero a cargo.

B. Procedimiento para la obtención de Licencias Sanitarias de Transporte

- a. Obtener y llenar el formulario de solicitud de la licencia.
- b. Adjuntar la papelería de la empresa que lo solicita.
- c. Realizar el pago en una agencia Banrural y adjuntar el pago a la papelería para después dejarlo en la ventanilla de la Oficina de Servicio al Usuario (OSU).
- d. Se asigna a un ingeniero para poder realizar la inspección al transporte el cual debe ser llevado a las instalaciones del MAGA zona 13.
- e. La persona que solicita dicha licencia debe llevar el vehículo limpio, los accesorios (cajas plásticas) donde transporta los vegetales.
- f. Si el vehículo cumple con lo que se requiere para obtener la licencia esta se imprime y se firma, si por el contrario no cumple con todas las condiciones se debe corregir lo solicitado para luego pasar nuevamente a inspección y así poder otorgarle la Licencia de Transporte.

1.5.3 Análisis situacional del Departamento de Productos de Origen Vegetal

Con el apoyo de los profesionales del departamento se procedió a realizar dicho análisis para los Productos de Origen Vegetal quedando de la siguiente manera:

A. Criterio

Con el fin de establecer un diagnóstico objetivo del Departamento de productos de origen vegetal y poder hacer propuestas que mejoren la situación actual que mejoren la eficiencia y competitividad del departamento a nivel nacional, se elaboró un análisis FODA y en base a los principales problemas detectados, se procedió a realizar el árbol de problema, para conocer los orígenes y los efectos de los problemas.

B. Determinación de las condiciones reales

Como muestra el cuadro 2, los principales problemas con los que se enfrenta el Departamento de Productos de Origen Vegetal se deben a que por ser parte de una institución nacional, dependen del presupuesto que les sea asignado por lo que este es insuficiente para la ampliación de las instalaciones, la compra de vehículos, actualización de equipo, la contratación de personal suficiente que pueda realizar actividades específicas, de manera eficiente. También por ser una institución de gobierno se da un constante cambio de personal, que representa capacitación repetitiva.

El personal que realiza las inspecciones para la generación de licencias, no recibe los viáticos necesarios acorde al lugar que visitaran, además de tener que utilizar vehículo propio debido a que el departamento no cuenta con ello.

A continuación se muestran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que los empleados consideran relevantes (cuadro 1).

1.5.4 Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del departamento de Productos de Origen Vegetal

Se realizó un pequeño muestreo entre los empleados del departamento para poder consensuar sobre las fortalezas y oportunidades con que cuentan como institución y así mismo sobre las debilidades y las amenazas que enfrentan.

Cuadro 2. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas -FODA- del Departamento de Productos de Origen Vegetal.

	Factores Positivos	Factores Negativos
Factores internos	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se generan Licencias Sanitarias de Funcionamiento y Licencias de Transporte según inspecciones realizadas verificando Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). ➤ Se generan Permisos de Importación esto en base al tema de inocuidad. ➤ Se genera Licencias de Funcionamiento para Buenas Prácticas Agrícolas. ➤ Se les brinda capacitación a los inspectores sobre los temas de inocuidad, BPM y BPA. ➤ Se realizan muestreos a productos importados cuando así se requiera. ➤ Se llevan registros de las empresas tanto que importan como que exportan. 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Escaso personal para llevar a cabo todas las inspecciones a las empresas solicitantes. ➤ El departamento cuenta con un solo vehículo para realizar las inspecciones. ➤ Instalaciones insuficientes. ➤ El departamento no cuenta con presupuesto para realizar investigaciones y es por ello que no se realizan. ➤ Los viáticos según los profesionales que realizan las inspecciones no son los suficientes.

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Intercambio de productos vegetales a nivel internacional. ➤ Al existir nuevas empresas importadoras de productos de origen vegetal éstas requieren de Licencias de funcionamiento así como de permisos de importación. ➤ Credibilidad, ya que el Departamento de Inocuidad pertenece al MAGA. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El departamento no cuenta con la tecnología adecuada para prestar un servicio más eficiente. ➤ El cambio de gobierno provoca la rotación del personal continuamente.

1.5.5 Análisis de la problemática

Luego de realizadas las entrevistas a los empleados del departamento de productos de origen vegetal, se constató que los principales problemas con que cuenta dicho departamento se centran en el bajo presupuesto que genera escases de personal lo que limita el número de inspecciones por semana, la ampliación de las instalaciones, compra de vehículos y equipo tecnológico indispensable para realizar un mejor trabajo. Así mismo el personal que labora depende del cambio de gobierno, lo cual limita la capacitación o conlleva a que cada 4 años se realicen las mismas capacitaciones ya que el personal es nuevo.

La figura 4 muestra el problema que mantiene el departamento referente al escaso personal con el que cuenta, que se debe al bajo presupuesto que le asignan y que al final perjudica la confianza y credibilidad de los clientes al no poder realizar las inspecciones en el tiempo que lo solicitan.

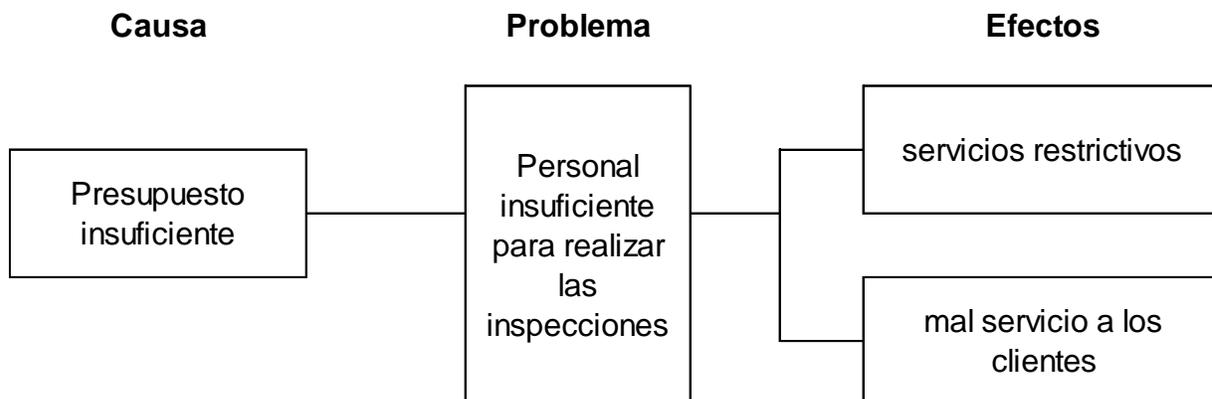


Figura 4. Árbol de problema sobre el personal insuficiente con el que cuentan para llevar a cabo las diversas actividades que realiza el Departamento de Productos de Origen Vegetal.

La falta de personal se ha tratado de remediar al presentar propuestas al Ministerio sobre las demandas que tiene el departamento y haciéndoles ver que hasta el momento no se han podido cumplir las metas debido a la falta de recurso humano.

La figura 5 muestra el problema que mantiene el departamento referente al cambio constante del personal operativo; al ser el departamento un sección del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y que este sea dirigido por personas de confianza del presidente en funciones, conlleva a que ellos puedan contratar al personal que ellos creen competentes y necesarios.

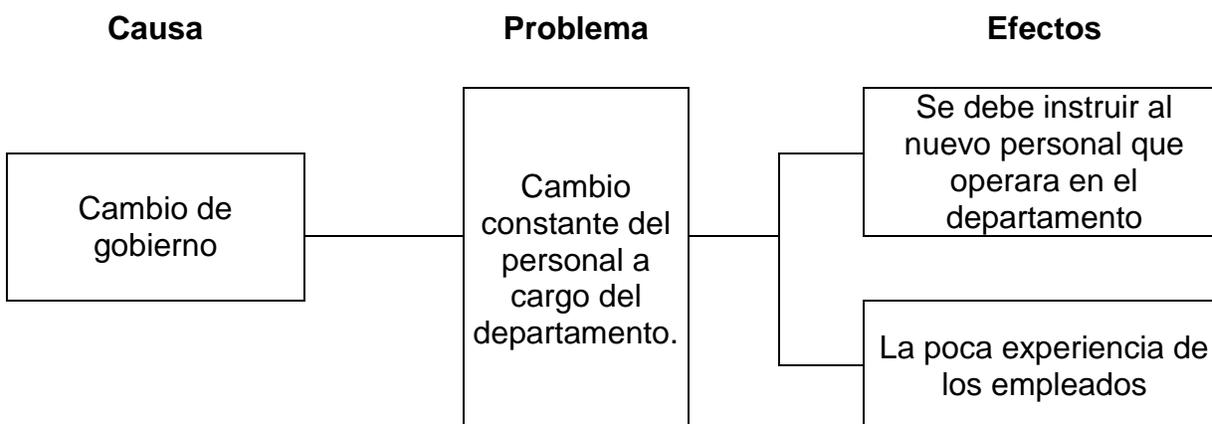


Figura 5. Problema detectado sobre el cambio contante del personal operativo del Departamento de Productos de Origen Vegetal.

El cambio de personal provoca que se realicen capacitaciones a los nuevos integrantes del equipo, sobre los procesos que se realizan, así mismo implica que los temas deban repetirse cada cierto tiempo, para que tengan conocimiento de todo los temas de importancia para lograr un mejor desempeño.

1.6 CONCLUSIONES

1. Los diferentes procesos y servicios que realiza el departamento de productos de origen Vegetal a nivel nacional beneficia la importación de diferentes productos de origen vegetal que aseguran la calidad de los productos, lo que permite su comercialización dentro del país.
2. Los inspectores que realizan los muestreos y que evalúan la calidad del producto que se quiere certificar para poder ser comercializado en Guatemala debe cumplir con las buenas prácticas de manufacturas, así como contar con las instalaciones apropiadas para su almacenamiento y transporte adecuado para trasladarlo a los puntos de venta.
- 3.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Se debe capacitar constantemente al personal que realiza las inspecciones en cuanto a inocuidad de alimentos.
2. Gestionar o motivar la investigación dentro del departamento de productos de origen vegetal con el fin de mejorar o implementar técnicas innovadoras en las inspecciones realizadas.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

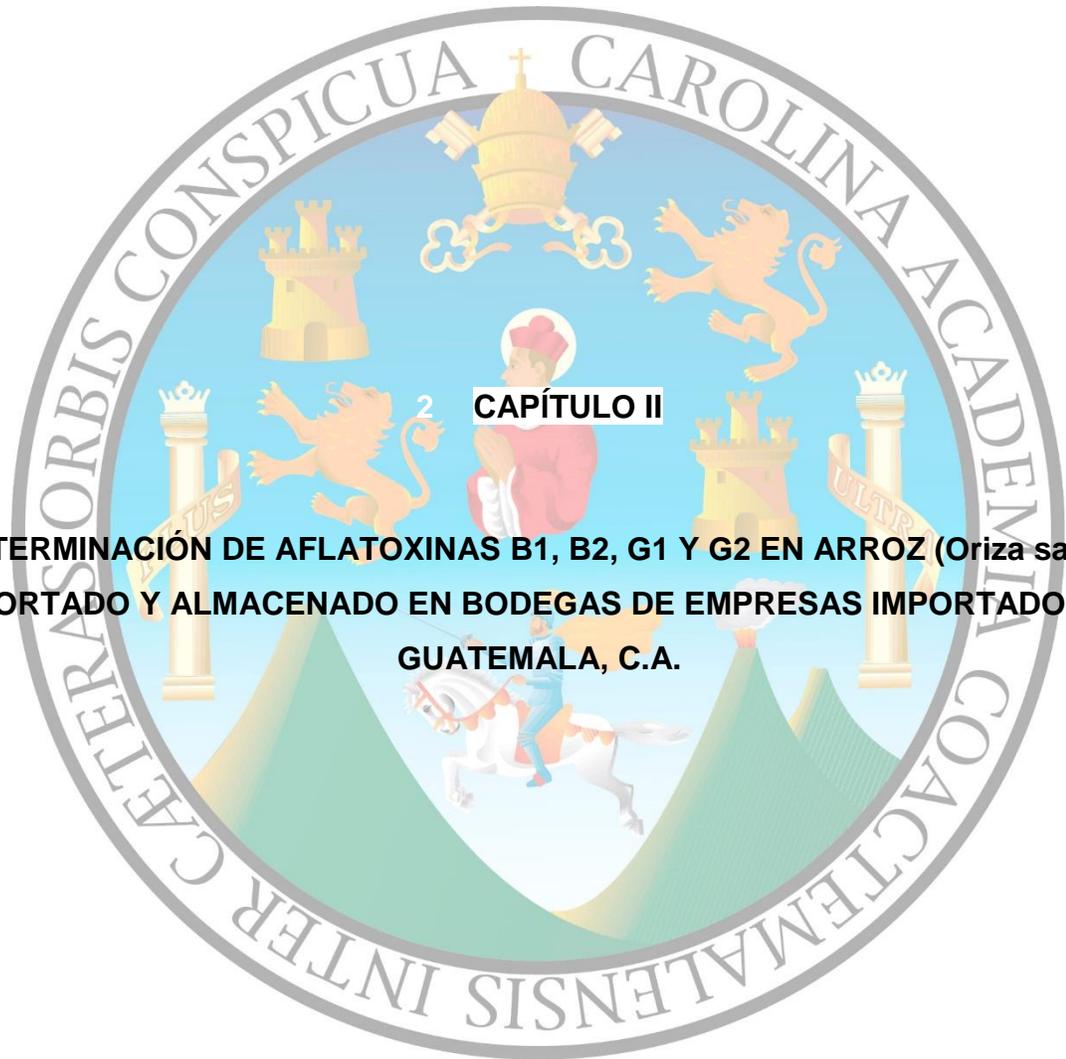
1. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). 2004. Acuerdo Gubernativo 72-2003. Reglamento para el Otorgamiento de Licencias Sanitarias de Funcionamiento de Establecimientos, Transporte, Importación y Exportación de Alimentos No Procesados de Origen Vegetal, sus Productos y Subproductos. 12 p.
2. Cuthberth C. J. Aplicación de la Matriz de Verter. 2011. Consultado el 11 de febrero de 2014 de: <http://www.monografias.com/trabajos72/aplicacion-matriz-vester/aplicacion-matriz-vester.shtml#ixzz2tDQROhF5>
3. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). 2014. Clima en Guatemala. Consultado el 10 de marzo de 2014 de: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>
4. Departamento de Fortalecimiento y Modernización Institucional/DIPLAN. Oficina de Control de áreas de reserva del estado -OCRET-. Manual de Organización y Funciones Nueva Estructura. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Septiembre 2011. 64 p.
5. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). 2014. Consultado el 15 de febrero de 2014 de: http://visar.maga.gob.gt/?page_id=1914
6. Maldonado M., M. 2013. 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-. 21 p.
7. Personal VISAR y el Departamento de Fortalecimiento y Modernización Institucional/DIPLAN. Oficina de Control de áreas de reserva del estado -OCRET-. 2011. Manual de Organización y Funciones Nueva Estructura. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones. Consultado el 06 de marzo de 2014 de: http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/pdf/uip/enero13/6/manual_visar.pdf

8. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR). 2014. Generalidades. Consultado el 17 de febrero de 2013 de: http://visar.maga.gob.gt/?page_id=58



TESIS DOCUMENTOS DE GRADUACION
FAUSAC
REVISIÓN

Polando Ramos



CAPÍTULO II

**DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*)
IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS DE EMPRESAS IMPORTADORAS,
GUATEMALA, C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

El tema de la inocuidad de los alimentos para el consumo humano es cada vez más importante a nivel mundial. Muchos de los contaminantes naturales tienen un impacto negativo en la salud de los seres humanos, así como en la economía de los países exportadores de alimentos, ya que un producto que no cumpla con las normas de sanidad deberá ser desechado parcial o totalmente.

Las micotoxinas¹, producen una de las toxinas más importantes desde el punto de vista agroalimentario: las aflatoxinas, pueden contaminar los alimentos desde la fase de campo, cosecha y manejo postcosecha (procesado y almacenado).

El proceso con mayor incidencia de contaminación es el de almacenaje, debido a que presenta condiciones adecuadas de humedad, mal secado, temperaturas elevadas, limpieza, ventilación y presencia de hongos y plagas. El desarrollo del hongo, genera una o varias micotoxinas, las cuales, aunque sean sometidas a transformaciones para su consumo, no pierden la toxicidad, incluso con tratamientos térmicos.

El arroz (*Oriza sativa* L.), es un grano básico consumido por los guatemaltecos. La producción nacional no cubre la demanda local, debido a lo cual se importa principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica. En el año 2016 se autorizaron 315 permisos de importación equivalentes a 87,894.63 ton.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura -FAO- cuenta con textos relacionados, con la implementación de prácticas para disminuir la contaminación por micotoxinas y así, los países en vías de desarrollo sean más estrictos en el control y vigilancia del producto para disminuir las enfermedades que causan.

¹ Son toxinas producidas por hongos tóxicos genéticos, siendo el género *Aspergillus sp.*

Las micotoxinas se encuentran en diversidad de productos que incluye granos y cereales, frutos frescos y secos, semillas oleaginosas, leche y derivados lácteos. Los hongos requieren humedad relativa de 80 % a 85 %, temperatura de 15 % a 37 %, presencia de oxígeno y períodos de almacenado prolongados para la producción de toxinas. Estas condiciones se encuentran en países tropicales como Guatemala.

Las aflatoxinas, son sustancias que causan enfermedades en animales y seres humanos y otras obstaculizan el desarrollo fetal, es conveniente manifestar que el análisis de la situación alimentaria de Guatemala que se utiliza por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- en junio de 2011, señala que el 82 % de los hogares en Guatemala usan el arroz dentro de su dieta alimenticia (FAO, 2016).

El 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 subproductos, contemplado en el Acuerdo Gubernativo 72-2003, establece que el arroz es un alimento de alto riesgo susceptible de contaminación física, química y/o biológica.

El departamento de productos de origen vegetal no procesados de la dirección de inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- genera permisos de importación, quienes exigen un análisis de aflatoxinas a las empresas importadoras, con el fin de salvaguardar la salud de los consumidores. Sin embargo la posibilidad de desarrollar hongos y micotoxinas siempre existe, ya sea por mal manejo del producto en almacenamiento o durante el empaque del mismo.

La investigación se realizó con el fin de determinar el contenido de aflatoxinas en arroz almacenado en cinco empresas importadoras y con ello asegurar el adecuado almacenamiento del producto, cumpliendo con el límite permitido del tóxico; así como encontrar las posibles soluciones para disminuir el riesgo al consumidor a contraer enfermedades provocadas por la micotoxina.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Marco teórico

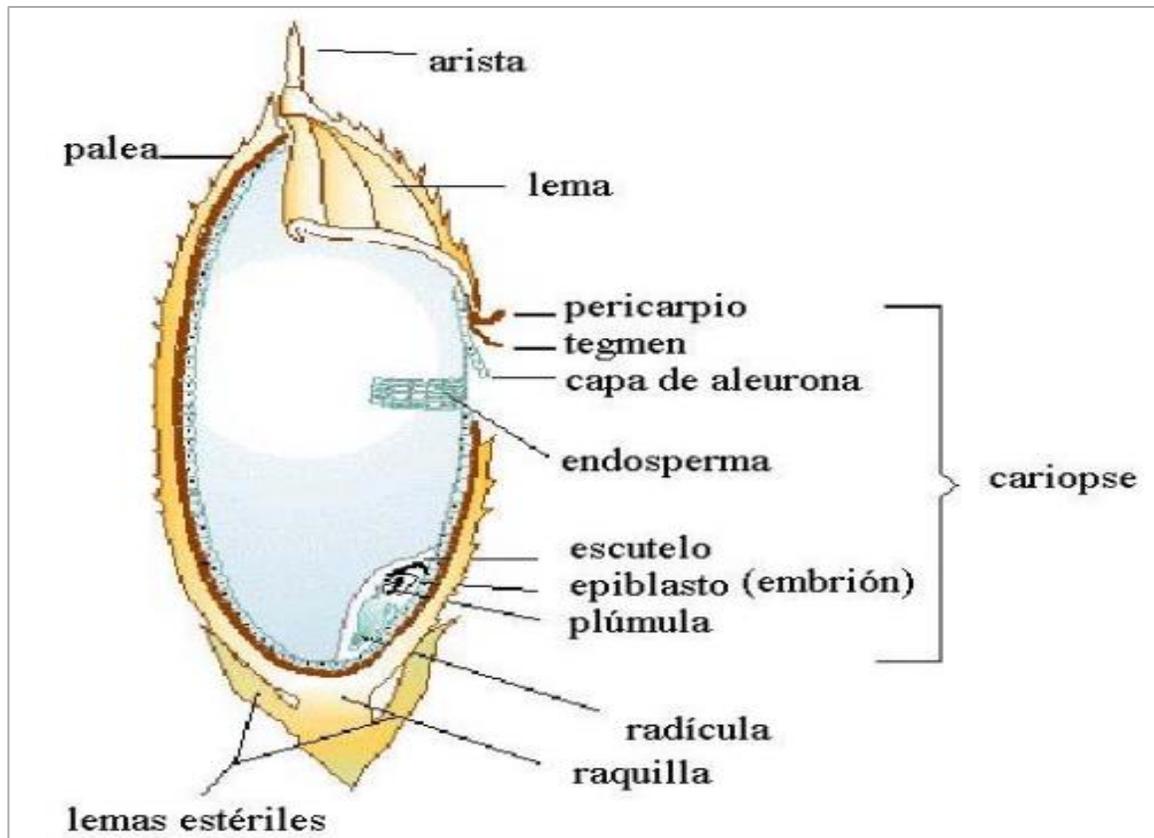
A. Arroz (*Oiza sativa*)

En climas templados y subtropicales el arroz cultivado (*Oryza sativa*) se considera una planta anual semiacuática. Sin embargo, en climas tropicales el arroz puede sobrevivir como perenne al rebrotar luego de realizada la cosecha, esta capacidad de rebrote puede emplearse para realizar una segunda cosecha o bien para emplearlo como forraje para pastoreo ganadero (Olmos, 2007).

A la madurez, las plantas poseen un tallo principal y una cierta cantidad de macollos dependiendo de la densidad de siembra (3 en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades). Una variable puede ser la altura de la planta, dependiendo de cada variedad y condiciones de crecimiento, en general varía entre 0.4 m a 1 m. La morfología del arroz se estudia en dos etapas, la fase vegetativa (incluye los estadios de germinación, plántula e inicio y pleno macollamiento) y la fase reproductiva (iniciación del primordio floral a emergencia de la panoja y emergencia de la panoja a madurez). El conocimiento de la morfología de la planta de arroz es importante para interpretar las prácticas de manejo del cultivo y su comercialización (Olmos, 2007).

B. Semillas

El grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el cariópse y por cáscara, esta última compuesta de glumas. Industrialmente se considera al arroz cáscara, comprendido por el conjunto de cariópse y glumas como se observa en la figura 6, a su vez el cariópse, está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto) (Olmos, 2007).



Fuente: Olmos, 2007.

Figura 6. Corte transversal de la semilla o grano de arroz, con sus respectivas partes.

C. Generalidades

El arroz es un alimento básico de América Latina y el Caribe que proporciona el 20 % del suministro de energía alimentaria del mundo (FAO, 2004).

Según la FAO (2004) el arroz constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina, con bajo contenido de grasas (<1 %). El perfil de aminoácidos del cereal presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico. También se reconoce que el arroz integral contiene una cantidad importante de fibra alimenticia.

En varios países poseen recetas a base de arroz lo cual los identifica siendo estos platillos: sushi, el arroz frito, el curry, la paella, el risotto. (FAO 2004, el arroz y la nutrición humana).

Según la FAO existen varias razones por la cual el arroz es uno de los cereales más consumidos en el mundo: el costo es accesible, su valor nutritivo y la posibilidad de combinarlo con una amplia variedad de alimentos.

D. Importancia del arroz en Guatemala

El arroz (*Oriza sativa* L.) es uno de los principales granos básicos en la gastronomía guatemalteca después del maíz y el frijol. La producción a nivel nacional no es suficiente por lo que Estados Unidos de Norteamérica importa un 50 % del total consumido (FAO, 2004).

En Guatemala el arroz se considera potencialmente un cultivo industrializable, principalmente para la elaboración de cereales, medicinas y diversidad de comidas. Los departamentos donde se cultiva actualmente en orden de importancia son Izabal, Alta Verapaz, Jutiapa, San Marcos, Petén, Chiquimula, Quetzaltenango, Retalhuleu y Suchitepéquez (INE, 2003).

Para el año 2016, según el sistema informático de la Dirección de Inocuidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, se reportan 315 permisos de importación de arroz equivalente a 87,894.63 ton ingresadas a Guatemala.

El Censo Agropecuario del 2003, reporta que hubo una producción de 771,617.80 qq de arroz (*Oriza sativa* L.) a nivel nacional, la figura 7 muestra las áreas de cosecha en las distintas regiones de Guatemala.



Fuente: INE, 2003

Figura 7. Mapeo de la producción de arroz en quintales, según IV Censo Agropecuario año 2003.

La figura 7 presenta en las áreas blancas los lugares en donde no existe producción de arroz (*Oriza sativa L.*), en las áreas verde pálido la producción fue muy baja (1,270.40 kg – 3,175.90 kg), en las verde limón la producción fue baja (3,175.90 kg – 10,798.54 kg), en las área verde oscuro la producción fue media (10,798.54 kg – 28,583.10 kg), en la verde musgo fue alta (28,583.10 kg – 39,698.75 kg).

La FAO (por sus siglas en inglés) tiene una base de datos FAOSTAT que cuenta con datos específicos de producción de arroz (*Oriza sativa L.*) a nivel nacional de varios años, los cuales se presentan en el cuadro 3.

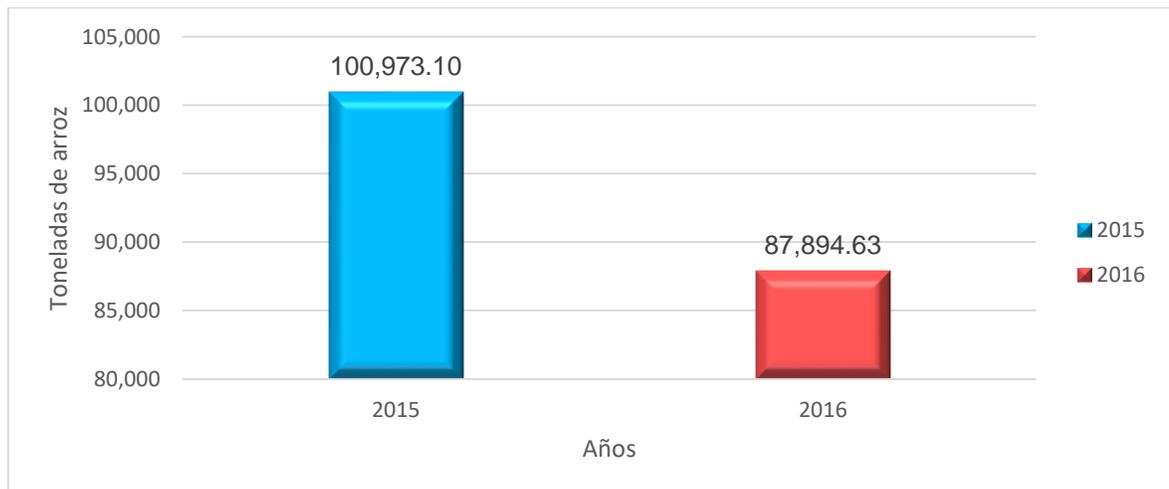
Cuadro 3. Producción en toneladas de arroz (*Oriza sativa* L.) en Guatemala según estimados de FAOSTAT en los años 2008 a 2014.

Años	Cantidad (ton)	Años	Cantidad (ton)
2001	45,223	2008	28,500
2002	39,916	2009	23,449
2003	32,495*	2010	32,000
2004	34,926	2011	30,381
2005	36,847	2012	31,135
2006	33,967	2013	32,051
2007	23,075	2014	33,244

Fuente: FAOSTAT, 2015.

* = Cifra no oficial (aproximado).

En el cuadro 3, se observa que la producción oscila entre 33,244 ton y 45,223 ton a lo largo de 14 años con un promedio de 32,657.79 ton. La figura 3, fue elaborada con la base de datos del Sistema Informático de la Dirección de Inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.



Fuente: VISAR, adaptado por Hurtado Moreno, 2016.

Figura 8. Toneladas de arroz (*Oryza sativa*) importadas durante los años 2015 y 2016.

En la figura 8 se observa la reducción en las importaciones de arroz en el año 2016 fue de 13,078.47 ton que representa el 12.95 % en relación al año 2015. En el año 2016 los registros del MAGA reporta que se importaron 87,894.63 ton de arroz.

E. Almacenaje del arroz al momento de su cosecha

El momento de cosecha del grano de arroz es muy importante, los granos pasados de madurez o granos inmaduros son más susceptibles al ataque de hongos. Por lo que el grano debe ser aireado para evitar el crecimiento de hongo. Las aflatoxinas se producen en pocas horas, especialmente, cuando el grano tiene un alto contenido de humedad y la temperatura supera los 25 °C (Armijo, 2009).

Según Armijo, (2009) el almacenamiento de productos húmedos y la poca ventilación favorecen el desarrollo de aflatoxinas debido que en el día la humedad del producto tiende a evaporarse y en la noche, debido a la disminución de temperatura, esta humedad se condensa y precipita sobre el producto almacenado.

F. Condiciones de almacenamiento de arroz

Para tener un mayor éxito en el almacenamiento del arroz el grano se debe guardar seco, sano, limpio y protegido de insectos, pájaros, hongos y roedores. Para que los granos mantengan todos los sistemas propios de autodefensas y se conserven mejor durante el almacenamiento, éstos deben estar sin alteraciones físicas y fisiológicas (granos dañados, rotos o alterados) (Casini, 2003).

Armijo, (2009) recomienda que los productores de arroz deben mantener las instalaciones o bodegas de almacenamiento en buenas condiciones de sanidad, limpieza y un buen control de ventilación para mantenerlo fresco y seco. El deterioro del grano y el desarrollo de aflatoxinas pueden ocurrir durante la etapa de almacenamiento (silos o estibas) hasta su entrega o procesado si no se cumplen ciertos requisitos.

G. Secado

El secado de los granos debe hacerse por exposición directa al sol o de forma artificial hasta que éstos alcancen niveles de humedad menores del 12 %.

Informes de la FAO señalan que las pérdidas ocasionadas por los hongos en granos almacenados pueden variar del 6 % al 45 %, dependiendo de varios, factores.

La humedad y la temperatura son determinantes para dar inicio al ataque de los hongos. Existen otros factores como: el tiempo de almacenaje del grano, el grado de invasión inicial del hongo, la presencia de materiales extraños que lo contaminen y la existencia de insectos y ácaros (Prochazka, 1988).

Prochazka, (1988) menciona que la mayoría de las especies fungosas entran en actividad cuando el grano supera el 14 % de humedad y la temperatura alcanza o supera los 20 °C y cuando la humedad relativa excede del 70 %.

En condiciones de humedad inferiores a 0.7 °C no se desarrollan ni se producen los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*; la humedad relativa deberá mantenerse debajo del 70 %, y la temperatura optima se encuentra entre 0 °C y 10 °C para reducir al mínimo el deterioro y crecimiento de hongos al almacenar los granos a largo plazo, la temperatura óptima para el desarrollo del hongo es entre 25 °C y 30 °C y el límite máximo entre 40 °C y 45 °C (Gimeno, 2001).

Es importante considerar ciertos aspectos para la buena conservación del arroz (*Oriza sativa* L.) los cuales son: la humedad del grano, la humedad relativa y la temperatura ambiente. El cuadro 4 muestra los valores adecuados para el correcto almacenamiento del arroz.

Cuadro 4. Valores óptimos para almacenamiento de arroz (*Oriza sativa* L.) para evitar el riesgo de desarrollo aflatoxinas.

Parámetros	Valores óptimos para almacenamiento de arroz
Humedad del grano	13.5 % - 14 %
Humedad relativa ambiente	50 %
Temperatura ambiente	18 °C

Fuente: Prochazka, 1988.

H. Tipos de estructuras para almacenaje

Entre las estructuras que se utilizan con mayor frecuencia para el almacenamiento de los granos de arroz se encuentran:

a. Barril metálico

Una forma de almacenar granos a granel en pequeñas cantidades es el barril de aceite de 220 L (55 gal). En este tipo de recipiente, los granos se conservan bien y por bastante tiempo si el manejo es el adecuado; además, tiene bajo costo y buena duración si se le da un adecuado mantenimiento. El barril tiene capacidad para almacenar un volumen de 130 kg a 180 kg de granos (Valdivia Lorente, 2011).

b. Silo metálico

Según la FAO los silos deben colocarse sobre una tarima en un área cubierta, protegido del sol y la lluvia. El silo metálico representa una barrera física contra ratas, insectos y animales domésticos, esta es una forma de almacenar granos básicos por largos periodos de tiempo, manteniendo así la calidad del grano (Valdivia Lorente, 2011).

c. Bolsas plásticas

Son otra forma de almacenamiento hermético, almacenando en pequeñas cantidades de granos, especialmente los que se utilizaran como semillas (Valdivia Lorente, 2011).

I. Micotoxinas

Los hongos son organismos eucariotes (su ADN está contenido en un núcleo). Los hongos viven a expensas de tejidos vivos de algún organismo, estos no pueden fabricar su propio alimento ya que carecen de clorofila. Al haber este contacto, el hongo absorbe los azúcares y aminoácidos del huésped, ocasionando así enfermedades; o bien causando la muerte por toxinas o la destrucción de tejidos por enzimas (Salazar, 2008).

Existe una serie de hongos que producen micotoxinas las cuales son contaminantes químicos que pueden atacar los cultivos en campo, siendo los principales los cereales, frutos secos y frutas.

Carrillo, (2007) menciona que los hongos *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* producen micotoxinas las cuales son metabolitos secundarios que necesitan medios favorables para su crecimiento, una alta actividad de agua y temperaturas elevadas, dañando así los cereales. Estos metabolitos enferman o matan a los animales que lo consumen y la afección se llama micotoxicosis.

Estas micotoxinas aparecen en todas las etapas del cultivo desde el campo, durante la cosecha, el transporte y especialmente en almacenamiento. Por ser termoestables y resistentes permanecen durante la molienda, lavado y proceso del grano, entrando así en la cadena alimentaria.

La presencia de las micotoxinas en los vegetales puede deberse:

- 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 post-cosecha sobre los frutos y granos almacenados.
- Al desarrollo fúngico saprobio durante el almacenamiento de los productos ya procesados (Carrillo, 2007).

J. Tipos de micotoxicosis

Existen dos tipos de micotoxicosis la primaria que se origina al consumir vegetales contaminados y la secundaria que se produce al consumir carnes o leche de animales que ingirieron forrajes con micotoxinas. La presencia de aflatoxina M1 en la leche materna es consecuencia de la ingestión de aflatoxina B1 en los alimentos y provoca una micotoxicosis en el bebé (Carrillo, 2007).

Según Carrillo (2007) la gravedad de la micotoxicosis depende de una serie de factores:

- Toxicidad de la micotoxina.
- Biodisponibilidad y concentración en el alimento.
- Cantidad de alimento consumido.
- Continuidad en la ingestión del alimento contaminado).

K. Importancia de las micotoxinas

Según Carrillo (2007), las concentraciones de micotoxinas se expresan en mg/kg ($1/10^9$). La acción de estas pequeñas cantidades es acumulativa manifestándose la enfermedad, en algunos casos, al cabo de meses o años. Esto ocurre principalmente con las toxinas mutagénicas. La aflatoxina B1 causa cáncer hepático y las fumonisinas parecen estar relacionadas al cáncer de esófago.

La micotoxicosis, puede ocurrir en todos los países tanto desarrollados como en los subdesarrollados, afectando así a las distintas poblaciones debido a sus factores ambientales, sociales y condiciones económicas (Papini, 2014).

L. Micotoxinas y su impacto económico

Según Moscoso 2001, se estima que alrededor del 25 % de las cosechas a nivel mundial son afectadas anualmente por los hongos, causando además de la pérdida total de una gran cantidad de el producto, reducción de la capacidad nutritiva de los alimentos que no fueron afectados en su totalidad.

M. Factores que influyen en el crecimiento de micotoxinas

a. Factores biológicos

Según Salazar (2008), menciona que las cosechas compatibles y susceptibles al desarrollo de hongos son las capaces de producir micotoxinas, esto se refiere a la biología de la planta la resistencia ante los patógenos de infección, es decir el factor biológico está directamente relacionado a la planta en sí y a sus características de resistencia.

b. Factores físicos

Entre los aspectos que hay que considerar para el desarrollo de micotoxinas están la humedad, temperatura (en general, la producción es máxima entre los 24 ° C y los 28 °C, que corresponden a temperaturas ambiente tropicales), los daños ocasionados por los insectos, ácaros y pájaros que pueden contribuir al deterioro biológico de los cereales, debido a los daños físicos y a la pérdida de nutrientes que ocasiona su actividad, otro factor importante que también puede afectar a la proliferación de hongos son los granos quebrados ya que tienen el endospermo expuesto y es propenso a la invasión de hongos (Salazar, 2008).

Según la FAO (2003), la actividad de agua óptima para la proliferación de *A. flavus* es alta alrededor de 0.99. Una actividad de agua alta favorece la producción de toxinas. Para que se pueda proliferar el *A. flavus* las temperaturas deben oscilar entre 10 °C a 43 °C. *A. flavus* produce aflatoxinas en el intervalo de temperaturas de al menos 15 °C a 37 °C.

No es posible especificar una temperatura óptima para la producción de toxinas, aunque se ha notificado que entre 20 °C y 30 °C la producción es considerablemente mayor que a temperaturas más altas y más bajas. En *A. parasiticus* hay pocos datos de los efectos de temperatura sobre el crecimiento y producción de aflatoxinas, la temperatura para que crezca este hongo se da a partir de los 30 °C, mientras que el de la aflatoxina se da desde los 28 °C. La humedad relativa para el desarrollo del hongo debe estar entre 80 % - 90 % (FAO, 2003).

Soriano (2007), menciona que al ser hongos aerobios, su crecimiento es bueno a concentraciones de CO₂ del 20 % mientras que concentraciones superiores al 10 % detienen la producción de las aflatoxinas.

c. Almacenamiento

Los factores que hay que considerar para un buen almacenamiento y para que los granos se mantengan frescos y secos son los siguientes: la infraestructura, temperatura ambiental, humedad relativa y ventilación adecuada, actividad de insectos o plagas controlados, los daños producidos a los granos, tiempo de almacenamiento (Salazar, 2008).

N. Clasificación de las micotoxinas

a. Aflatoxinas

Las especies de *Aspergillus* que producen las aflatoxinas son: *A. flavus* y *A. parasiticus*. Estos son mohos toxigénicos, los cuales son capaces de desarrollarse y así contaminar los alimentos cuando estos son cultivados, procesados, transformados o almacenados en condiciones adecuadas que favorezcan su desarrollo (Salazar, 2008).

Según Soriano (2007), el principal productor de la aflatoxina B1 y B2 es el *A. flavus*, mientras que *A. parasiticus* produce las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. La aflatoxina B1 es la que tiene mayor potencia y actividad carcinogénica a nivel hepático, fetal teratogénico y

de ciclo celular mutagénica. La aflatoxina B2 es similar que la B1 pero menos tóxica y menos frecuente.

Las aflatoxinas que se identifican con la letra B indican que tienen fluorescencia azul (blue) frente a la luz ultravioleta, y las que se identifican con la letra G indican que tienen fluorescencia verde amarillenta (green) (Salazar, 2008).

El grado de toxicidad de las aflatoxinas sigue el orden siguiente:

$$B1 > G1 > B2 > G2$$

La B1 es la que contiene mayor toxicidad comparada a la G1, B2, G2.

O. Características de cada aflatoxina

a. Aflatoxina B1

La aflatoxina B1 es un contaminante habitual en climas tropicales y subtropicales de alimentos almacenados como el arroz, esta micotoxina es un potente carcinógeno y está implicado en el cáncer del hígado (Serrano-Coll, 2015).

Se han encontrado en productos como el arroz, maíz, trigo, cebada, avena. Las propiedades físicas y la estructura química es la siguiente:

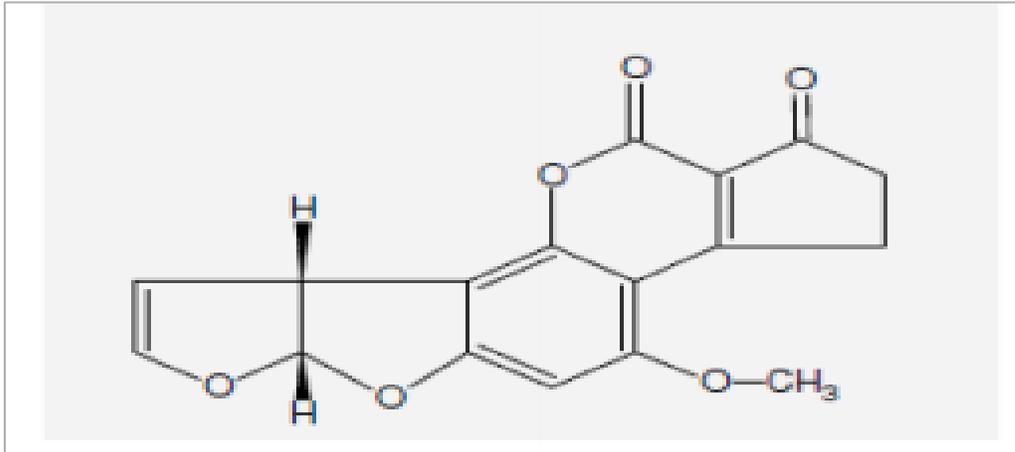
1. Propiedades físicas

Según Serrano-Coll (2015) las propiedades físicas de la aflotoxina B1 son las siguientes:

- Forma: cristales.
- Punto de fusión: 268 °C – 269 °C.
- Fluorescencia: azul.
- Formula molecular: C₁₇ H₁₂ O₆.

2. Estructura química

La figura 9 muestra la estructura química de la toxina denominada aflatoxina B1 la cual es contaminante del arroz.



Fuente: Maldonado, 2013.

Figura 9. Estructura química de la aflatoxina B1.

b. Aflatoxina B2

La aflatoxina B2 es similar a la B1, excepto por la saturación del primer anillo de furano, es carcinogénica, pero menos tóxica que la B1. El furano es un compuesto orgánico que se forma durante el tratamiento de los alimentos con calor y que contribuye aportando ciertas propiedades sensoriales del producto. Es el resultado de una reacción denominada de Maillard entre carbohidratos, ácidos grasos insaturados y ácido ascórbico o derivados, la figura 9 muestra la estructura química de la aflatoxina B2 (Maldonado, 2013).

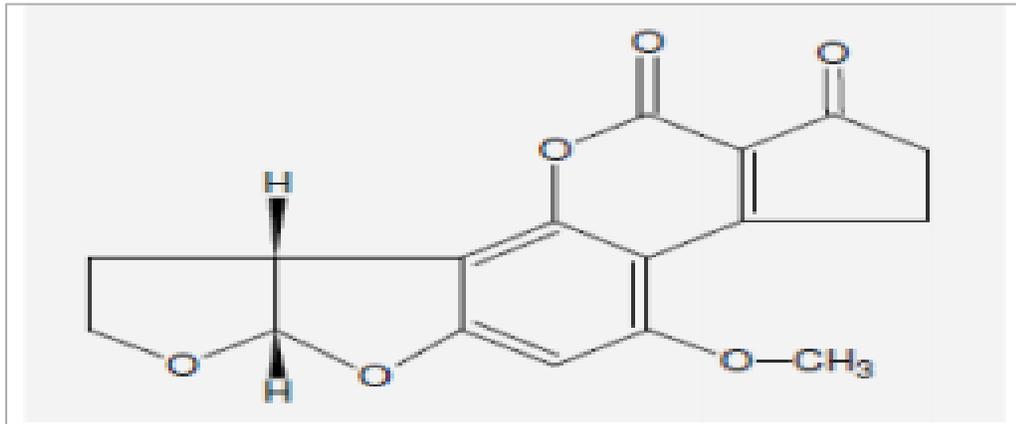
1. Propiedades físicas

Según Serrano-Coll (2015) las propiedades físicas de la aflatoxina B2 son las siguientes:

- Forma: cristales.
- Punto de fusión: 286 °C - 289 °C.
- Fluorescencia: azul.
- Fórmula molecular: C₁₇ H₁₄ O₆.

2. Estructura química

La figura 9 muestra la estructura química de la toxina denominada aflatoxina B₂ la cual es contaminante del arroz.



Fuente: Maldonado, 2013.

Figura 10. Estructura química de la aflatoxina B₂.

c. Aflatoxina G₁

La aflatoxina G₁ al igual que la B₁, es resultado del metabolismo de los hongos micotoxigénicos. La estructura química está constituida por la fusión de un núcleo cumarínico (cualquier anticoagulante derivado de la cumarina. También reciben el nombre de antivitaminas K y anticoagulantes orales) y otro bifurano a los que se añaden un anillo ciclohexanoico, en la figura 11, se muestra la estructura química de la aflatoxina G₁.

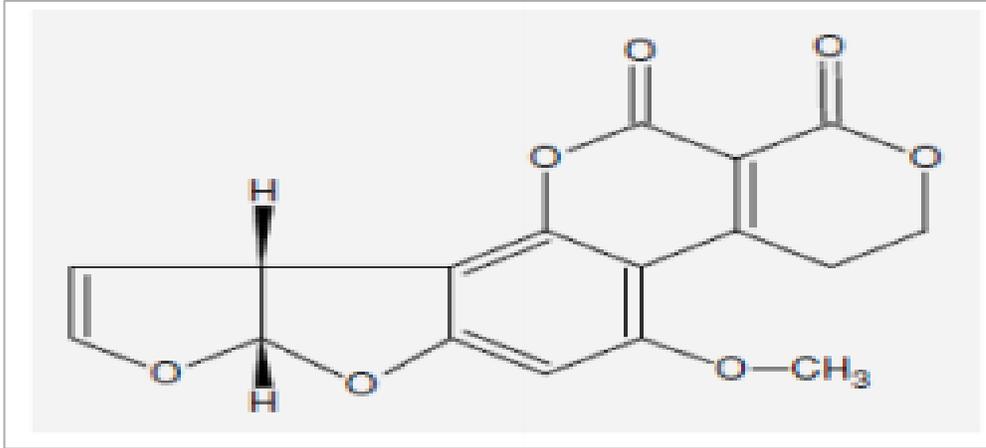
1. Propiedades físicas

Según Serrano-Coll (2015) las propiedades físicas de la aflotoxina G₁ son las siguientes:

- Forma: cristales.
- Punto de fusión: 244 °C - 246 °C.
- Fluorescencia: verde.
- Formula molecular: C₁₇ H₁₂ O₆.

2. Estructura química

La figura 11 muestra la estructura química de la toxina denominada aflatoxina G1 la cual es contaminante del arroz.



Fuente: Maldonado, 2013.

Figura 11. Estructura química de la aflatoxina G1.

d. Aflatoxina G2

Las aflatoxinas G₂ son obtenidas a partir de B₂, en medios fuertemente ácidos. Este tipo de aflatoxina son dihidroderivados de la aflatoxina G₁, la figura 12 muestra la estructura química de la aflatoxina G2.

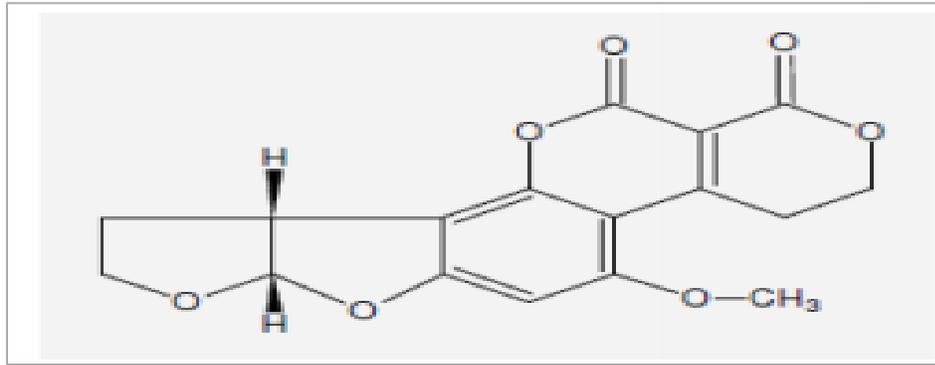
1. Propiedades físicas

Según Serrano-Coll (2015) las propiedades físicas de la aflotoxina G2 son las siguientes:

- Forma: cristales.
- Punto de fusión: 237 °C - 240 °C.
- Fluorescencia: verde.
- Formula molecular: C₁₇ H₁₄ O₇.

2. Estructura química

La figura 12 muestra la estructura química de la toxina denominada aflatoxina G2 la cual es contaminante del arroz.



Fuente: Maldonado, 2013.

Figura 12. Estructura química de la aflatoxina G2.

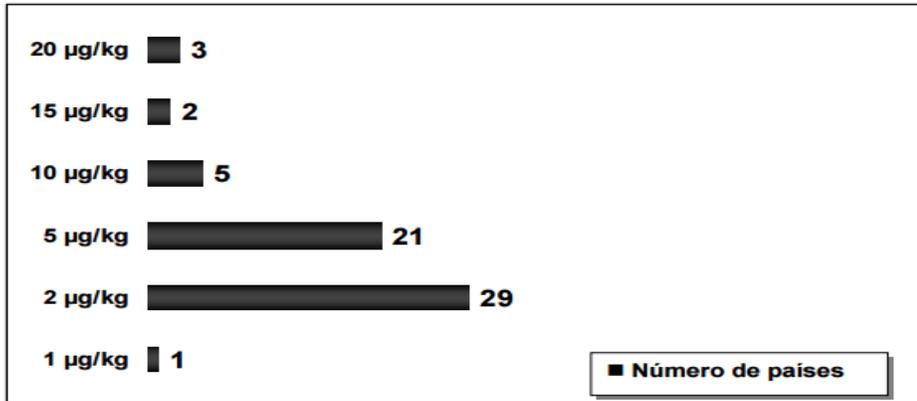
P. Límites máximos permitidos de aflatoxinas

Los límites máximos permitidos de las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ en alimentos para consumo humano están regulados por el RD 475/1988⁸³ y son los siguientes: 10 µg/kg para la suma de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ y 5 µg/kg para la aflatoxina B₁ (Unión Europea, 2010).

Límite máximo permitido para el grano de arroz son 20 µg/kg de aflatoxinas totales las cuales son la sumatoria de B₁+B₂+G₁+G₂ (Norma Oficial Mexicana).

El contenido máximo de aflatoxinas según la norma COGUANOR 34 049 no deberá ser mayor de 20 µg/kg o ppb.

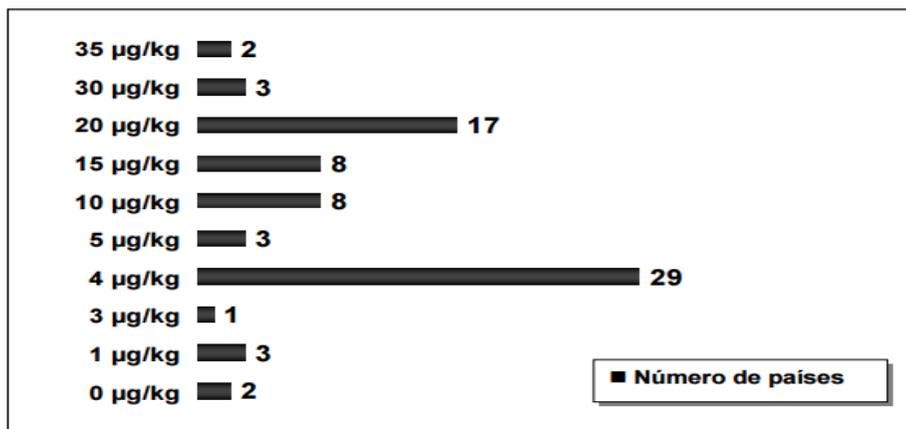
En la figura 13 se presentan los límites máximos según la FAO, para las aflatoxinas B₁ se encuentran entre 1-20 µg/kg, con 2 µg/kg como el límite vigente actualmente en por lo menos 29 países. Otro valor límite importante es el de 5 µg/kg seguido por 21 países de África, Asia/Oceanía, América Latina y de Europa (FAO, 2004).



Fuente: FAO, 2004.

Figura 13. Límites máximos a nivel mundial para los niveles de la aflatoxina B1 en los alimentos.

En el año 2003 varios fueron los países que reglamentaron las aflatoxinas en los alimentos colocando límites para la suma de presencia de aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂, a veces de manera combinada con un límite específico para la aflatoxina B₁. El límite que aparece con mayor frecuencia es de 4 µg/kg aplicado por 29 países. Otro dato importante aparece en los 20 µg/kg aplicado por 17 países, la mitad de ellos en América Latina y en varios países de África. Estados Unidos de Norteamérica fue uno de los primeros en fijar un límite de acción para las aflatoxinas siendo este de 20 µg/kg, en la figura 14, se muestran los límites a nivel mundial de aflatoxinas en alimentos (FAO, 2004).



Fuente: FAO, 2004.

Figura 14. Límites a nivel mundial para totales en aflatoxinas en alimentos.

Q. Métodos para determinar micotoxinas

En la industria alimenticia se debe de contar con la capacidad para determinar la presencia de micotoxinas en la materia prima, antes de ofrecer y poner en riesgo un producto para el consumidor, por lo que existen varios métodos por los cuales se pueden determinar las aflatoxinas entre ellos están (Vargas, 2013):

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

a. Inmunoensayos enzimáticos (ELISA) (Eizyme-Linked ImmunoSorbent Assay)

Este es el método más conocido de todos, su función principal es formar un complejo antígeno-anticuerpo, para así ver la competencia que existe entre la micotoxina y la micotoxina conjugada, por la unión de sitios con los anticuerpos, después es añadida la enzima, proporcionando así una coloración dependiendo del tipo de reacción que ha ocurrido (Salazar, 2008).

La aparición de colorantes permite medir indirectamente mediante espectrofotometría el antígeno en la muestra. La tecnología se basa en la capacidad de un anticuerpo específico para distinguir la estructura tridimensional de una micotoxina determinada. El método ELISA directo competitivo se utiliza comúnmente en el análisis de micotoxinas. (Maldonado, 2013).

R. Muestreo para aflatoxinas

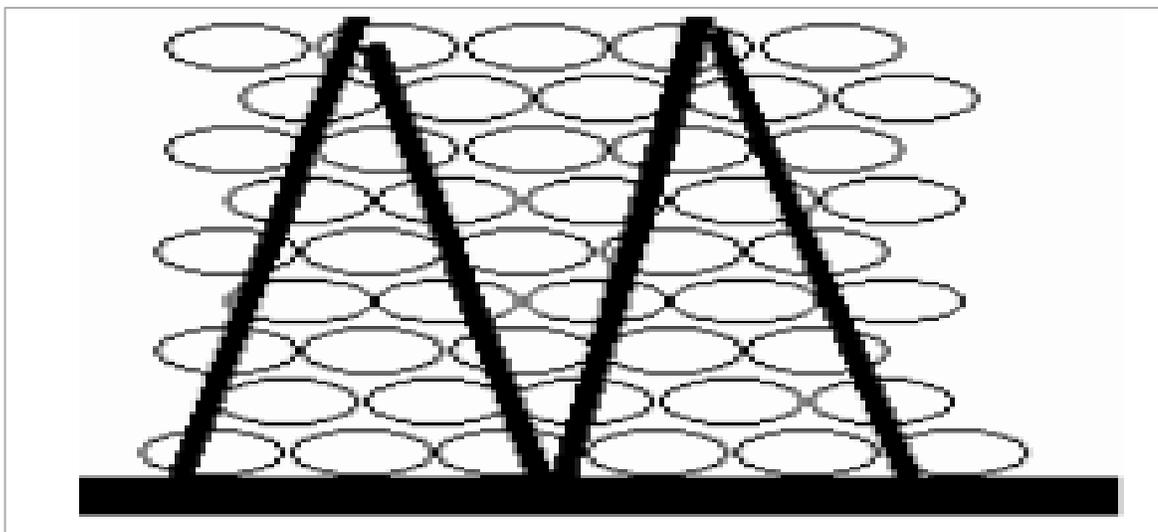
a. Muestreo por conveniencia/accidente

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico, es decir que no se rige por las reglas matemáticas de la probabilidad, y por lo tanto no es posible calcular el tamaño del error muestral. En este caso, los sujetos de estudio son seleccionados de acuerdo a la oportunidad de contacto y/o conveniencia del investigador. Muchos investigadores prefieren esta técnica de muestreo, ya que es rápida, barata, fácil y sobre todo, los sujetos están disponibles (Bello, 2011).

b. Muestreo de estibas

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-188- SSA1-2002, esta es la forma adecuada para el muestreo de cereales y granos que se almacenan en costales y que se encuentran estibados. En este caso, se procede a identificar las estibas, cada una de las cuales se deben muestrear en forma de "M" imaginaria, la cual debe trazarse del primer al último tendido. El ancho máximo de la parte inferior de la "M" no debe ser mayor de 5 m, como se indica en la figura 15, se toma una muestra de cada costal por donde pasa la línea de la "M" trazada.

El número mínimo de sacos a muestrear por lote, se ajustará a lo señalado en el cuadro 5. Si el número de sacos almacenados es mayor que el número máximo considerado al cuadro, se muestrearán los restantes como si fueran un lote diferente.



Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002.

Figura 15. Cereales almacenados en costales.

Cuadro 5. Número mínimo de sacos a muestrear por lote.

Número de sacos / lote	Número de sacos muestreados
Hasta 99	10
100 – 199	15
200 – 299	20
300 – 499	30
500 – 799	40
800 - 1,299	55
1,300 - 3,199	75
3,200 - 7,999	115
8,000 - 21,999	150
22,000 - 49,999	225

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002.

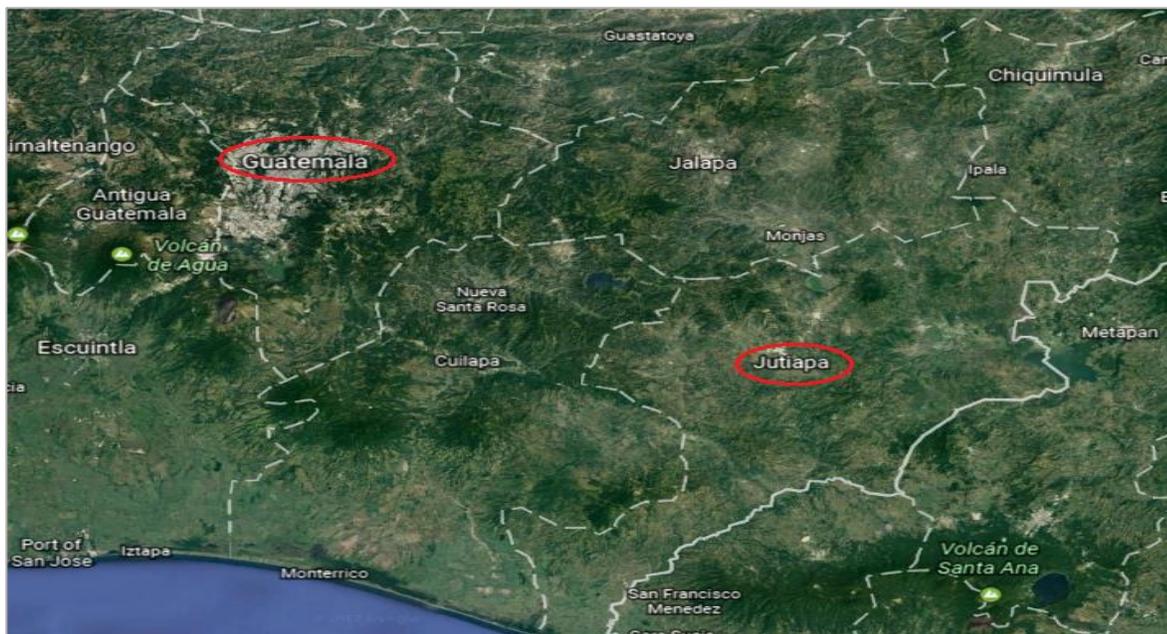
2.2.2 Marco referencial

A. Bodegas de almacenamiento para la investigación

Las bodegas de almacenamiento de arroz (*Oryza sativa* L.) tomadas en cuenta para realizar la investigación sobre aflatoxinas, son de empresas 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-.

Las bodegas de almacenamiento se encuentran en Jutiapa y en la ciudad capital específicamente en las zonas 18, zona 17 y zona 1.

Las empresas fueron identificadas como A, B, C, D y E, debido a que no se pueden mencionar sus nombre. La figura 16, presenta la ubicación de las bodegas de almacenamiento en donde se realizó la investigación, en los departamentos de Guatemala y Jutiapa.



Fuente: Google Maps, 2017.

Figura 16. Departamentos en donde están localizadas las bodegas consideradas para la investigación.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Determinar la presencia de Aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂ mediante el uso del método de ELISA, en el grano de arroz (*Oriza sativa* L.) almacenado, en las cinco bodegas de almacenamiento en Guatemala.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las aflatoxinas presentes en las muestras de arroz (*Oriza sativa* L.), obtenidas de las bodegas de almacenaje.
2. Definir las condiciones de almacenamiento y posibles causas de la presencia de aflatoxinas en el arroz importado, en las bodegas de almacenamiento de estudio.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Selección del número de empresas a trabajar

El sistema de informática del Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, reportó 44 empresas importadoras de arroz en el año 2015. La cantidad de empresas a muestrear se definió por el método de muestreo aleatorio, además que esta técnica de muestreo no representa gastos elevados. También se tomó en cuenta la ubicación de las bodegas y la disponibilidad del producto al momento de tomar la muestra.

Debido a los gastos de transporte, no se contó con presupuesto suficiente por lo que se seleccionaron 5 empresas importadoras durante el año 2015 y estas fueron cercanas a la ciudad de Guatemala.

2.4.2 Verificación de condiciones de almacenaje

- Se realizó recorrido tanto interno como externo, de la bodega, para verificar el cumplimiento con las buenas prácticas de almacenaje de arroz (*Oriza sativa* L.).
- Se anotaron los datos de las características de la bodega en la lista de cotejo. (cuadro 10A).
- Se realizaron observaciones con respecto al manejo del producto.
- Se tabuló la información recabada de cada empresa muestreadas.

2.4.3 Muestreos de bodegas de estudio

- La muestra obtenida, dependió de la cantidad de sacos del lote almacenado en la bodega basándose en la Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002. Se trazó una

“M” imaginaria, como lo indica la técnica de muestreo por estibas, y teniendo el número de sacos ya establecido se procedió a tomar las sub-muestras. Estas sub-muestras se homogeneizaron para formar una muestra global de 2 kg.

- Las muestras fueron debidamente identificadas y se etiquetaron con la información correspondiente a cada bodega.
- Las muestras, se llevaron al laboratorio en la cual se aplicó el método de la inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) el cual consiste para determinar la presencia de aflatoxinas.

ELISA, utiliza un conjugado (micotoxina marcados con enzima, generalmente la peroxidasa, también la fosfatasa alcalina y β – galactosidasa), que compite con la aflatoxina presente en la muestra por los mismos sitios de enlace presentes en el anticuerpo inmovilizado en la superficie sólida, la intensidad del color es inversamente proporcional a la concentración de aflatoxinas (Guerrero Canelo & Parreño Tipian, 2018).

- Con los resultados obtenidos del laboratorio se procedió a analizar e interpretar los resultados, según la norma COGUANOR NGO 34 049, se tomó en cuenta la ubicación y las condiciones en que el producto está almacenado en las bodegas.

2.5 RESULTADOS

2.5.1 Empresas importadoras y países de origen de importación de arroz

En el sistema de informática del Departamento de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad de Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- aparecen registradas 44 empresas que se dedican a la importación de arroz para suplir las necesidades del producto en Guatemala, las cuales se encargan de distribuirlo en toda la República así como también a la Central de Mayoreo –CENMA-, terminal, supermercados, tiendas de barrio, entre otros.

2.5.2 Características y tiempo de almacenamiento en las bodegas

El tiempo máximo de almacenamiento de arroz en las bodegas que fueron inspeccionadas es de 15 a 20 días según entrega de pedidos, aunque se encontró que en la bodega E al momento de muestreo el arroz tenía 52 días de almacenado. En las demás empresas el tiempo de almacenamiento era menor a 10 días, como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Días de almacenamiento en las cinco bodegas de arroz importado.

Empresa	Tipo de arroz	Días de almacenamiento
A	Arroz precocido	4
B	Arroz blanco	10
C	Arroz blanco	3
D	Arroz precocido	6
E	Arroz blanco	52

2.5.3 Contenido de aflatoxinas en arroz importado almacenado

Según las normas COGUANOR 34 049 el valor máximo de aflatoxinas en el arroz, en cáscara o precocido, es de 20 partes por billón (ppb). Según el método de ELISA, de las cinco empresas que se analizaron, cuatro de ellas cuentan con arroz almacenado en

bodegas que presentan aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) por debajo del límite de aceptación, mientras que una de las empresas presentó un resultado mayor a este valor el cual fue de 21.6 ppb (cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de la prueba de ELISA realizadas a las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.

Empresa	Aflatoxinas totales	Unidad	Total (ppb)
A	B1+B2+G1+G2	ppb	1.71
B	B1+B2+G1+G2	ppb	1.87
C	B1+B2+G1+G2	ppb	2.15
D	B1+B2+G1+G2	ppb	3.34
E	B1+B2+G1+G2	ppb	21.6

La figura 17 muestra los resultados obtenidos con la prueba realizada de Elisa, en las cinco bodegas de estudio, las aflatoxinas dadas en (ppb), se mantienen por debajo de la medida establecida según normas COGUANOR, el cual es de 20 ppb, la bodega de estudio denominada E, dio como resultado total de aflatoxinas, el valor de 21.60 es cual se encuentra por arriba del valor máximo establecido por las normas COGUANOR. Es decir el 80 % de las bodegas muestreadas para el estudio se encuentran por debajo del valor máximo establecido de contaminación por aflatoxinas.

En la figura 17 también se puede observar de forma gráfica, que el arroz que almacena la empresa E en sus bodegas supera el valor límite máximo y este mismo da como resultado 21.6 ppb lo cual se representa en la línea ascendente roja.

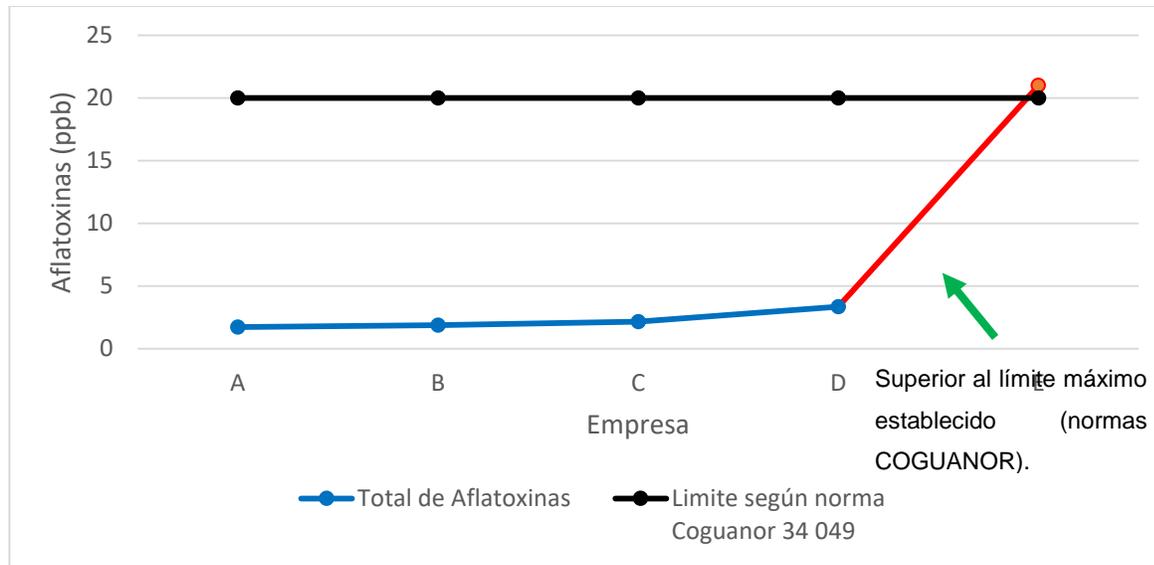


Figura 17. Resultados de la prueba de ELISA realizadas a las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.

2.6 Características físicas del almacenamiento de arroz

Para establecer la muestra se realizó una aleatorización de las 44 empresas importadoras de las cuales se tomó el 15 del total, lo que corresponde a 5 empresas.

Las empresas A, B, y C tienen las mismas características en cuanto a la infraestructura de cemento, techo de terraza, y el uso de tarimas de madera para acomodar los sacos de arroz. La empresa D tiene infraestructura de cemento, techo de lámina, y no utilizan tarimas de madera para colocar el producto; mientras que la empresa E tiene infraestructura de cemento, techo de terraza, y cuentan con un cuarto frío para el almacenamiento de sacos de arroz (cuadro 9A al cuadro 13A).

En el cuadro 8 se observa el resumen de las condiciones del personal y las características de las bodegas de almacenamiento de arroz.

Cuadro 8. Resumen de condiciones del personal y características físicas que presentan las 5 bodegas de almacenamiento de arroz en Guatemala, 2016.

No.	PUNTOS DE CONTROL	Unidad de empresas		Porcentaje de empresas	
		SI	NO	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	5	0	100	0
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	5	0	100	0
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	5	0	100	0
4	En áreas de producción se prohíbe comer, mascar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	5	0	100	0
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, reddecilla)	5	0	100	0
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de los alimentos	3	2	60	40
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes	3	2	60	40
8	Material de construcción de la bodega almacenadora				
8.1	Cemento	5	0	100	0
8.2	Lámina				
8.3	Madera				
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras				
9.1	Hormigón	5	0	100	0
9.2	Piso granito				
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar	3	2	60	40
11	Material del techo de la bodega almacenadora:				
11.1	Terraza	4	1	80	20
11.2	Lámina	1	4	20	80
11.3	Cielo falso				
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad	4	1	80	20
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar la limpieza	4	1	80	20
14	Las lámparas están cubiertas con protector	2	3	40	60
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	4	1	80	20
16	Bodegas con ventilación adecuada	4	1	80	20
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas	2	3	40	60
18	Los alrededores de la bodega se encuentran limpios	4	1	80	20
19	El control humedad y temperatura es constante	0	5	0	100
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento	4	1	80	20
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para el correcto lavado de manos	3	2	60	40
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente	3	2	60	40
23	Los recipientes de basura están claramente identificados	0	5	0	100
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	5	0	100	0
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas	4	1	80	20
26	Las trampas están identificadas	0	5	0	100
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa	0	5	0	100
28	La bodega posee cuarto frío	1	4	20	80

El cuadro 6 muestra que una de las empresas analizadas no cuenta con un programa de control de plagas, y se observó que en ninguna de las 5 bodegas se tienen identificadas las trampas para roedores y no se lleva un registro de las fumigaciones aplicadas. Tampoco se hacen monitoreos a las trampas, por lo que se aumenta el riesgo de contaminación del producto almacenado.

Dos de las empresas no cuentan con basureros adecuados para colocar la basura y desperdicios, y las demás bodegas que sí cuentan con un basurero no lo tienen debidamente identificado.

Se observó que en ninguna de las empresas existe un registro y control de temperatura, lo cual no les permite establecer correctamente la humedad relativa de las bodegas. Esto permite que las condiciones sean propicias para el desarrollo de hongos y contaminación del arroz.

En todas las empresas que fueron analizadas, el método de control utilizado para el ingreso y egreso del producto es: “el primer producto en entrar (es decir, con mayor tiempo de almacenaje) es el primero en salir” y “el último en entrar (es decir, con el menor tiempo de almacenaje) es el último en salir” (PEPS: primeros en entrar, primeros en salir).

En las bodegas A, B, C, y D que presentan valores por debajo de los establecidos por la norma COGUANOR NGO 34 049 del contenido total de aflatoxinas, se observaron los siguientes aspectos, en cuanto a las características físicas de las bodegas como a las condiciones en que labora el personal.

Todas las empresas revisan diariamente que el personal que está en contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara), revisan que el personal se lave y desinfecte las manos cuando se requiera, y se les brinda vestimenta adecuada a sus trabajadores (gabacha, botas de hule o industriales, redecillas, mascarillas). El personal también tiene prohibido comer, mascar chicle, ingerir bebidas y escupir en las áreas de

producción, también se prohíbe el uso de joyas, perfumes y accesorios (anillos, relojes, collares).

Las bodegas tienen techo en buen estado y libre de humedad, y cuentan con ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, prevenir vapores y gases que son favorables para el crecimiento de hongos. Además, hacen uso de tarimas para colocar el producto y el equipo a utilizar se mantiene limpio. Las empresas cuentan con un programa de control de plagas, sin embargo las trampas no se encuentran identificadas.

Tres de las empresas se preocupan porque sus alrededores se encuentren limpios y libres de basura, y los sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento. La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y su diseño facilita realizar las operaciones de limpieza. El diseño de la misma contempla pasillos y espacio entre el equipo; además, los pisos del área de almacenamiento se encuentran en buen estado y limpios.

Dos de las empresas (A y B) cumplen con capacitar a su personal en Buenas Prácticas de Manufactura y Manejo Higiénico de Alimentos. Los sanitarios de estas empresas se encuentran en buenas condiciones y con el equipo necesario para lavado de manos como jabón, papel para secarse las manos y basurero tapado y debidamente identificado.

Dos de las empresas inspeccionadas cuentan con lámparas con protector como lo exige el MAGA, quien señala que todas las empresas que se dedican al almacenamiento de productos de consumo humano tienen que cumplir con este requisito. Además cuentan con cedazo en las ventanas para evitar la entrada de plagas y tienen un área específica para el almacenamiento de químicos. Poseen recipientes de basura con tapadera para desechar adecuadamente la basura.

La empresa identificada con la literal E presentó el valor más alto en contenido total de aflatoxinas (21.60 ppb), superando el límite establecido por la norma COGUANOR NGO 34 049. Los granos de arroz, al momento del muestreo presentaban defectos físicos, siendo estas quebraduras provocadas por insectos y suciedad.

En esta empresa se observaron los siguientes aspectos: el diseño de la bodega no posee pasillos entre paredes, el piso se encuentra en mal estado y con grietas, y el techo presentaba humedad la cual no está recibiendo ningún tipo de tratamiento. Las lámparas que utilizan no se encuentran protegidas.

Dentro de la bodega, se encuentra un área que utilizan para almacenamiento, el cual en realidad, es un cuarto frío que actualmente está sin funcionamiento. Este no cuenta con la ventilación adecuada, incrementando así el crecimiento de hongos. Aunque poseen tarimas para colocar el producto, el proceso de almacenamiento no es el adecuado ya que no cuentan con la separación adecuada.

La empresa E no cuenta con un programa de control de plagas y por lo tanto, tampoco tienen un sistema de trampeo para roedores, ni para insectos voladores (luz UV). Esta empresa cuenta con basureros en distintas áreas pero éstos no cuentan con tapaderas por lo que aumenta el riesgo de que existan plagas como insectos y roedores.

2.7 CONCLUSIONES

1. La concentración de aflatoxinas en arroz (*Oriza sativa* L.) almacenado se realizó en 5 empresas, obteniéndose los siguientes valores: Empresa A 1.71 ppb, Empresa B 1.87 ppb, Empresa C 2.15 ppb, Empresa D 3.34 ppb, y Empresa E 21.6 ppb. Considerando el nivel establecido según la norma COGUANOR NGO 34 049 que es de 20 ppb como máximo, solo en la empresa E se supera este límite.
2. Los factores que influyen en la presencia de aflatoxinas en arroz importado para consumo humano, en las distintas bodegas de almacenamiento que fueron inspeccionadas son: la falta de monitoreo, tanto de la humedad relativa como de la temperatura ambiental de las bodegas, así como las condiciones inadecuadas de almacenamiento.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Debido a que existe una empresa que supera los 20 ppb, es necesario destruir este producto para evitar su distribución al consumidor y de esta manera descartar posibles daños en la salud de los consumidores.
2. Crear un normativo para aquellas empresas interesadas en importar arroz para la venta en Guatemala, esto con el fin de que cumplan con los rangos adecuados de humedad y temperatura ambiental dentro de las bodegas de almacenamiento, así como llevar un estricto control de la humedad del grano para disminuir la concentración de aflatoxinas.
3. Realizar inspecciones frecuentes por personal capacitado como medida preventiva para el control de plagas. Se deberán elaborar reportes de inspección y llevar registros de la bodega para que sirvan como antecedentes para próximas investigaciones. Deberán colocarse trampas e identificarlas adecuadamente, cambiando sebos regularmente.
4. La basura y desperdicios deben mantenerse en recipientes tapados. Los recipientes deben tener tapadera que no se accione manualmente. La basura debe descartarse periódicamente para que no haya descomposición de la misma, además, para que no se conviertan en nidos ni refugios de plagas.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Armijo, C. J., & Calderón, J. (2009). *Esquema de acciones para evitar, controlar y desinfectar productos de hongos y aflatoxinas*. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/ing_quimica/v12_n2/pdf/a03v12.pdf
2. Caipo, M., & De Pablo, M. (2016). *FAO presenta perfil de riesgo que expone el daño a la salud humana por maíz contaminado con aflatoxinas*. Guatemala: FAO. Recuperado el 18 de agosto de 2017 de: <http://www.fao.org/guatemala/noticias/detail-events/es/c/432061/>
3. Carrillo, L., & Audisio, M. C. (2007). *Manual de microbiología de los alimentos*. San Salvador de Jujuy, Argentina, Universidad Nacional de Jujuy. P. 89-101. Recuperado el 14 de marzo de 2017 de: www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap6.pdf
4. Casini, C. (2002). *Guía para almacenar granos en bolsas plásticas. Proyecto de eficiencia de cosecha y postcosecha de granos*. Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 30 p.
5. Codex Alimentarius. (2013). *Codex Stan 193-1995: Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. Revisión 1997, 2006, 2008 y 2009. Enmienda 2010, 2012 y 2013*. Roma, Italia. 50 p.
6. Danae, P. (2008). *Muestreo*. México, Universidad de Sonora. Recuperado el 28 de marzo de 2016 de: <http://www.estadistica.mat.uson.mx/material/el>
7. Diario Oficial de la Unión Europea. (2010). *Reglamento (CE) no. 1881/2006. Por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios*. UE. 5 p.
8. FAO, Italia. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural: almacenamiento de granos en propiedades rurales*. Chile. Recuperado el 30 de marzo de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S0d.htm#IV>

9. _____. (2003a). *Manual poscosecha de granos a nivel rural. Almacenamiento de granos en propiedades rurales*. Roma, Italia. 12 p. Recuperado el 30 de marzo de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s00.HTM>
10. _____. (2003b). *Manual sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas*. Roma, Italia. Recuperado el 29 de marzo de 2016 de: <http://www.fao.org/3/Y1390S/y1390s00.htm>
11. _____. (2004). *Reglamento a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003*. Roma Italia. 60 p.
12. _____. (2016). *Crops*. Roma, Italia, FAOSTAT. Recuperado el 29 de marzo de 2016 de: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
13. Gimeno, A. (2001). Los hongos y las micotoxinas en la alimentación animal, conceptos, problemas, control y recomendaciones. Buenos Aires, Argentina, ALBEITAR no. 45:46-47. Recuperado de <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/los-hongos-micotoxinas-alimentacion-t26085.htm>
14. Guerrero Canelo, A. & Parreño Tipian, J. (2018). Determinación de micotoxinas por el método de ELISA en soya para aves en producción en la provincia de chincha, año 2016. *Rev. Sociedad Química del Perú*. 84 (1). Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n1/a04v84n1.pdf>
15. Legislación Europea. (2010). Documento de orientación para autoridades competentes para el control del cumplimiento de la legislación europea sobre aflatoxinas. 88 p. UE. Recuperado de http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/legisl_en.htm
16. Maldonado, M. (2013). Protocolo de Investigación: Determinación de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 y de fumosina B1 en maíz mediante el método "elisa" y confirmación por cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detección de masas, en cinco centros de acopio en Guatemala. Tesis Ing. Agr.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala. 36 p.

17. Ministerio de Agropecuario y Forestal, Nicaragua (MAG-FOR); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Nicaragua (IICA); & Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Nicaragua (JICA). (2004). Cadena agroindustrial del arroz. Nicaragua. 68 p.
18. Moquete, C. (2010). Guía técnica: El cultivo de arroz. Santo Domingo, República Dominicana, Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Recuperado el 29 de marzo de 2016 de: <https://es.scribd.com/document/350804412/El-Cultivo-Del-Arroz-Cesar-Moquete>
19. Moscoso Fernández, F. J. (2001). Evaluación de dos métodos de diagnóstico de micotoxinas en alimentos terminados y materias primas para la alimentación de animales (fluorescencia y Elisa). Tesis Med. Vet. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala. 79 p. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5525/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Francisco%20Javier%20Moscoso%20Fernandez.pdf>
20. Papini Meardi, C. A. (2014). *Exposición a las aflatoxinas en el maíz, sector Pacanal, Nahualá, Sololá, Guatemala, septiembre 2014*. Tesis Med. y Cirujano. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud. 43 p. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/09/18/Papini-Carlos.pdf>
21. Prochazka Travi, G. (1988). *Reseña de la producción y comercialización del arroz en el Perú y propuesta metodológica para evaluar pérdidas poscosecha*. Perú: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 150 p.
22. Salazar Juárez, L. F. (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 punto de control críticos (APPCC)*. Tesis Licda. Quim. Farm. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 83 p. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2684.pdf

23. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Subsecretaría de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, México (SAGARPA). (2007). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. México. 8 p.
24. Serrano-Coll, H. F., & Cardona-Castro, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Revista CES Medicina*, 29(1), 143-152. Recuperado el 30 de marzo de 2016 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf>
25. Soriano del Castillo, J. M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. España: Díaz Santos. 393 p.
26. Unión Europea, CE. 2006. *Reglamento (CE) no. 401/2006 de la comisión del 23 de febrero de 2006 donde se establecen los métodos de muestreo y análisis para el control oficial del contenido de aflatoxinas en los productos alimenticios*. Europa. 23 p.
27. Valdivia Lorente, R. (2011). *Manual poscosecha para granos básicos*. Nicaragua: The Howard G. Buffet Foundation. 17 p.
28. Valladares, C. (2010). *Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. Unidad II, 001: Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano*. La Ceiba, Honduras, Centro Universitario del Litoral del Atlántico. 27 p. Recuperado el 30 de marzo de 2016 de: <http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>
29. Vargas Farías, C., & Velásquez Figueroa, V. (2013). *Propuesta de un método biológico para la detección de aflatoxinas en alimentos*. Tesis Ing. Alim. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción: Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 30 de marzo de 2016 de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24776/1/TESIS.pdf>


 Circular stamp of FAUSAC (Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción) with the text "TESIS DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN * REVISIÓN *". A signature "Polando Ramos" is written over the stamp.

2.10 ANEXOS

2.10.1 Límites de la norma COGUANOR 34 049 para aflatoxinas en arroz

Según Maldonado (2013) las normas COGUANOR NGO 34 049 establecen que para arroz el límite máximo permitido de aflatoxinas no debe ser mayor a 20 ppb.

2.10.2 Normas COGUANOR a consultar

Cuadro 9A. Normas COGUANOR que se pueden consultar referente a la investigación de arroz.

NORMA	Información a consultar
COGUANOR NGO 4 010	Sistema de unidades
COGUANOR NGO 7 001	Tamices de ensayo, cribas metálicas o zarandas. Tamaño nominal de las aberturas
COGUANOR NGO 34 051	Granos y muestreo
COGUANOR NGO 34 052 h1	Granos, método de referencia y métodos rápidos para determinar la humedad
COGUANOR NGO 34 052 h2	Granos y determinación de aflatoxinas
COGUANOR NGO 34 052 h6	Arroz en cáscara, métodos de ensayo y análisis
COGUANOR NGO 34 052 h7	Arroz elaborado, métodos de ensayo y análisis

Fuente: Maldonado. 2013.

2.10.3 Definiciones

Las definiciones que se utilizan en arroz son las siguientes (Maldonado, 2013):

- **Arroz en cáscara o en granza.** Es el conjunto de granos provenientes de la especie *Oriza sativa* L. formado por más del 98 % de granos sin que se les haya removido la cáscara (gluma).
- **Arroz elaborado.** Para los efectos de la presente norma, se entiende por arroz elaborado a los granos de arroz, enteros o quebrados, a los cuales haya sido retirada la cáscara, los embriones y el salvado.
- **Rendimiento de pilada.** Se entiende por rendimiento de pilada la relación porcentual en masa de arroz elaborado con respecto al arroz en cáscara o en granza.

- **Índice de la pilada.** Se entiende por índice de la pilada la relación porcentual en masa de los granos enteros de arroz elaborado con respecto al arroz con cáscara o en granza.
- **Aflatoxinas.** Es un grupo de metabolitos carcinogénicos altamente tóxicos producidos por algunos tipos de hongos *Aspergillus flavus*, así también por otros hongos relacionados con el deterioro de alimentos y forrajes.

2.10.4 Terminología

Las terminologías que se utilizan en arroz son las siguientes (Maldonado, 2013):

- **Granos contrastantes.** Son los granos de arroz descascarado o de arroz elaborado cuyo tamaño difiere notoriamente del arroz de la clase que se considera, a tal punto que haga variar su valor comercial.
- **Granos enteros.** Es el producto de la elaboración del arroz en cascara que después de los medios usuales de cribado y clasificado por tamaño, consiste en granos enteros o pedazos de grano de $\frac{3}{4}$ o más de su tamaño original.
- **Granos quebrados.** Son los pedazos de grano de arroz descascarado que tengan menos de $\frac{3}{4}$ de la longitud del grano original.
- **Granos dañados.** Son los granos enteros de arroz que estén hendidos, marcadamente dañados por el agua, insectos, hongos, calor o cualquier otro medio. Se consideran granos dañados por el calor aquellos granos enteros o quebrados, que han sufrido deterioro en su color, apariencia o estructura, a consecuencia de secamiento inadecuado o fermentación por exceso de humedad.
- **Granos o semillas objetables.** Son todos aquellos que no sean granos de arroz y que afectan la calidad comercial del producto.
- **Granos hendidos.** Son los granos de arroz descascarado o elaborado que presentan una fisura longitudinal.
- **Granos yesosos.** Son los granos enteros de arroz elaborado de los cuales la mitad o más, de cada grano, presenta una apariencia yesosa; incluye también lo que normalmente se conoce como grano no maduro.

- **Granos rojos.** Son los granos enteros de arroz elaborado que tengan por lo menos una o más estrías de color rojo que sumadas den la longitud del grano.
- **Grano sano.** Se entiende como tal a todo grano de arroz que no presente ataque de hongos, que no esté dañado, germinado, caliente o fermentado, y que se encuentre libre de insectos vivos capaces de producir daño al grano almacenado.
- **Grano limpio.** Para los efectos de esta norma se considera grano comercialmente limpio, el que cumple con las especificaciones para impurezas que fija la presente norma.
- **Humedad para almacenamiento.** Se entenderá como tal el contenido de humedad de un lote de arroz en cascara o elaborado que permita su almacenamiento adecuado.
- **Lote de grano de arroz infestado.** Se considerará como infestado el lote de grano de arroz en cáscara o elaborado, que contenga insectos vivos dañinos para el grano almacenado.

Nota. Cuando el grano se encuentra en esta condición se anotará en el informe la palabra “infestado”.

- **Lote de grano de arroz dudosamente infestado.** Se considerara como dudosamente infestado el lote de grano de arroz que contenga solo insectos muertos.

Nota. Cuando el arroz en grano se encuentre en dicha condición se hará constar este hecho anotando en el informe la expresión “dudosamente infestado”.

- **Impurezas.** Se entenderá por impurezas a todo material diferente del grano de arroz, incluyendo granos vanos, y exceptuando los granos o semillas objetables.

2.10.5 Clasificación y designación

La clasificación del arroz en cascara como elaborado y las asignaciones son las siguientes:

- **Clasificación del arroz en cáscara.** El arroz en cáscara se clasificará en base a su tamaño en los tipos siguientes (Maldonado, 2013):

- **Tipo extra largo.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos solamente descascarados miden más de 7 mm de longitud.
- **Tipo largo.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos solamente descascarados miden de 6 mm a 7 mm de longitud.
- **Tipo mediano.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos solamente descascarados midan de 5 mm a menos de 6 mm de longitud.
- **Tipo corto.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos solamente descascarados midan menos de 5 mm de longitud.
- **Tipo mezclado.** Se entenderá como tal a todo lote de arroz que contenga más de 12 % de un tipo dentro del otro.
- **Clasificación del arroz elaborado.** El arroz elaborado se clasificará en base a su tamaño en los tipos siguientes (Maldonado, 2013):
 - **Tipo extra largo.** Estar formado por todas las variedades de arroz cuyos granos, una vez elaborados, midan más de 7 mm de longitud.
 - **Tipo largo.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos, una vez elaborados, midan de 6 mm a 7 mm de longitud.
 - **Tipo mediano.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos, una vez elaborados, midan de 5 mm a menos de 6 mm de longitud.
 - **Tipo corto.** Estará formado por todas las variedades de arroz cuyos granos, una vez elaborados, midan menos de 5 mm de longitud
 - **Tipo mezclado.** Se entenderá como tal a todo lote de arroz elaborado que contenga más de 12 % de un tipo dentro del otro.

Nota. El arroz elaborado es de color blanco. Un ligero color cremoso, grisáceo o pajizo en los granos no afecta su calidad.

- **Designación.** El arroz se designará por su nombre, tipo y calidad, seguido de la referencia de esta norma (Maldonado, 2013). Ejemplos:
 - Arroz en cáscara, extra largo, calidad 1, COGUANOR NGO 34 049
 - Arroz elaborado, mediano, calidad 2, COGUANOR NGO 34 049

2.10.6 Especificaciones

A. Grados de calidad

El arroz en cáscara deberá ser sano y limpio, y deberá cumplir con los grados de calidad de acuerdo con el cuadro 8A.

Cuadro 10A. Grados de calidad del arroz en cáscara.

Grado de calidad (1) (2)	Tolerancias máximas, en porcentaje en masa (5)							Grano infestado	Grano dudosamente infestado
	Humedad (3)	Impureza (3)	Grano dañado	Grano contrastante	Grano yesoso	Grano rojo	Grano o semillas objetables (4)		
1	13	3	4	6	6	1	4	no se acepta	se acepta
2	13	4	6	8	8	2	6	no se acepta	se acepta
3	13	5	8	10	10	2	8	no se acepta	se acepta
4	13	6	10	12	12	2	12	no se acepta	se acepta

Fuente: Maldonado. 2013.

- (1) El grado de calidad estará determinado por el factor que se encuentre en condiciones más desfavorables conforme a esta tabla, sin tomar en cuenta el factor humedad.
- (2) El grano de cualquier clase que no reúna ninguno de los grados de calidad indicados, o que por cualquier motivo se considere de calidad inferior, se designará como "calidad según muestra"
- (3) Los valores para tales porcentajes que aparecen en estos cuadros, se deberán tomar como cifras de comparación en las transacciones comerciales para bonificar o castigar el precio.
- (4) Número de semillas en 100 g.
- (5) Los datos del rendimiento e índice de pilada, se consignarán en el informe del análisis de laboratorio y las tolerancias serán establecidas entre las partes contractantes.

El arroz elaborado deberá ser sano y limpio y deberá cumplir con los grados de calidad de acuerdo con la tabla siguiente:

Cuadro 11A. Grados de calidad del arroz elaborado.

Grado de calidad (1) (2)	Tolerancias máximas, en porcentaje en masa							Grano infestado	Grano dudosamente infestado	
	Humedad (3)	Impureza (3)	Grano dañado	Grano contrastante	Grano yesoso	Grano rojo	Grano quebrado			
1	13	0.5	5	6	5	1	20	4	no se acepta	No se acepta
2	13	1.0	7	8	7	2	25	6	no se acepta	No se acepta
3	13	1.5	9	10	9	2	30	8	no se acepta	No se acepta
4	13	2.0	11	12	11	2	35	12	no se acepta	No se acepta

Fuente: Maldonado. 2013.

- (1) El grado de calidad estará determinado por el factor que se encuentre en condiciones más desfavorables conforme a esta tabla, sin tomar en cuenta el factor humedad.

- (2) El grano de cualquier clase que no reúna ninguno de los grados de calidad indicados, o que por cualquier motivo se considere de calidad inferior, se designará como "calidad según muestra"
- (3) Los valores para tales porcentajes que aparecen en estos cuadros, se deberán tomar como cifras de comparación en las transacciones comerciales para bonificar o castigar el precio.
- (4) Número de semillas en 100 g.

- **Contenido de aflatoxinas.** Es el contenido máximo de aflatoxinas tanto en el arroz en cáscara como en el arroz elaborado no deberá ser mayor de 20 µg/kg.
- **Masa unitaria.** En toda transacción comercial, la masa del arroz en cáscara o del arroz elaborado, se expresará en kilogramos netos. Cuando las estipulaciones de compra y venta lo especifiquen, o cuando el comprador lo solicite, se terminará la masa del arroz en kilogramos por hectolitro.

B. Muestreo

La muestra con base a la cual deben hacerse todas las determinaciones, se obtendrá de acuerdo con la norma COGUANOR NGO 34 051 (Maldonado, 2013).

C. Métodos de ensayo

Las generalidades de los ensayos en base a Maldonado (2013) son:

- Los ensayos aplicables al arroz en cáscara y al arroz elaborado se efectuarán de acuerdo con las normas COGUANOR NGO 34 052 h6 y 43 052 h7.
- Tanto en el lugar donde se toma la muestra como en el laboratorio de análisis se hace un examen preliminar de la misma con la vista, el tacto y el olfato, de los factores siguientes: apariencia general del grano, olor a moho y otros olores objetables, y si tiene hongos visibles, insectos e impurezas. La determinación de la temperatura se efectuará en la totalidad del lote a muestrear.
- El examen preliminar indicado en 8.2 y las determinaciones del grado de infestación por insectos y del contenido de impurezas se hace sobre la totalidad de la muestra original de laboratorio, o sea sobre un mínimo de 1,000 g.
- La determinación de humedad se hace sobre grano limpio, utilizando la cantidad de muestra que se indica en la norma COGUANOR NGO 34 052 h1. En transacciones

regionales y cuando se solicite, se indicará el método y el equipo utilizados para la determinación de la humedad.

- Las determinaciones del rendimiento de pilada y del índice de pilada se hacen sobre la totalidad de la muestra original después de eliminadas las impurezas y los insectos.
- La determinación de granos dañados, granos contrastantes, granos yesosos, granos rojos y semillas objetables, se hará sobre una misma porción de 100 g de arroz limpio y totalmente libre de impurezas.

D. Envase

El arroz en cáscara podrá ser transportado a granel o en sacos (Maldonado, 2013).

E. Correspondencia

Para la elaboración de la presente norma se tomó en cuenta la Norma Centroamericana ICAITI 34 049 1ª. Revisión, la cual a su vez tomó en consideración los siguientes documentos (Maldonado, 2013):

- “Informe del grupo de trabajo de la XIV reunión ordinaria de la Comisión Coordinadora de Mercadeo y Estabilización de Precios (CCMEP) para la revisión de las normas uniformes de calidad de granos básicos” SIECA, 27 y 28 de septiembre de 1977, Guatemala.
- “Informe del grupo de trabajo de la VI reunión extraordinaria de la Comisión Coordinadora de Mercadeo y Estabilización de Precios (CCMEP) para la revisión de las normas uniformes de calidad de granos básicos”. 15 al 17 de junio de 1978. San Salvador.

Nota. La expresión “masa” se refiere a lo que más comúnmente se entiende por “peso” de una sustancia.

2.10.7 Lista de cotejo que se utilizó para verificar las condiciones de las bodegas de almacenamiento de arroz

Cuadro 12A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa A, almacén de arroz importado.

No.	PUNTOS DE CONTROL	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	X	
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	X	
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	X	
4	En áreas de producción se prohíbe comer, masticar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	X	
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, redecilla)	X	
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de alimentos	X	
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes	X	
8	Material de construcción de la bodega almacenadora:		
	Cemento	X	
	Lámina		
	Madera		
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras:		
	Hormigón	X	
	Piso granito		
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar	X	
11	Material del techo de la bodega almacenadora:		
	Terraza	X	
	Lámina		
	Cielo falso		
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad	X	
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar limpieza	X	
14	Las lámparas están cubiertas con protector	X	
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	X	
16	Bodegas con ventilación adecuada	X	
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas	X	
18	Los alrededores de la bodega se encuentran limpio		X
19	Se prohíbe el ingreso de animales domésticos		X
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento	X	
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para el correcto lavado de manos		X
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente	X	
23	Los recipientes de basura están claramente identificados		X
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	X	
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas	X	
26	Las trampas están identificadas		X
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa		X
28	La bodega posee cuarto frío		X

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 13A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa B, almacén de arroz importado.

No.	PUNTOS DE CONTROL	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	X	
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	X	
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	X	
4	En áreas de producción se prohíbe comer, masticar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	X	
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, reddecilla)	X	
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de alimentos	X	
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes		X
8	Material de construcción de la bodega almacenadora:		
	Cemento	X	
	Lámina		
	Madera		
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras:		
	Hormigón	X	
	Piso granito		
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar		X
11	Material del techo de la bodega almacenadora:		
	Terraza	X	
	Lámina		
	Cielo falso		
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad	X	
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar limpieza	X	
14	Las lámparas están cubiertas con protector		X
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	X	
16	Bodegas con ventilación adecuada	X	
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas	X	
18	Los alrededores de la bodega se encuentran limpios	X	
19	El control humedad y temperatura es constante		X
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento		X
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para el correcto lavado de manos		X
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente		X
23	Los recipientes de basura están claramente identificados		X
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	X	
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas	X	
26	Las trampas están identificadas		X
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa		X
28	La bodega posee cuarto frío		X

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 14A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa C, almacén de arroz importado.

No.	PUNTOS DE CONTROL	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	X	
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	X	
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	X	
4	En áreas de producción se prohíbe comer, masticar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	X	
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, redecilla)	X	
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de alimentos		X
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes	X	
8	Material de construcción de la bodega almacenadora:		
	Cemento	X	
	Lámina		
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras:		
	Hormigón	X	
10	Piso granito		
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar	X	
11	Material del techo de la bodega almacenadora:		
	Terraza	X	
	Lámina		
12	Cielo falso		
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad	X	
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar limpieza	X	
14	Las lámparas están cubiertas con protector		X
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	X	
16	Bodegas con ventilación adecuada	X	
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas		X
18	Los alrededores de la bodega se encuentran limpios	X	
19	El control humedad y temperatura es constante		X
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento	X	
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para correcto lavado de manos	X	
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente	X	
23	Los recipientes de basura están claramente identificados		X
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	X	
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas	X	
26	Las trampas están identificadas		X
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa		X
28	La bodega posee cuarto frío		X

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 15A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa D, almacén de arroz importado.

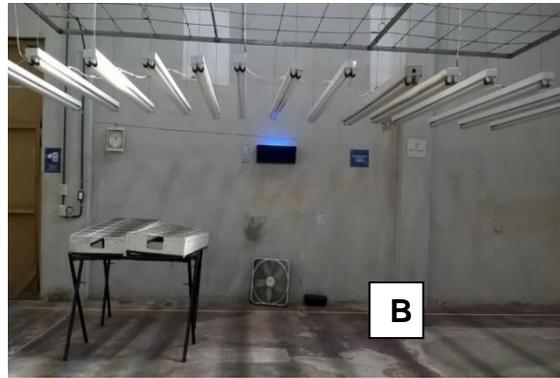
No.	PUNTOS DE CONTROL	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	X	
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	X	
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	X	
4	En áreas de producción se prohíbe comer, masticar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	X	
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, redecilla)	X	
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de alimentos		X
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes	X	
8	Material de construcción de la bodega almacenadora:		
	Cemento	X	
	Lámina		
	Madera		
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras:		
	Hormigón	X	
	Piso granito		
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar	X	
11	Material del techo de la bodega almacenadora:		
	Terraza		
	Lámina	X	
	Cielo falso		
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad	X	
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar limpieza		X
14	Las lámparas están cubiertas con protector	X	
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	X	
16	Bodegas con ventilación adecuada	X	
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas		X
18	Los alrededores de la bodega se encuentran limpios	X	
19	El control humedad y temperatura es constante		X
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento	X	
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para el correcto lavado de manos	X	
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente		X
23	Los recipientes de basura están claramente identificados		X
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	X	
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas	X	
26	Las trampas están identificadas		X
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa		X
28	La bodega posee cuarto frío		X

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 16A. Lista de chequeo de actividades monitoreadas por el MAGA para el control de calidad de bodega de la empresa E, almacén de arroz importado.

No.	PUNTOS DE CONTROL	SI	NO
1	Se revisa diariamente que el personal que tiene contacto con los alimentos mantenga higiene personal (uñas, brazos, cara, ropa)	X	
2	Se lava y desinfecta las manos cuando se requiere	X	
3	Al personal que manipula alimentos se le prohíbe el uso de maquillaje, perfume, joyas y accesorios	X	
4	En áreas de producción se prohíbe comer, masticar chicle, ingerir bebidas, fumar, escupir	X	
5	El personal que trabaja en contacto con los alimentos usa ropa protectora (gabacha, bata, reddecilla)	X	
6	El personal supervisor y operativo, está capacitado en buenas prácticas de manufactura y manejo higiénico de alimentos	X	
7	El diseño de la bodega contempla la existencia de pasillos entre equipos y paredes		X
8	Material de construcción de la bodega almacenadora:		
	Cemento	X	
	Lámina		
	Madera		
9	Material del piso de las bodegas almacenadoras:		
	Hormigón	X	
	Piso granito		
10	El piso se encuentra en buen estado y fácil de limpiar		X
11	Material del techo de la bodega almacenadora:		
	Terraza	X	
	Lámina		
	Cielo falso		
12	El techo se encuentra en buen estado y libre de humedad		X
13	La bodega cuenta con el tamaño adecuado, y diseño para facilitar limpieza		X
14	Las lámparas están cubiertas con protector		X
15	Existen tarimas para evitar la colocación del alimento directo al piso	X	
16	Bodegas con ventilación adecuada		X
17	La bodega posee ventanas y estas poseen cedazo para la protección contra plagas		X
18	Los alrededores de las bodegas se encuentran limpios	X	
19	El control humedad y temperatura es constante		X
20	Los servicios sanitarios se encuentran lejos del área de almacenamiento	X	
21	Los servicios sanitarios se encuentran limpios y poseen el equipo adecuado para el correcto lavado de manos	X	
22	La basura y desperdicios se desechan adecuadamente	X	
23	Los recipientes de basura están claramente identificados		X
24	El equipo a utilizar se mantiene limpio	X	
25	La empresa cuenta con un programa de control de plagas		X
26	Las trampas están identificadas		X
27	Existen registros de temperaturas y humedad relativa		X
28	La bodega posee cuarto frío	X	

Fuente: elaboración propia, 2016.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 18A. Inspección a bodegas almacenadoras: A. Almacenamiento de otros productos ajenos al arroz. B. Lámparas no cubiertas. C. Cajas vacías y material de empaque en el área del almacenamiento de arroz. D. Trampas no identificadas.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 19A. Condiciones de las bodegas almacenadoras: A. El producto debe estar separado de los alrededores. B. Costales colocados sin tarima. C. Áreas descubiertas donde pueden ingresar plagas. D. Techo de lámina. E. Recipiente de basura sin identificar. F. Trampa sin identificar.



3

CAPÍTULO III

SERVICIOS PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL, DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES -VISAR- DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- CENTRAL

3.1 PRESENTACIÓN

El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –VISAR- pertenece al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- y a través de la Dirección de Inocuidad se encarga de velar por la inocuidad de los alimentos.

La Dirección de Inocuidad cuenta con el Departamento de Productos de Origen Vegetal quien es el responsable de velar por la inocuidad de los alimentos no procesados de origen vegetal como frutas, hortalizas, granos, especias, semillas y tubérculos para consumo humano; además de controlar, vigilar y supervisar la inocuidad de los alimentos producidos en territorio nacional e internacional a través de auditorías a establecimientos en donde se realice la producción, manipulación, transformación, acopio, empaque, almacenamiento y transporte de los alimentos de origen vegetal, cumpliendo con los requerimientos de infraestructura, prácticas apropiadas higiénico-sanitarias y de operación establecidas, las cuales si cumplen con todas las normas de inocuidad se les extiende una Licencia Sanitaria de Funcionamiento (establecimientos) y Licencia Sanitaria de Transporte (vehículos) la cual garantiza que tanto las empresas como los vehículos ofrecen productos inocuos y aptos para el consumo humano.

Este Departamento es el encargado de extender los permisos de importación a las empresas que cuentan con una Licencia Sanitaria de Funcionamiento vigente, los permisos que se emiten son para productos de origen vegetal como: hortalizas, frutas (frescas y secas), especias, semillas, tubérculos y granos, la papelería a presentar para obtener dichos permisos es: facturas comerciales, certificados de origen, certificado fitosanitario, análisis microbiológico de E. coli y Salmonella para frutas y hortalizas de alto riesgo (champiñones, uvas, ciruelas, rosa de Jamaica) y análisis de Micotoxinas (Aflatoxinas y Ocratoxinas) para granos y cereales (maíz, arroz, maní, avena, ajonjolí).

Las actividades que se realizaron como apoyo en el Departamento de Productos de Origen Vegetal durante el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de febrero a noviembre, fueron: la emisión de Licencia Sanitaria de Funcionamiento, Licencia Sanitaria de Transporte y Permisos de Importación.

3.2 SERVICIO 1. EMISIÓN DE LICENCIAS SANITARIAS DE FUNCIONAMIENTO - LSF- CON BASE A INSPECCIONES A ESTABLECIMIENTOS QUE MANIPULEN PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL NO PROCESADOS

3.2.1 Objetivos

A. General

Emitir las Licencias Sanitarias de Funcionamiento –LSF-, realizadas a través de inspecciones a los establecimientos que producen, manipulan, empaacan y almacenan alimentos no procesados de origen vegetal por parte del Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal.

B. Específicos

1. Realizar las inspecciones a establecimientos de alimentos de Origen Vegetal para emitir las Licencias Sanitaria de Funcionamiento.
2. Informar a los establecimientos de alimentos de origen vegetal sobre la aprobación o el rechazo de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento.

3.2.2 Metodología

Para la emisión de Licencias Sanitarias de Funcionamiento se utilizó la siguiente metodología:

- a) Las empresas que solicitan una Licencia Sanitaria de Funcionamiento deben presentar el formulario de solicitud y adjuntar la papelería según el Capítulo IV, Artículo 8, Incisos a y b del Acuerdo gubernativo 72-2003. Las empresas deben pagar \$31.25 de dólar en una agencia Banrural y el comprobante de pago deben adjuntarlo al expediente y entregarlo en la ventanilla de la Oficina al Usuario (OSU).
- b) Los expedientes son trasladados al Departamento de Inocuidad Vegetal donde el Jefe del Departamento asigna a un ingeniero para realizar la inspección higiénico-sanitario a

la empresa, se procede a coordinar el día y la hora con el personal de la empresa para realizar la inspección.

- c) Se realizaron inspecciones y/o auditorías a las plantas empacadoras, almacenadoras o unidades de producción; en base a una lista de cotejo se verificaba que cumplan con las Buenas Prácticas de Manufactura (Plantas empacadoras y Almacenadoras) y Buenas Prácticas Agrícolas (Unidades de Producción).

- d) Las inspecciones consistían en realizar un recorrido y observación de todas las áreas involucradas en la transformación u almacenamiento del producto:
 - 1. Planta empacadora.

 - 2. Bodegas de almacenamiento (materia prima, producto terminado, material de empaque, utensilios de limpieza, desinfectantes y sanitizantes).

 - 3. Alrededores (parqueos y jardines), además se cuenta con una lista de cotejo que sirve de apoyo para la confirmación del cumplimiento de los requisitos mínimos que garanticen la inocuidad de los alimentos.

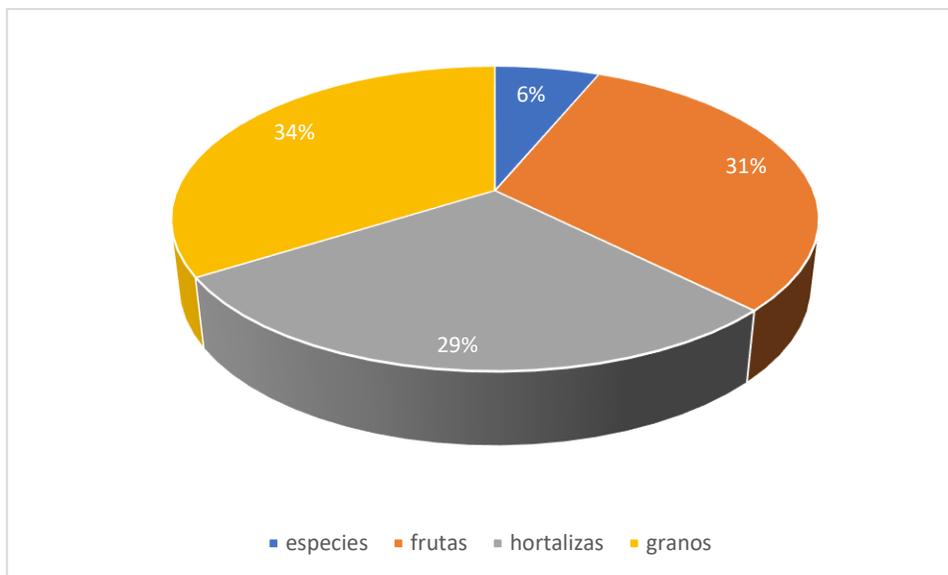
 - 4. Registros de actividades (actividades de limpieza, control de enfermedades de los trabajadores, controles de temperaturas de cuartos fríos, control de plagas, tarjetas de salud de los trabajadores).

- e) En las oficinas del Departamento de Productos de Origen Vegetal se obtenía la ponderación para posteriormente proporcionar el dictamen (aprobación o rechazo según sea el caso). Si en caso no se cumplían con los requisitos mínimos se procedía a generar una boleta de rechazo y se le informaba a la empresa que debía corregir las observaciones dejadas por el técnico y se le fijaba un plazo de 15 días a 1 mes, si no se realizaban las correcciones se procedía a rechazar el expediente. En los casos que cumplían con los requisitos mínimos se procedía a generar la Licencia Sanitaria de

Funcionamiento -LSF-, esta licencia debía llevar la firma del Jefe del Departamento y del Director de Inocuidad. Para ambos casos se procedía a utilizar el sistema informático de inocuidad. Se le notificaba a la empresa u organización vía telefónica o por correo electrónico sobre el resultado de la inspección.

3.2.3 Resultados

Las Licencias Sanitarias de Funcionamiento -LSF- emitidas en el periodo de febrero a noviembre de 2016 fueron 112, de las cuales 7 son de especies, 35 fueron licencias de frutas, 32 son de hortalizas, 38 son de granos básicos



Fuente: elaboración propia

Figura 20. Licencias Sanitarias de Funcionamiento -LSF- emitidas en el periodo de febrero a noviembre de 2016.

Finalizada la inspección correspondiente de la planta empacadora, bodegas, alrededores y revisión de las actividades que realizan, se elaboraba un dictamen el cual era compartido con las empresas y en el figuraba si era aprobada la licencia o si por el contrario aun debían enmendar o corregir algunas prácticas para poder volver a postularse para ser poseedores de la licencia.

3.2.4 Evaluación del servicio

Se pudo agilizar y disminuir el tiempo de espera para la realización de las inspecciones, así como de recibir el dictamen con la respuesta de aprobación o rechazo de la licencia solicitada; el departamento necesita de una agenda electrónica para poder dar cumplimiento a todas las solicitudes con mayor orden y eficiencia, además de más personal que permita agilizar el servicio de emisión de licencias sanitarias.

3.3 SERVICIO 2. EMISION DE PERMISOS DE IMPORTACION DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL NO PROCESADOS

3.3.1 Objetivos

A. General

Emitir los permisos de importación de vegetales no procesados en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal

B. Específicos

1. Verificar que la empresa que importa productos de origen vegetal cuente con la Licencia de Funcionamiento vigente.
2. Revisar que toda la papelería del expediente esté completa y con sus respectivos análisis de laboratorio.

3.3.2 Metodología

Para la emisión de permisos de importación de productos de origen vegetal se utilizó la siguiente metodología:

- a. Para solicitar un permiso de importación las empresas deben de llenar el formulario correspondiente y adjuntar la siguiente papelería: solicitud de importación,

certificado de origen, factura comercial, análisis de contaminantes microbiológicos (Salmonella, E. coli), certificado fitosanitario, análisis de laboratorio de Aflatoxinas y Ocratoxinas para granos.

- b. Se debe pagar en la agencia de Banrural \$31.25 de dólar y la boleta se debe adjuntar al expediente y dejarlo en la Ventanilla de la Oficina al Usuario (OSU).
- c. La papelería es trasladada a la oficina del Departamento de Inocuidad Vegetal donde el ingeniero a cargo revisa que la empresa tenga Licencia de Funcionamiento vigente y que la papelería este completa y que cumpla con todo lo que se le solicita dependiendo del producto vegetal a importar.
- d. Si la papelería está completa y cumple con todos los requisitos se emite el permiso de importación, de lo contrario la papelería se rechaza y el representante de la empresa debe completar los requisitos que se le soliciten para luego ingresar el expediente.

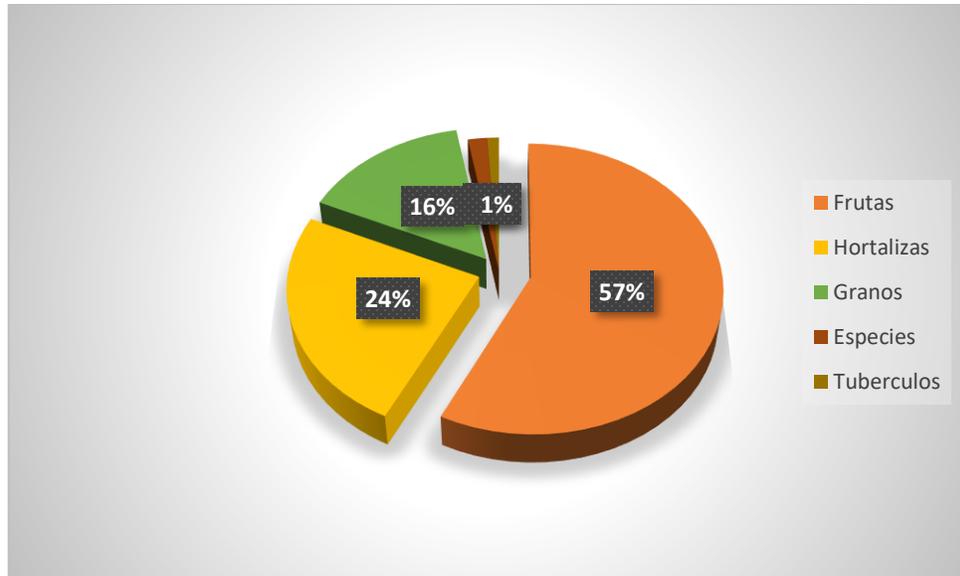
3.3.3 Resultados

En el periodo de febrero a noviembre de 2016 se emitieron 3,517 permisos de importación los cuales se desglosan de la siguiente manera:

Cuadro 17. Permisos emitidos de febrero a noviembre de 2016.

CATEGORÍAS	UNIDADES
Frutas	2018
Hortalizas	858
Granos	542
Especies	61
Tubérculos	38
TOTAL	3517

Fuente: Elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura 21. Porcentaje permisos emitidos por material vegetal inspeccionado.

En cuanto a la revisión de la papelería esta tuvo que ser verificada por los encargados del Departamento de Inocuidad Vegetal y habiendo sido aprobada, se procede a extender el permiso de importación.

3.3.4 Evaluación del servicio

Se dio apoyo en la revisión de papelería y verificó que cumpliera con los requisitos previstos por el Departamento de Inocuidad Vegetal, para luego pasar el reporte y que el ingeniero encargado pudiera verificarla y emitir las licencias respectivas únicamente de las empresas que cumplían requisitos, lo que ahorro tiempo. Se emitieron 3,517 permisos de febrero a noviembre de 2016.

3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Unidad de Normas y Regulaciones, GT. (2004). 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 subproductos (en línea). Guatemala. Consultado 18 mar de 2016. Disponible en http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/pdfs/72-%202003.pdf
2. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR). Departamento de Fortalecimiento y Modernización Institucional/DIPLAN. Manual de Organización y Funciones Nueva Estructura. Oficina de Control de áreas de reserva del estado -OCRET-. (en línea). Consultado el 21/ de nov de 2016. Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/pdf/uip/enero13/6/manual_visar.pdf



TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC
REVISIÓN

Polando Ramos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES - IIA -



REF. Sem. 73/2019

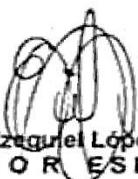
EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*) IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS DE ALMACENAMIENTO DE EMPRESAS IMPORTADORAS, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: CINTHIA CLAUDETTE HURTADO MORENO

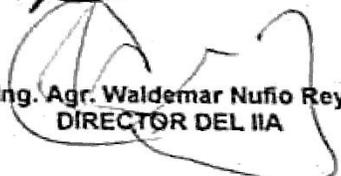
CARNE: 199811467

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan José Castillo
Dr. Ezequiel López
Ing. Agr. Luis Montes

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Dr. Ezequiel López
ASESOR ESPECIFICO


Ing. Agr. Luis Montes
DOCENTE-ASESOR EPS


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA –EPS-



Ref. SAIEPSA.14.2021

Guatemala, 19 marzo de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*) IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS DE EMPRESAS IMPORTADORAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL, DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES -VISAR- DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- GUATEMALA, C.A,

ESTUDIANTE: CINTHIA CLAUDETTE HURTADO MORENO

No. CARNÉ 199811467

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*) IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS, DE ALMACENAMIENTO DE EMPRESAS IMPORTADORAS, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan José Castillo
Dr. Ezequiel López
Ing. Agr. Luis Rodolfo Montes Osorio

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”

Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS



cc.archivo
PPR/azud



No. 26.2021

Trabajo de Graduación: "DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS B1, B2, G1 Y G2 EN ARROZ (*Oriza sativa*) IMPORTADO Y ALMACENADO EN BODEGAS DE EMPRESAS IMPORTADORAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL, DE LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD DEL VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES -VISAR- DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA-GUATEMALA, C.A. "

Estudiante: Cinthia Claudette Hurtado Reyes

Carné: 199811467

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

