

CRIA Oriente

Cadena Maíz

**PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN GRANOS DE MAÍZ (Zea mays L.)
PRODUCIDOS Y CONSUMIDOS POR LAS FAMILIAS DE CUATRO MUNICIPIOS DE
LA REGIÓN CH'ORTI' DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

Servio Darío Villela Morataya

Byron Vinicio Díaz Morales

Edgar Hugo Rodas España

Chiquimula, septiembre de 2018

“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. MARCO TEÓRICO.	10
3.1. Micotoxinas	10
3.1.1. Micotoxinas de importancia mundial	10
3.1.2. Clasificación:	11
3.2. Factores que interfieren en la producción de micotoxinas:	15
3.2.1. Factores biológicos:	16
3.2.2. Factores físicos:	16
3.2.3. Almacenamiento:	16
3.2.4. Procesamiento y distribución:	16
3.3. Efectos de las Micotoxinas en la salud animal	17
3.4. Naturaleza de las micotoxinas	18
3.5. Factores que tienen influencia sobre la toxicidad de las micotoxinas	19
3.5.1. Efectos de la contaminación por Aflatoxinas B1:	19
3.6. Micotoxinas y las malformaciones congénitas en Guatemala	20
3.7. Límites a nivel mundial para las aflatoxinas	23
3.8. Límites en Guatemala para micotoxinas:	24
4. OBJETIVOS	25
4.1. Objetivo General	25
4.2. Objetivos Específicos	25
5. HIPÓTESIS	25
6. METODOLOGÍA:	25
6.1. Diseño de la investigación	25

6.1.1. Población de estudio	25
6.1.2. Muestra de estudio	26
6.1.3. Recolección de muestras	28
6.1.4. Procesamiento de los datos y manejo de la muestras	30
7. RESULTADOS	31
7.1. Selección de agricultores	31
7.2. Caracterización del sistema productivo del cultivo de maíz	31
7.2.1. Producción	33
7.2.2. Manejo postcosecha	34
7.2.3. Almacenamiento del grano de maíz	35
7.2.4. Presencia de plagas y enfermedades en postcosecha	36
7.2.5. Caracterización del proceso de nixtamalización	37
7.3. Presencia de micotoxinas en muestras de grano de maíz	38
7.3.1. Presencia de micotoxinas en etapa de tapisca	38
7.3.2. Presencia de micotoxinas en etapa de almacenamiento	42
7.3.3. Presencia de micotoxinas en etapa de consumo	46
7.4. Niveles de micotoxinas presentes en la producción, almacenamiento y consumo de maíz	50
7.5. Lineamientos generales para minimizar el efecto de las micotoxinas sobre la salud de las familias	52
7.5.1. Prevención en la producción a campo	52
7.5.2. Prevención durante la cosecha	54
7.5.3. Prevención durante el almacenamiento	55
8. DISCUSIÓN	57
9. CONCLUSIONES	62
10. RECOMENDACIONES	63
11. BIBLIOGRAFÍA	64
12. ANEXOS	70

PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN GRANOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PRODUCIDOS Y CONSUMIDOS POR LAS FAMILIAS DE CUATRO MUNICIPIOS DE LA REGIÓN CH'ORTI' DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

1. **Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya**
2. **Ing. Agr. Byron Vinicio Díaz Morales**
3. **Edgar Hugo Rodas España**

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se realizó la determinación cualitativa y cuantitativa de la presencia de micotoxinas (Aflatoxinas, Fumonisin, Ocratoxinas A y Deoxinivalenol) en granos de maíz producidos y consumidos en diferentes localidades de los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita del departamento de Chiquimula.

Para el análisis de la presencia de micotoxinas, las muestras de maíz tomadas en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita fueron de 25, 35 y 36 respectivamente (Olopa se descartó debido a la pérdida que tuvieron los productores en la cosecha provocada por el excesivo invierno), en total fueron tomadas 96 muestras en tres etapas (288 en total): tapisca (noviembre y diciembre), almacenamiento (febrero y marzo) y consumo (abril), asumiendo un nivel de confianza del 95%. Cada muestra de maíz estaba conformada por 10 mazorcas o bien tres libras de maíz.

En la etapa de tapisca se realizaron dos líneas de caminamiento paralelas al terreno, con el propósito de obtener una muestra homogénea. En la segunda etapa, las muestras se recolectaron dos o tres meses después del almacenamiento en los hogares de las familias que facilitaron la muestra en la primera y última etapa, que debía ser de maíz cocido en grano (nixtamalización), recolectando el maíz de la parte alta, media y baja de los costales o graneros.

Del total de las 96 muestras por etapa (288 en total) tomadas en los tres municipios, el 100% resultaron positivas para las micotoxinas en estudio. Es importante mencionar que

1. Investigador Principal
2. Investigador Asociado
3. Investigador Auxiliar

las muestras analizadas no corresponden a un muestreo sistemático, ni a un control permanente de la calidad de grano producido en la región, sino al contrario, corresponde a un muestreo puntual tomado de la producción de grano durante el año 2017.

De la producción total de maíz se obtuvo que el 70.83% de los productores destina la totalidad de su producción para el consumo familiar y el 29.17% para la venta y consumo, esto es de suma importancia debido a que los resultados del estudio muestran que el 100% de las muestras tomadas estaban contaminadas con aflatoxinas, Ocratoxinas, Fumonisinias y Deoxinivalenol.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz constituye una de las principales fuentes de alimentación básica para la población guatemalteca. Aporta aproximadamente 45% de las calorías de la dieta diaria per cápita y su cultivo ocupa en importancia el primer lugar entre los granos básicos. Entre otros usos también es de importancia en la alimentación animal, para la elaboración de concentrados y para la extracción de aceite, que es de excelente calidad (Torres O.R. 2012).

Tomando en cuenta la importancia que tiene el maíz en la dieta alimenticia y la susceptibilidad que tiene para contaminarse es necesario realizar un diagnóstico para determinar la presencia de micotoxinas que según una definición reciente de Pitt (1996), las micotoxinas son metabolitos fúngicos cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales (sin excluir aves) y personas.

Se considera que alrededor del 25% de las cosechas anuales están contaminadas con algún tipo de micotoxinas y que esos valores pueden ser aún mayores, del orden del 80% e incluso del 100%, y corresponden a aquellas regiones cuyos cultivos estuvieron sometidos a condiciones de estrés hídrico, ataque de insectos o fueron cosechados y/o almacenados en condiciones inapropiadas (Romagnoli M.S. 2009)

Los principales hongos productores de micotoxinas corresponden a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Cada uno de estos géneros puede generar diferentes tipos de micotoxina que se desarrollan en los productos agrícolas tales como granos, harinas, alimentos procesados, etc. En los últimos años se ha tomado conciencia del impacto social y económico que representan los efectos nocivos de estas toxinas. Actualmente se han descrito alrededor de 400 micotoxinas y solo unas pocas reciben atención especial por su amenaza para la salud animal o humana. Las principales micotoxinas son: Aflatoxinas, Ocratoxinas, Tricotecenos, Fumonisinias, Zearalenona y alcaloides ergóticos (Gómez Grijalva L.A. 2009).

Las aflatoxinas, por ejemplo, son producidas por algunas especies y cepas de hongos del género *Aspergillus*. Este hongo puede invadir alimentos como nueces y cacahuates. El hongo *Aspergillus flavus* también puede afectar al cultivo del maíz, entrando por los estigmas o por heridas causadas por insectos, formando un micelio (moho) de color verde-oliva.

La importancia que representa el maíz para los productores de la región Ch'orti' dentro de los granos básicos es indudable, desde distintos puntos de vista, por tener altas implicaciones en el contexto agrosocioeconómico, principalmente para garantizar la seguridad alimentaria y la sobrevivencia.

Es por ello que en la presente investigación se realizará un muestreo de los granos de maíz cosechado y almacenado, con el fin de evaluar la cantidad de aflatoxinas que el agricultor y su familia están ingiriendo en su alimentación sin darse cuenta de las consecuencias que provoca dicha toxina.

2. JUSTIFICACIÓN

En América Latina, los granos constituyen un componente básico en la dieta alimentaria de la mayoría de sus habitantes. Los granos mayormente cultivados en estos países son: maíz, sorgo, frijoles, arroz y soya. Estos granos son la fuente principal de alimento de la población debido la mayoría de esta no tiene acceso a otros productos alimenticios (Abastida Ulloa J.A. 1999).

En Centro América, la dieta de un alto porcentaje de la población está basada en el consumo principalmente de dos granos básicos: el maíz y el frijol. El maíz en Guatemala es utilizado principalmente para la alimentación humana, la proporción destinada para alimentación animal es muy baja.

Solo 169 mil 500 productores de granos básicos del país (el 15 por ciento de un millón 130 mil) saben cómo almacenar el maíz para evitar que se contamine y adquiera toxinas perjudiciales para la salud, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Entre esas toxinas figura la aflatoxina, que al consumirse de manera frecuente es inhibidora del crecimiento y causa daños hepáticos (Orozco A. 2014).

Rolando Ochoa, jefe del Departamento de Almacenamiento de Alimentos, del Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional del Maga, afirmó que entre las causas de contaminación del grano están las malas prácticas culturales, el secado retardado y la inadecuada ventilación (Orozco A. 2014).

La aflotoxina, presente en el maíz cuando no se le ha dado buen tratamiento después de la cosecha, es una de las causas de la desnutrición crónica en el país, ya que es un inhibidor del crecimiento, además de producir cáncer hepático y cirrosis (Orozco A. 2014).

Debido a que el agricultor para la labor de siembra, cosecha y almacenamiento del grano de maíz se basa en las costumbres y las tradiciones heredadas por sus antepasados, sin embargo, no tiene idea que el junto a su familia pueden estar consumiendo granos infectados con toxinas y que sobrepasando la dosis mínima

1. Investigador Principal
2. Investigador Asociado
3. Investigador Auxiliar

permisible puede causar daños irreparables en sus sistemas.

Tomando en cuenta la anterior se hace necesario realizar un diagnóstico de la calidad del grano de maíz que se consume en el corredor seco del oriente de Guatemala, para determinar si existe contaminación por aflatoxinas que ponga en riesgo a la población y generar un plan de manejo para su prevención.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1. Micotoxinas:

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

Las micotoxinas son productos resultantes del metabolismo secundario de los hongos, pueden desencadenar cuadros graves de toxicidad cuando las condiciones medioambientales son favorables para su producción por lo que es muy importante su prevención. Las Micotoxinas más importantes desde el punto de vista agroalimentario son las Aflatoxinas, Fumonisin, Ocratoxinas A, Patoina, Tricocenteno y Zearalenona. Las especies de los géneros más frecuentes son *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* (Salazar Juárez L.F. 2008).

3.1.1. Micotoxinas de importancia mundial

En el Cuadro 1, se muestran los mohos y micotoxinas considerados actualmente de importancia mundial (Miller, 1994).

Cuadro 1. Principales mohos y micotoxinas de importancia mundial.

Especie de moho	Micotoxinas producidas
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxinas B ₁ y B ₂
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	Toxina T-2
<i>Fusarium graminearum</i>	Desoxinivalenol (o nivalenol) Zearalenona
<i>Fusarium moniliforme (F. verticillioides)</i>	Fumonisina B ₁
<i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratoxina A
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ocratoxina A

Fuente: Miller (1994)

3.1.2. Clasificación:

a. Aflatoxinas:

El término "aflatoxinas" fue acuñado a comienzos del decenio de 1960, cuando miles de pavos, patos y otros animales domésticos murieron a causa de una enfermedad (conocida como "enfermedad X de los pavos") que se atribuyó a la presencia de toxinas de *A. flavus* en harina de maní importada de Sudamérica (FAO 2003).

Los mohos productores de aflatoxinas están muy extendidos por todo el mundo, en climas templados, subtropicales y tropicales, y pueden producir aflatoxinas, tanto antes como después de la cosecha, en numerosos alimentos y piensos, especialmente semillas oleaginosas, nueces comestibles y cereales (FAO 2003).

Las aflatoxinas son producidas por los hongos ***Aspergillus flavus* y *parasiticus***. Se ha notificado que *A. flavus* puede proliferar a temperaturas de 10 a 43°C. La tasa de crecimiento óptima, hasta 25 mm al día, se produce a una temperatura ligeramente superior a 30°C. *A. flavus* produce aflatoxinas en el intervalo de temperaturas de al menos 15 a 37°C. No es posible especificar una temperatura óptima para la producción de toxinas, aunque se ha notificado que entre 20 y 30°C la producción es considerablemente mayor que a temperaturas más altas y más bajas. (FAO, 2003)

Existen seis fracciones: B1, B2, G1, G2, M1 y M2, donde la B1 en condiciones naturales, es la que se encuentra en mayor proporción, siendo la más tóxica y carcinógena, el daño característico ocurre en el hígado (Salazar Juárez L.F. 2008).

El grado de toxicidad y carcinogenicidad de las aflatoxinas sigue el orden

B1 > G1 > B2 > G2 >

En la especie humana, las aflatoxinas son probablemente responsables de múltiples episodios de intoxicaciones masivas, con producción de hepatitis aguda, en distintas zonas de la India, Sudeste Asiático y África tropical y ecuatorial, y un factor de agravamiento de enfermedades producidas por la malnutrición, como el kwashiorkor (malnutrición proteica en niños). También son responsables muy probablemente, combinadas con otros factores, de la elevada tasa de cáncer hepático observado en algunas de esas zonas. Desde 1988, la OMS (Organización Mundial de la Salud) considera a la aflatoxina B₁ como un carcinógeno para el hombre (Salazar Juárez L.F. 2008).

Las aflatoxinas resisten los tratamientos habituales de los alimentos. Solamente el tostado de los frutos secos las destruye en una pequeña parte. Para eliminarlas son necesarios tratamientos muy drásticos, con amoníaco o hipoclorito, no utilizables con alimentos para uso humano (Salazar Juárez L.F. 2008).

Efectos de la contaminación por Aflatoxinas B1:

Los mayores niveles de contaminación por aflatoxinas B1 se han registrado en semillas de algodón y maíz, cacahuetes, nueces, avellanas y otros frutos secos. En cereales como el trigo, arroz, centeno o cebada la presencia de estos tóxicos suele ser menor (Salazar Juárez L.F. 2008).

Los efectos nocivos de la intoxicación por aflatoxinas en los animales (y presumiblemente en humanos) ha sido clasificada en dos formas generales:

- Se produce la aflatoxicosis aguda cuando se consumen niveles medios a altos de aflatoxinas. Los efectos de esta intoxicación pueden incluir hemorragia, daño agudo del hígado, el edema, la alteración en la digestión, la absorción y/o el metabolismo de alimentos, y posiblemente la muerte (Salazar Juárez L.F. 2008).
- La aflatoxicosis crónica resulta del consumo de niveles bajos a moderados de aflatoxinas. Los efectos son generalmente subclínicos y difíciles de reconocer. Algunos de los síntomas comunes son la deteriorada absorción de los alimentos e índices de crecimiento más lento (Salazar Juárez L.F. 2008).

b. Ocratoxinas:

Producidas principalmente por *Penicillium viridicatum*, *P. cyclopium* y *Aspergillus ochraceous*. Son derivados del 3-4-dihidrometil-isocumarin unido con un enlace amido a un grupo amino de la l-b-fenilalanina y se designan A, B, C y D. La Ocratoxina A (OTA) es la más común, la más tóxica y relativamente estable. Las OT son neurotóxicas, nefrotóxicas, inmunotóxicas, carcinogénicas y teratogénicas. Tienen un efecto hemorrágico y congestivo. Alteran el metabolismo de los hidratos de carbono, provocando una acumulación de glucógeno en el hígado (Gómez Grijalva L.A. 2009).

c. Fuminosinas:

Las fumonisinas son un grupo de micotoxinas caracterizado recientemente producidas por *F. moniliforme*, un moho presente en todo el mundo y que se encuentra con frecuencia en el maíz (IARC, 1993d). Se ha comunicado la presencia de fumonisina B1 en maíz (y sus productos) en diversas regiones agroclimáticas de países como los Estados Unidos, Canadá, Uruguay, Brasil, Sudáfrica, Austria, Italia y Francia. La producción de toxinas es particularmente frecuente cuando el maíz se cultiva en condiciones calurosas y secas (FAO 2003).

La actividad de agua mínima para el crecimiento de *F. moniliforme* es 0,87; el límite máximo registrado es superior a 0,99. Las temperaturas de crecimiento mínima, óptima y máxima son 2,5 a 5,0, 22,5 a 27,5 y 32,0 a 37,0°C, respectivamente. No existe información sobre las condiciones necesarias para la producción de fumonisina B1 (FAO 2003).

Son producidas por *Alternaria*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum* y otras especies cuando crecen en gramíneas y granos. Tienen importancia toxicológica las FB1 y FB2. Las FB3, FB4, FA1 y FA2 aparecen en concentraciones muy bajas y son menos tóxicas. Estas micotoxinas inhiben la síntesis de esfingolípidos (Gómez Grijalva L.A. 2009).

Las FB1 y FB2 se han ligado al cáncer del esófago en humanos. En animales los principales síndromes que causan son: neurotóxicos (leucoencefalomalacia); nefrotóxicos, edema pulmonar y cerebral; hepatotóxicos y lesiones cardíacas. Los órganos afectados son: cerebro, pulmón, hígado, riñón y corazón (Gómez Grijalva L.A. 2009).

Así mismo se investiga, la relación entre el consumo alto de tortillas, “pues en estas se ha encontrado la micotoxina fumonicina, presente en el maíz, la cual inhibe el ácido fólico, lo que provoca deficiencias de folatos, y estos a su vez, generan anomalías en el tubo neural, sobre todo, espina bífida (González, 2017)

d. Vomitoxina o Deoxinivalenol

El deoxinivalenol es una micotoxina producida por dos hongos del género *Fusarium*:

- *Fusarium graminearum*, que prevalece en áreas templadas y húmedas de cultivo, creciendo a una temperatura óptima de 25°C y humedad relativa mayor al 88%.

- *Fusarium culmorum* en aquellas áreas con condiciones ambientales frías y húmedas, creciendo a una temperatura óptima de 21°C y humedad relativa mayor al 87%. El deoxinivalenol se considera una típica “micotoxina de campo”, formándose principalmente en el cultivo de cereales (principalmente, trigo y maíz), aunque, también puede formarse durante la recolección, transporte, almacenamiento y secado por inadecuadas prácticas de higiene y manipulación de los cereales.

Las condiciones climáticas durante el crecimiento de la planta, en particular en el momento de la floración, tienen una gran influencia en la producción de micotoxinas por los hongos *Fusarium*. Asimismo, los daños físicos a las cosechas (por golpes, ataques de insectos, roedores, aves, etc.) favorecen la proliferación de hongos y su consecuente producción de micotoxinas, como el deoxinivalenol. Particularmente, el deoxinivalenol es una micotoxina termoestable (hasta 180°C) persistiendo durante el procesado de los alimentos.

3.2. Factores que interfieren en la producción de micotoxinas:

El crecimiento fúngico y la formación de micotoxinas depende de una serie de factores como humedad, temperatura, presencia de Oxígeno, tiempo para el crecimiento fúngico, constitución del sustrato, lesiones en la integridad del grano causados por insectos, el daño mecánico/térmico, cantidad de inóculo del hongo entre las cepas de hongos, así como la interacción/competición (Mallmann C.A., Hummes Rauber R., Giacomini L. s.f.).

Las características genéticas representan un factor cada vez más decisivo en la solución del problema. Esta gama de factores demuestra que el control de los mismos, en el sentido de la prevención, muchas veces se vuelve muy difícil en nuestras condiciones tropicales (Mallmann C.A., Hummes Rauber R., Giacomini L. s.f.).

Son muchos los factores que intervienen en el proceso de proliferación fúngica y de la contaminación con micotoxinas. Entre los principales factores tenemos:

3.2.1. Factores biológicos:

Son aquellas cosechas compatibles y susceptibles al desarrollo de hongos, los cuales son capaces de producir micotoxinas (Salazar Juárez L.F. 2008).

3.2.2. Factores físicos:

Tienen influencia en el desarrollo de Micotoxinas como la humedad, temperatura (En general, la producción es máxima entre los 24° C y los 28° C, que corresponden a temperaturas ambiente tropicales) y los daños ocasionados por los insectos y pájaros (Salazar Juárez L.F. 2008).

3.2.3. Almacenamiento:

Se deben considerar varios factores como la infraestructura, temperatura ambiental, humedad, ventilación, condensación, presencia de insectos o plagas, limpieza, tiempo de almacenaje, detección y movimiento (Salazar Juárez L.F. 2008).

3.2.4. Procesamiento y distribución:

Procesos de removimiento de cáscaras y aceites, condiciones de humedad en el proceso de peletizado, empaque adecuado y pruebas de determinación de presencia de Micotoxinas, factor importantísimo para el adecuado control de los niveles de Micotoxinas, es el muestreo en los embarques y el análisis de las muestras, siendo los principales puntos críticos en el proceso de la recepción del grano (Salazar Juárez L.F. 2008).

Cuadro 2. Afecciones en el hombre provocadas por la ingestión de micotoxinas.

MICOTOXINAS	AFECCIONES
Aflatoxinas B1	Inducción de cáncer hepático, se excretada por leche como aflatoxina M1, pasa al feto.
Aflatoxinas M1	Inducción de cáncer hepático, excretada en leche materna, pasa al feto.
Desoxinivalenol	Diarrea, náuseas, vómitos, cefalalgia, dolor abdominal, anorexia, escalofríos, convulsiones, vértigo; inmunotoxicidad.
Fumonisin	Lesiones precancerosas en esófago.
Ocratoxina A	Nefropatía endémica de los Balcanes, Túnez y Escandinavia; excreción por leche materna, pasa al feto; tumores en tracto urinario.

Fuente: Carrillo L. y Audisio M.C. 2007

3.3. Efectos de las Micotoxinas en la salud animal

Aflatoxinas: son responsables de brotes agudos esporádicos que representan una alta mortalidad. Son sustancias hepatotóxicas, carcinogénicas, teratogénicas y mutagénicas.

Fumonisin: se conoce su efecto desde hace 100 años atrás, las cuales están implicadas en variados procesos patológicos que afectan a los animales.

Oerotoxina A: Comprende el grupo de las Micotoxinas más estudiadas después de las Aflatoxinas por su marcado carácter nefrótico, son producidas por especies de la sección *circumdanti*, género *Aspergillus*, tales como: *Aspergillus*

oachraceus, *Aspergillus allaceus* y del género *Penicillium*: *P. vericatum*, *P. vercason*, *P. ciclapium*.

Flavomicinas: Son consideradas como una nueva clase de Micotoxinas estructuralmente relacionadas, caracterizadas a partir del cultivo del maíz (*Fusarium moliniforme*). La Fumonisina B es la responsable de la Leucoencefalomalacia equina y el Edema Pulmonar Porcino. También se ha reportado su capacidad hepatotóxica, hepatocancerígenas en ratas y estadísticamente se ha relacionado su presencia con la prevalencia del cáncer en el esófago.

Cuadro 3. Micotoxinas identificadas en los ingredientes alimenticios

Micotoxina	Hongo	Granos
Aflatoxina	<i>Aspergillus</i>	Maiz
Ocratoxina	<i>Aspergillus</i>	Maiz, Trigo y Arroz
	<i>Penicillium</i>	Arroz
Deoxinivalenol (DON)	<i>Fusarium</i>	Maiz, Trigo y Arroz
Zearalenona (F-11)	<i>Fusarium</i>	Maiz, Trigo
Fumonisina	<i>Fusarium</i>	Maiz

Fuente: Salazar Juárez, L.F. 2008

3.4. Naturaleza de las micotoxinas

Los efectos de las micotoxinas son conocidos por el hombre desde hace muchos años. En Europa, durante la edad media, se presentaron epidemias que causaron la muerte a miles de personas. La causa de estas epidemias fue el ergotismo, micoticoxiosis originada por el moho *Claviceps purpurea*. Sin embargo, es a principio de la década de los 60 cuando en Gran Bretaña ocurren una serie de eventos que llevaron al descubrimiento de las aflatoxinas (Requena F., Saume E. y León A. 2005).

Para esa fecha, un brote de una rara enfermedad de etiología desconocida causó la muerte de miles de bovinos, ovinos, pollos y pavos. Por ser esta la especie en la cual se observó por primera vez la enfermedad fue denominada "Enfermedad X de los Pavos". Científicos de la época concluyeron que la causa estaba asociada al alimento, específicamente a una harina de maní importada del Brasil (Requena F., Saume E. y León A. 2005).

De allí, se logró aislar una sustancia producto del crecimiento de un hongo que al ser suministrada a animales sanos produjo una sintomatología, compatible con la desconocida enfermedad, demostrándose que dicha sustancia había sido producida por una cepa de *Aspergillus flavus* de donde derivó su nombre: Aflatoxinas (Requena F., Saume E. y León A. 2005).

3.5. Factores que tienen influencia sobre la toxicidad de las micotoxinas

Los principales factores que tienen influencia sobre la toxicidad de las micotoxinas tanto en humanos como en animales, según Requena, Saume y Leon (2005) son:

- La biodisponibilidad y toxicidad de la micotoxina
- Los sinergismos entre ellas
- La cantidad de micotoxina ingerida diariamente en función de la concentración de micotoxina y de la cantidad de alimento ingerido
- La continuidad o intermitencia de ingestión del alimento contaminado
- El peso del individuo y el estado fisiológico y de salud de éste
- La edad del individuo.

3.5.1. Efectos de la contaminación por Aflatoxinas B1:

Los mayores niveles de contaminación por aflatoxinas B1 se han registrado en semillas de algodón y maíz, cacahuetes, nueces, avellanas y otros frutos secos. En cereales como el trigo, arroz, centeno o cebada la presencia de estos tóxicos suele ser menor (Salazar Juárez L.F. 2008).

Los efectos nocivos de la intoxicación por aflatoxinas en los animales (y presumiblemente en humanos) ha sido clasificada en dos formas generales:

- Se produce la aflatoxicosis aguda cuando se consumen niveles medios a altos de aflatoxinas. Los efectos de esta intoxicación pueden incluir hemorragia, daño agudo del hígado, el edema, la alteración en la digestión, la absorción y/o el metabolismo de alimentos, y posiblemente la muerte (Salazar Juárez L.F. 2008).
- La aflatoxicosis crónica resulta del consumo de niveles bajos a moderados de aflatoxinas. Los efectos son generalmente subclínicos y difíciles de reconocer. Algunos de los síntomas comunes son la deteriorada absorción de los alimentos e índices de crecimiento más lento (Salazar Juárez L.F. 2008).

3.6. Micotoxinas y las malformaciones congénitas en Guatemala

Guatemala presenta una población en aumento con estimado de medio millón de recién nacidos en 2016. Es importante la evaluación del recién nacido para la detección de anomalías congénitas.

Las anomalías congénitas se clasifican en: Anomalías de tubo neural, anomalías craneoencefálicas entre las que destacan labio y paladar hendidado, defectos cardiacos, defectos gastrointestinales, defectos de línea media, defectos genitourinarios. En Guatemala constituyen la 10^a causa de mortalidad infantil registrada. Si bien se diagnostican, el 2-4% de los recién nacidos, para los 5 años de edad constituyen 7.5% (3 veces de sub-diagnostico). Estas malformaciones son responsables de alrededor del 75% de las muertes fetales y 40% de las muertes en el primer año de vida. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

En el 2003 se realizó un estudio en el cual la incidencia reporta de 2.35 x 1000 nacidos vivos en el cual las anomalías del tubo neural representaban un 67% seguidos por labio y paladar hendido en un 15%. Es posible prevenir entre 50% a

75% de los casos de malformaciones congénitas con suplementación con ácido fólico. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

En el cuadro 4 se presenta la procedencia por departamento de pacientes con alguna malformación genética.

Cuadro 4. Procedencia de los pacientes con malformaciones congénitas

	2011	2012	2013	2014	TOTAL
Guatemala	33	27	35	40	135
Alta Verapaz	19	42	53	66	180
Baja Verapaz	1	11	3	15	30
Jalapa	2	4	8	9	23
Zacapa	5	7	4	6	22
San Marcos	3	6	9	5	23
Jutiapa	3	5	8	2	18
El Progreso	7	6	6	11	30
Quiché	10	8	8	12	38
Quetzaltenango	7	3	10	10	30
Sacatepéquez	3	6	7	12	28
Chimaltenango	2	9	8	8	27
Izabal	4	5	9	4	22
Petén	14	10	12	5	41
Huehuetenango	2	2	3	11	18
Sololá	1	2	5	5	13
Escuintla	9	8	5	2	24
Retalhuleu	0	4	2	4	10
Santa Rosa	2	1	3	2	8
Chiquimula	7	14	6	20	47
Suchitepéquez	5	5	1	16	27
Totonicapán	0	2	0	0	2
TOTAL	139	187	205	265	796

Fuente: Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016.

Una vez definidas las malformaciones congénitas es necesario poder determinar las causas que las provocan. Éstas en su mayoría es una combinación de causas genéticas y ambientales. Se estima que un 10% de los casos son por causas ambientales, un 25% se debe a causas genéticas y el 65% por la combinación de factores genéticos y ambientales. Algunos factores ambientales son la falta de

nutrición, falta de consumo de folatos, tabaquismo y las aflatoxinas en Guatemala. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

El maíz es todavía el alimento base de la dieta del guatemalteco, siendo la fuente principal de energía, proteínas, grasas y carbohidratos; es también fuente de los micronutrientes calcio y hierro. Este patrón explica la desnutrición crónica que caracteriza a los niños del área rural de Guatemala. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

El consumo diario de maíz, como alimento único puede ser tóxico. Un estudio realizado en el 2004, demostró que mientras más fumonisina se consume en la dieta diaria aumenta la incidencia de anencefalia. Aproximadamente el 91% del maíz producido en Guatemala contiene fumonisinas. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

El promedio diario de tortillas consumidas en Guatemala es 20, pero en algunas fincas los trabajadores comen hasta 60-65 tortillas durante un día. Mientras más tortillas se consumen a día los niveles de fumonisina aumentan, aunque el maíz se vea limpio por lo que se recomienda no dejar de comer tortilla sino agregar otros alimentos a la dieta junto con su consumo. Estudio de Ocratoxina A en sangre de guatemaltecos que consumen más de 18 tortillas por día (2013), presentaron resultados positivos para la presencia de esta toxina. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

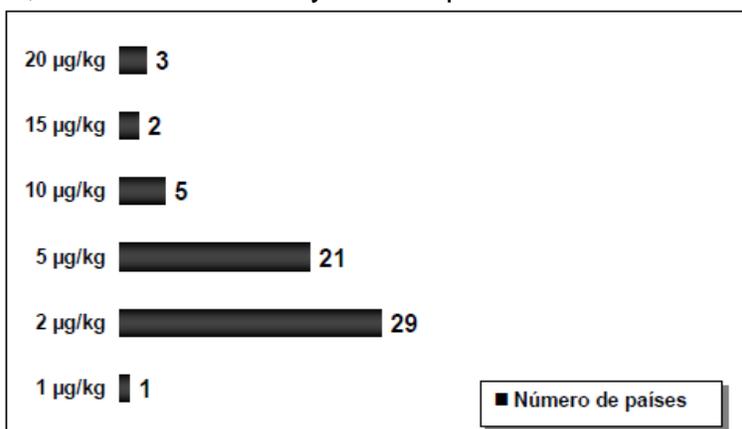
La producción del cultivo de maíz se puede realizar de los 0 msnm hasta los 3500 msnm, provocando una variación en los sistemas de producción. La cadena agroalimentaria abarca los sistemas de producción, diversidad de semillas, autoconsumo, excedentarios, ambientes de producción y almacenamiento. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

Por la relevancia en la salud humana en Guatemala se enfatiza en las aflatoxinas y fumonisinas, producidas por los géneros de hongos *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, siendo el principal efecto la pudrición de la mazorca. (Taller sobre malformaciones congénitas en Guatemala, 2016).

3.7. Límites a nivel mundial para las aflatoxinas

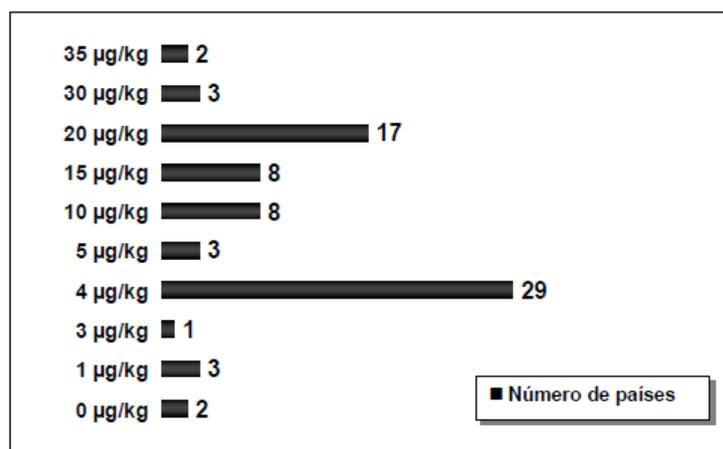
El número de países que han reglamentado las aflatoxinas ha aumentado con los años significativamente. Los reglamentos para las aflatoxinas son con frecuencia detallados y específicos para los alimentos, para los productos lácteos y para las raciones animales (FAO 2003).

A continuación, se muestra la dosis mínima permisible en microgramo por kilogramo ($\mu\text{g}/\text{kg}$), en el consumo de aflatoxinas y los límites a nivel mundial que deben existir en el contenido de alimentos y lácteos en países de África, de Asia/Oceanía, de América Latina y de Europa.



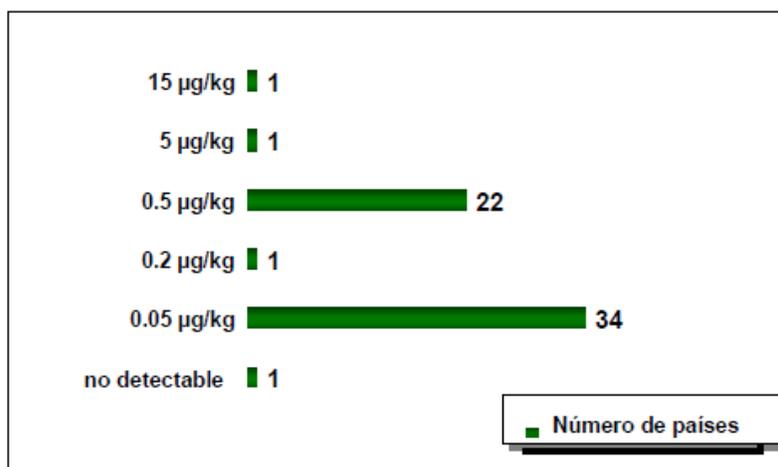
Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003

Figura 1. Límites a nivel mundial para la aflatoxina B1 en los alimentos.



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003

Figura 2. Límites a nivel mundial para las aflatoxinas totales en los alimentos.



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003

Figura 3. Límites a nivel mundial para la aflatoxina M1 en la leche.

3.8. Límites en Guatemala para micotoxinas:

Según el Acuerdo Gubernativo número 298-2015 los límites máximos permitidos para aflatoxinas es de 20 ug/kg (0.02 mg/kg o 0.02ppm) y para Fumonisinias es de 5000 ug/kg incluidas: FB1 y FB2.

La Unión Europea establece para cereales no elaborados (maíz) un límite máximo de 5 ug/kg y 1750 ug/kg para ocratoxina A y deoxinivalenol (vomitoxina) respectivamente (Elika, 2013)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar la presencia de micotoxinas en grano de maíz, que producen y consumen las familias de cuatro municipios de la región Ch'orti' de Chiquimula, para proponer lineamientos generales que minimicen su efecto en la salud familiar.

4.2. Objetivos Específicos

- Establecer si el maíz producido y consumido por las familias presenta micotoxinas.
- Determinar en qué fase o etapa del proceso de producción y consumo se presenta un nivel bajo, medio o alto de micotoxinas.
- Formular lineamientos generales para minimizar el efecto de las micotoxinas sobre la salud de las familias.

5. HIPÓTESIS

Ho. Ninguna de las muestra de maíz que producen y consumen las familias de 4 municipios de la región Ch'orti' presenta micotoxinas.

6. METODOLOGÍA:

6.1. Diseño de la investigación

6.1.1. Población de estudio

La población objetivo estará conformada por los productores de granos básicos de los municipios de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula.

Para esta investigación se considera como población de estudio las familias de los productores de cada municipio.

Cuadro 5. Número de productores de granos básicos por municipio.

Municipio	Población Total
Jocotán	8541
Camotán	7439
San Juan Ermita	2737
Olopa	4096
TOTAL	22813

Fuente: elaboración propia, según Censo MAGA (2016)

6.1.2. Muestra de estudio

La muestra de estudio corresponde a las muestras probabilísticas proporcionales para las familias de los productores de los municipios bajo estudio.

Se estableció el tamaño de la muestra y el tipo de muestreo que se utilizará para seleccionar la muestra de las familias.

a. Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra, se asume la máxima variación posible del 50%, un nivel de confianza de 95% y un nivel de error del 10%.

Se estableció el tamaño de la muestra y el tipo de muestreo que se utilizará para seleccionar la muestra de las familias en cada uno de los municipios.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N: representa la población

e: es el error de muestreo de 10%.

p y q: representa los porcentajes de ocurrencia de un suceso, donde su suma es 100%. Debido a que no se tiene un estudio piloto previo considerarán 50% y 50%, p y q respectivamente.

Z: valor teórico que varía de acuerdo a un nivel de confianza de 95% es de 1.96.

El tamaño de la muestra obtenido con la fórmula anterior para los municipios de Jocotán, San Juan Ermita, Camotán y Olopa es de 96 productores de granos básicos, tomando en cuenta las etapas que llevará el muestreo se tomará un total de 288 muestras.

b. Tipo de muestreo

Después de calcular el tamaño de la muestra, se utilizará el tipo de muestreo aleatorio simple sin reposición con el objetivo de obtener muestras representativas.

Los productores serán seleccionados al azar donde todos tienen la misma probabilidad de ser elegidos, cabe resaltar que este sorteo se realizará una sola vez al momento de tomar la primera muestra durante la tapisca del maíz, por lo que a los productores seleccionados en esta etapa serán los mismos para el resto de toma de muestras.

c. Momento del muestreo

Para obtener un mayor detalle del estado del grano durante el manejo postcosecha (después de la dobla) y poder determinar con mayor precisión el momento en que inicia la contaminación con micotoxinas se tomarán muestras para su respectivo análisis en 3 etapas:

- ✓ Tapisca: se tomarán al azar en el campo de los productores 10 mazorcas, a manera de obtener la muestra requerida para el análisis en laboratorio

- ✓ Almacenamiento: con un muestreador de grano se tomarán 3 libras de grano
- ✓ Consumo: se tomará una muestra de maíz cocido para su análisis.

6.1.3. Recolección de muestras

Para la recolección de las muestras se procederá a visitar a los productores de maíz seleccionados; a través de un muestreo al azar simple, según marco lista de productores de granos básicos, proporcionados por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-, de Chiquimula y Zacapa.

En las fincas y viviendas de los productores seleccionados será la toma de muestras de grano de maíz en las etapas mencionadas en el inciso anterior, para cada etapa se procederá de la siguiente manera:

a. En la tapisca: se procederá a ubicar la parcela del productor y se realizarán dos líneas de caminamiento paralelas, con el propósito de seleccionar 10 plantas de maíz, en las cuales se tapiscará una mazorca de cada planta, para obtener una muestra homogénea de toda la parcela. Las líneas de caminamiento estarán ubicadas en la parcela a $\frac{1}{3}$ del ancho de la misma.

La ubicación de las submuestras en la parcela se obtendrá calculando la longitud de cada línea de caminamiento y la suma de esta longitud se dividirá entre 10 para obtener la distancia entre cada submuestra. La primera estará ubicada a $\frac{1}{2}$ de la distancia entre submuestras al inicio de la línea de caminamiento uno. Para continuar con la toma de submuestras en la línea de caminamiento dos, la primera submuestra se obtendrá restando la distancia sobrante de la línea de caminamiento uno de la distancia entre submuestras (ver figura 5).

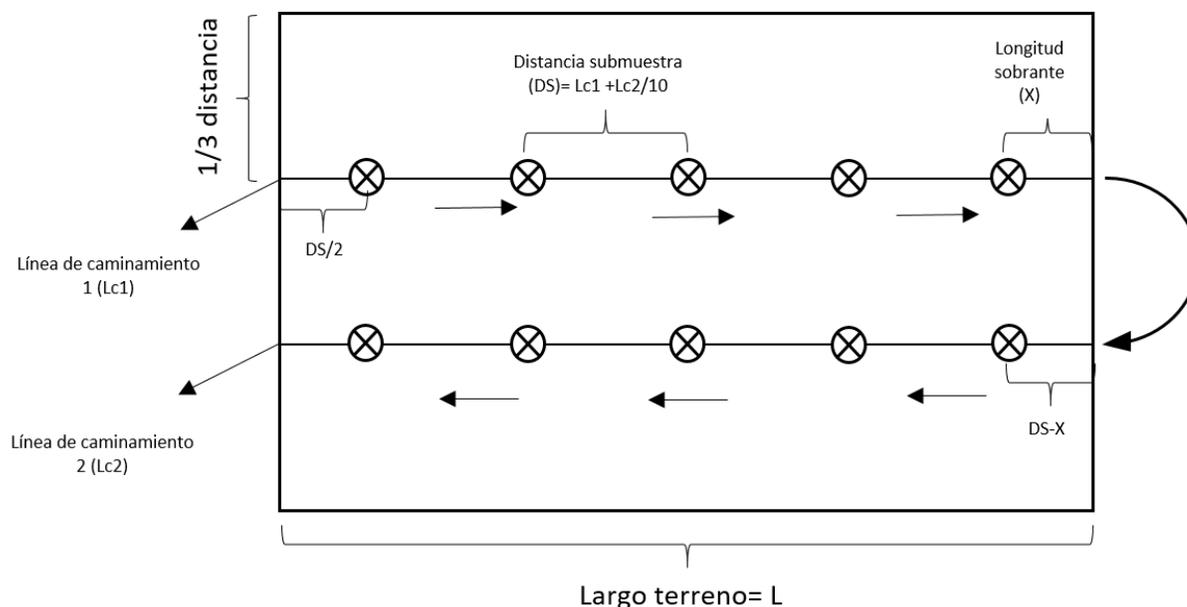


Figura 4. Determinación de la distancia y ubicación entre las submuestras en la parcela del productor.

b. En el almacenamiento: las muestras se recolectarán dos o tres meses después del almacenamiento en los hogares de las familias que facilitaron la muestra en la etapa de tapisca y al igual que en la etapa anterior se obtendrá una muestra de 3 libras. Para tener una muestra homogénea del grano almacenado y según el tipo de almacenamiento del grano utilizado usado por la familia se procederá de la siguiente manera:

- **Graneros y barriles:** con el uso de un muestreador de grano introduciéndolo para sacar una muestra representativa de la parte de arriba, media y baja de los recipientes.
- **Costales:** se introducirá un muestreador de grano introduciéndolo para sacar una muestra representativa de la parte de arriba, media y baja, tomando en cuenta el número de costales a manera de obtener una muestra de cada uno.
- **Troja:** se tomarán mazorcas al azar hasta completar 3 libras de grano desgranado.

c. En el consumo: en esta etapa la muestra será del mismo lote de maíz producido por el productor seleccionado en el muestreo de tapisca y almacenamiento. La muestra obtenida en esta etapa debe ser maíz cocido en grano.

6.1.4. Procesamiento de los datos y manejo de la muestras

Las muestras recolectadas serán colocadas en bolsas de papel y rotuladas con marcador indeleble, adhiriendo una etiqueta con la numeración correlativa correspondiente. Al final del día serán rociadas con insecticida para evitar infestación de insectos barrenadores.

Además se llenará un formulario con los datos sobre el origen y variedad del maíz, la etapa postcosecha en la que se encontraba al momento de ser recolectada, el color del mismo, si se observa moho, % de humedad, entre otros (ver Anexo 1).

Debido al riesgo por la ingesta y la importancia de conocer la contaminación de maíz, se analizará durante las 3 etapas del muestreo la presencia de Aflatoxinas. Además de los 96 productores seleccionados se obtendrá una submuestra de 15 productores, en cuyo maíz se determinará en las mismas etapas de tapisca, almacenamiento y consumo la presencia de Fumonisina, Ocratoxina y deoxinivalenol.

7. RESULTADOS

7.1. Selección de agricultores

A través de la utilización de un marco lista de los productores de granos básicos de la región chortí se realizó la selección de 96 productores de maíz de los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, de los cuales se obtuvieron las muestras de maíz en las etapas de tapisca, almacenamiento y consumo, durante los meses de noviembre de 2017 a marzo 2018.

Estos fueron localizados en 52 comunidades o áreas de producción de maíz distribuidas en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, como se indica a continuación: 25 productores en Jocotán, 35 en Camotán y 36 en San Juan Ermita

7.2. Caracterización del sistema productivo del cultivo de maíz

Para la caracterización de los sistemas de producción de municipio se procedió al llenado de una boleta (Anexo 1) con cada una de las familias seleccionadas para la obtención de muestras. Es importante mencionar que el manejo de la producción del cultivo de maíz en los municipios bajo estudio es homogénea en su mayoría. En el cuadro 7 se muestra el resumen de los aspectos de manejo de la producción del cultivo de maíz por cada municipio.

Cuadro 6. Aspectos de manejo de producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en los municipios de Jocotán, Camotán, Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2017.

Eslabón cadena	Manejo de Producción	MUNICIPIO		
		Camotán	Jocotán	San Juan Ermita
Producción	Mes de siembra			
	1. Abril	0	0	1.04
	2. Mayo	33.33	22.92	35.42
	3. Junio	3.13	2.08	1.04
	4. Agosto	0	1.04	0
	Área de siembra (mz)	0.17-2	0.13-4	0.19-1.25
	Producción (qq/mz)	5-60	4-50	4.27-56
	Origen de la semilla (%)			
	1. Comercial	4.17	3.13	9.38
	2. Local	1.04	21.88	9.38
	3. Nativa	0	0	3.13
	4. Propia	31.25	1.04	15.63
	Manejo postcosecha	Dobla (dds)	75-152	59-161
Tapisca (dds)		114-199	109-235	97-233
Desgrane (dds)		65-208	109-266	150-248
Almacenamiento (dds)		140-219	109-266	163-263
Lugar de desgrane (%)				
1. Área de cultivo		9.38	0	3.13
2. Vivienda		27.08	26.04	34.38
Método de desgrane (%)				
1. Aporreo manual		23.96	26.04	26.04
2. Desgranadora		12.5	0	11.46
Destino de la producción (%)				
1. Consumo familiar		18.75	20.83	31.25
2. Venta y consumo		17.71	5.21	6.25
Almacenamiento	Tipo de almacenamiento (%)			
	1. Barriles	1.04	1.04	0
	2. Costal	12.5	10.42	2.08
	3. Granero	22.92	13.54	35.42
	4. Nylon	0	1.04	0
	Tratamiento del grano (%)			
	1. No	7.29	3.13	2.08
2. Si	29.17	22.92	35.42	

7.2.1. Producción

En el cuadro 6 se muestra que el 1.04% de los productores muestreados realizan la siembra en el mes de abril, el 91.67% en el mes de mayo, el 6.25% en el mes de junio y el 1.04% en el mes de agosto; por lo que el 98.96% de los productores realizan una siembra de maíz (*Zea mays* L.) al año en la época llamada de “primera”, mientras que el 1.04% realizan la siembra en la época llamada de “segunda”.

Las siembras de primera comienzan en el mes de mayo hasta mediados de junio, época en que corresponde al inicio de la temporada lluviosa. Mientras que en las siembras de segunda la realizan entre los meses de agosto hasta septiembre, época en la que realizan la siembra del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

En la región las áreas de producción varían entre 0.13 y 4 manzanas destinadas a la producción de maíz, con rendimientos promedio que varían entre 4 y 60 quintales/manzana, esta diferencia en el promedio se da principalmente por 3 factores:

- Origen de la semilla: este es un factor muy importante en la producción de cualquier cultivo. En la región se encontró que el 16.68% de los productores usan semilla comercial (mejorada), el 32.3% usa semilla local que es obtenida dentro de la misma comunidad, el 3.13% utiliza semilla nativa obtenida dentro de la región y el 51.05% utiliza semilla propia.
- Disponibilidad de agua: los rendimientos se ven afectados seriamente por la poca disponibilidad de este recurso. En la región la mayoría de productores depende principalmente de la precipitación, que al no ser distribuida de manera uniforme los rendimientos del cultivo de ven afectados.
- Estado del suelo: en los municipios evaluados se observaron suelos degradados principalmente por erosión hídrica

De la producción total de maíz se obtuvo que el 70.83% de los productores destina la totalidad de su producción para el consumo familiar y el 29.17% para la venta y consumo. Al analizar el destino de la producción por municipio se obtiene que en el municipio de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, el 80%, 51% y 83% respectivamente, de los agricultores muestreados en cada municipio no vende el grano cosechado, debido a que la producción se ve disminuida por el consumo del maíz en elote, mientras que el resto de la producción es destinada para el consumo en el hogar. El resto de productores cuenta con mejores condiciones, obteniendo así una mejor producción, pudiendo vender una parte de su cosecha y almacenar el resto, estas familias les puede durar el maíz incluso hasta la siguiente cosecha.

7.2.2. Manejo postcosecha

Los productores de los municipios de la región chortí inician el manejo postcosecha con la dobla del maíz, esta práctica es realizada para acelerar el proceso de secado del grano y es realizada entre los 59 y 161 días después de la siembra (dds) principalmente entre los meses de agosto y septiembre, variando en tiempo debido a la variedad utilizada y la siembra de frijol en relevo al cultivo de maíz. Después de la dobla, la siguiente etapa es la tapisca, que se lleva a cabo entre los 97 y 235 dds, entre los meses de octubre y diciembre, la diferencia se debe principalmente a que algunos productores deciden realizar la cosecha lo antes posible (97 dds), mientras que el resto decide esperar a que esta coincida con la cosecha del frijol; luego los agricultores proceden al destusado y desgrane de la mazorca, la cual depende de la fecha de tapisca y esta ocurre principalmente entre los meses de noviembre y enero, realizada ya sea en el terreno o en la vivienda del productor mediante el aporreo manual o desgranadora.

Los agricultores de los municipios de la región Cho'rtí del departamento de Chiquimula, almacenan el grano de maíz (*Zea mays* L.) una vez sea tapiscado

y desgranado. La diferencia que se logra observar es que algunos agricultores, luego de la tapisca, dejan secando el maíz unos días más antes del desgrane y almacenamiento del grano, e incluso hay un pequeño grupo que luego del desgrane dejan otros días más secando el grano de maíz antes de su almacenamiento. Sin embargo, existe un gran número de familias que el mismo día que realizan la tapisca, ese mismo día desgranar el maíz e incluso lo almacenan.

Además, se obtuvo que el 76.04% de los productores muestreados, para el desgranado de la mazorca utilizan aporreo manual y el 23.96% mediante desgranadora. Es importante mencionar que la mayoría de los agricultores de los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, no consideran necesario secar aún más el grano de maíz, después de ser desgranado, según ellos, el tiempo que paso el maíz en el campo (durante la dobla del maíz) fue tiempo suficiente para que esté bastante seco el grano y poder ser almacenado.

7.2.3. Almacenamiento del grano de maíz

El almacenamiento es realizado por los productores entre los 109 y 266 dds, principalmente entre los meses de noviembre y enero. El lapso entre el desgrane y el almacenamiento depende de la humedad a la que es cosechado el grano, la cual debe encontrarse entre el 12 y 14%. Entre los productores se observa que dependiendo del porcentaje de humedad presente en el grano, luego de la tapisca, dejan secando el maíz unos días más antes del desgrane y almacenamiento del grano, e incluso hay un pequeño grupo que luego del desgrane dejan otros días más secando el grano de maíz (30 días) antes de su almacenamiento. Sin embargo, existe un gran número de familias que el mismo día que realizan la tapisca, ese mismo día desgranar el maíz e incluso lo almacenan.

Se encontró que el 2.08% almacenan el grano utilizando barriles, 25% en costales, el 1.04% utilizan nylon y el 71.88% lo almacenan en graneros

metálicos. Los agricultores que almacenan en barril o granero y antes de almacenar el grano, realizan una limpieza interna de la estructura.

Así mismo, el 87.51% aplican tratamiento al grano para prevenir plagas de almacenamiento siendo utilizados el fosforo de aluminio (83.34%), Folidol® (2.08%), neem (*Azadirachta indica*) (1.04%) y Volatón® (1.04%). Siendo el fosforo de aluminio el tratamiento preferido para el control de plagas de almacenamiento, la dosis usada por los productores es de 1 pastilla por quintal de grano y una vez aplicado sellan para evitar fugas. Mientras el fosforo de aluminio actúa en el grano las familias optan por dejar fuera de los graneros una cantidad de maíz (el más podrido o mohecido) para el consumo del hogar y los animales de patio.

7.2.4. Presencia de plagas y enfermedades en postcosecha

Es importante mencionar que la etapa de postcosecha inicia al momento de la dobla del cultivo de maíz, hasta que es almacenado; durante este tiempo la mazorca es afectado por plagas como la broca (*Elasmopalpus lignosellus*), comején (*Coptotermes spp.*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), además, es afectado por condiciones climáticas adversas que favorecen la aparición de hongos en el campo como *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*.

Cuadro 7. Presencia de plaga y de hongo en el grano de maíz (*Zea mays* L.) establecidos en el campo, en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala 2018.

Problema	Camotán		Jocotán		San Juan Ermita	
	No	Si	No	Si	No	Si
Daño por insecto	10.42	26.04	11.46	14.58	15.63	21.88
Presencia de moho	34.38	2.08	3.13	22.92	12.5	25

Los resultados del Cuadro 8 indican que de las 96 muestras de grano obtenidas el 62.5% presentaron daño por insectos y el 50% mostraron presencia de moho.

Al realizar el análisis de las muestras de grano por municipio se obtiene que en el municipio de Jocotán el 56% presentaron daño por insectos y el 88% se observó presencia de moho, en Camotán el daño de insectos y la presencia de moho se observó en un 71.43% y 5.71% respectivamente, y por último San Juan Ermita mostró en un 58.33% daños por insectos y en un 66.67% presencia de moho.

7.2.5. Caracterización del proceso de nixtamalización

La nixtamalización consiste en cocer el grano de maíz en abundante agua y cal (1-2% peso/peso) a temperaturas cercanas a la ebullición (80 °C), durante un periodo de 20 a 45 minutos. Posteriormente, se retira la solución de cocimiento y el maíz –que en esta fase del proceso se ha llamado nixtamal– se lava dos o tres veces para eliminar el pericarpio y la cal residual (Méndez, 2009).

La práctica de cocción del maíz o nixtamalización es una práctica tradicional y muy antigua realizada por las familias de los productores de maíz (*Zea mays* L.) de la región chortí del departamento de Chiquimula.

En la región chortí, el proceso de nixtamalización varía en el tiempo de cocción debido a la cantidad de maíz a cocer y la calidad de la leña utilizada para la cocción, el tiempo varía entre 45 y 60 minutos.

7.3. Presencia de micotoxinas en muestras de grano de maíz

Las muestras de maíz tomadas en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita fueron de 25, 35 y 36 respectivamente, en total fueron tomadas 96 muestras en 3 etapas: tapisca (noviembre y diciembre), almacenamiento (febrero y marzo) y consumo (abril).

Del total de las 96 muestras por etapa (288 en total) tomadas en los 3 municipios, el 100% resultaron positivas para las micotoxinas. Es importante mencionar que las muestras analizadas no corresponden a un muestreo sistemático, ni a un control permanente de la calidad de grano producido en la región, sino por el contrario, corresponde a un muestreo puntual tomado de la producción de grano durante el año 2017 en el período posterior a la etapa de producción, siendo entre la tapisca y posterior a la elaboración de tortillas.

7.3.1. Presencia de micotoxinas en etapa de tapisca

Las muestras de maíz tomadas en los municipios de Jocotán, Camotán, y San Juan Ermita, durante los meses de noviembre y diciembre del año 2017, desde el momento de la dobla hasta las tapisca transcurrieron en promedio 3 meses, por lo que las muestras tomadas la etapa de tapisca fueron tomadas aproximadamente dos meses después de la dobla. Los resultados obtenidos en el laboratorio para el municipio de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita se muestran en los cuadros 8, 9 y 10.

Cuadro 8. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de tapisca en el municipio de Jocotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
JC 1	5.88			
JC 2	8.11			
JC 3	5.93			
JC 4	4.30	2.08	8.69	0.07
JC 5	17.81			
JC 6	9.14			
JC 7	6.84			
JC 8	8.10			
JC 9	31.12			
JC 10	3.42			
JC 11	3.83			
JC 12	23.15			
JC 13	4.21			
JC 14	25.32	1.22	3.92	0.04
JC 15	7.11			
JC 16	8.15			
JC 17	38.40			
JC 18	6.17			
JC 19	5.59	1.79	1.57	0.08
JC 20	4.10			
JC 21	22.17			
JC 22	4.39	2.11	6.81	0.09
JC 23	3.88			
JC 24	5.92			
JC 25	6.81			

Cuadro 9: Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de tapisca en el municipio de Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
CM 1	0.45	0.41	1.37	0.10
CM 2	3.16			
CM 3	4.57			
CM 4	1.33			
CM 5	3.40			
CM 6	2.17			
CM 7	1.12			
CM 8	3.19			
CM 9	0.57		1.68	
CM 10	3.14			
CM 11	2.08			
CM 12	1.72			
CM 13	3.84			
CM 14	1.37	0.23	6.53	0.04
CM 15	1.95			
CM 16	2.87			
CM 17	3.14			
CM 18	4.58	0.31	0.82	0.02
CM 19	4.19			
CM 20	3.14			
CM 21	4.09			
CM 22	3.96	1.32	0.45	0.04
CM 23	2.27			
CM 24	2.60			
CM 25	3.44			
CM 26	1.73			
CM 27	2.86			
CM 28	1.77			
CM 29	2.04			
CM 30	2.41			
CM 31	1.90			
CM 32	2.11			
CM 33	4.32			
CM 34	3.78			
CM 35	2.54			

Cuadro 10: Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de tapisca en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PP)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
SJ 1	6.42			
SJ 2	5.93			
SJ 3	4.96			
SJ 4	8.12			
SJ 5	7.14			
SJ 6	9.19			
SJ 7	6.25	1.42	10.77	0.08
SJ 8	2.48	3.82	5.71	0.06
SJ 9	2.81			
SJ 10	6.88			
SJ 11	4.78	2.27	10.95	0.13
SJ 12	4.19	2.24	11.42	0.19
SJ 13	4.24	2.14	11.51	0.17
SJ 14	8.11			
SJ 15	6.22			
SJ 16	6.88	1.34	10.80	0.06
SJ 17	4.28	2.38	10.33	0.16
SJ 18	8.91			
SJ 19	16.84	4.11	6.10	0.17
SJ 20	7.85			
SJ 21	9.14			
SJ 22	7.62			
SJ 23	9.38			
SJ 24	4.82			
SJ 25	7.23			
SJ 26	7.14			
SJ 27	6.53	1.74	10.83	0.07
SJ 28	7.18			
SJ 29	6.31	1.94	10.42	0.08
SJ 30	6.64			
SJ 31	5.31			
SJ 32	6.93			
SJ 33	3.19			
SJ 34	4.32			
SJ 35	8.63			
SJ 36	4.54			

Los niveles de aflatoxinas, Ocratoxinas, Fumonisinias y Deoxivalenol determinadas en Jocotán generaron valores de las medias de 10.79, 1.80, 5.25 y 0.07, y las desviaciones estándar, 9.64, 0.41, 3.14 y 0.02, respectivamente. Además, el valor mínimo y máximo encontrado en las muestras fueron de 3.42 y 38.40, 1.22 y 2.11, 1.57 y 8.69, y 0.04 y 0.09, para aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol respectivamente.

En el municipio de Camotán, la media fue de 2.68, 0.57, 2.17 y 0.05, con desviaciones estándar de 1.10, 0.51, 2.48 y 0.03 y valores mínimos y máximos entre 0.45 y 4.58, 0.23 y 1.32, 0.45 y 6.53, y 0.02 y 0.10, para aflatoxinas, ocratoxina, fumonisina y deoxivalenol, respectivamente.

Para San Juan Ermita, las aflatoxinas mostraron una media de 6.59, una desviación estándar de 2.53 y valores mínimos y máximos de 2.48 y 16.84 respectivamente. Para Ocratoxinas, fumonisina y Deoxivalenol la media encontrada fue de 2.34, 9.88 y 0.12 ; las desviaciones estándar fueron de 0.93, 2.13 y 0.05 y los valores mínimos y máximos fueron de 1.34 y 4.11, 5.71 y 11.51, y 0.06 y 0.19 para ocratoxina, Fumonisinias y Deoxivalenol, respectivamente.

7.3.2. Presencia de micotoxinas en etapa de almacenamiento

Las muestras de maíz de la etapa de almacenamiento fueron tomadas 2 a 3 meses después de la tapisca durante los meses de febrero y marzo de 2018, estas muestras corresponden al maíz que ha estado almacenado, bajo los tratamientos mencionados en el inciso 6.2.3, previamente a ser sometido al proceso de nixtamalización. Los resultados obtenidos en el laboratorio para el municipio de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita se muestran en los cuadros 11, 12 y 13.

Cuadro 11. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de almacenamiento en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
JC 1	0.09			
JC 2	5.22			
JC 3	2.11	2.86	1.69	0.06
JC 4	6.61			
JC 5	3.72			
JC 6	4.93			
JC 7	1.99	0.89	0.42	0.04
JC 8	1.66	0.49	0.32	0.96
JC 9	0.94			
JC 10	17.15			
JC 11	2.14			
JC 12	2.14			
JC 13	8.04			
JC 14	2.54			
JC 15	1.37	1.88	3.31	0.13
JC 16	32.27			
JC 17	6.91			
JC 18	1.94			
JC 19	3.82			
JC 20	2.22			
JC 21	2.71			
JC 22	3.15			
JC 23	7.46			
JC 24	0.35	0.72	6.61	0.04
JC 25	24.15			

Cuadro 12. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de almacenamiento en el municipio de Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
CM 1	65.81		7.23	
CM 2	10.14			
CM 3	71.25	2.84	2.56	0.93
CM 4	44.15			
CM 5	6.15			
CM 6	72.86			
CM 7	8.16	0.72	0.48	0.02
CM 8	72.82			
CM 9	9.11			
CM 10	27.94			
CM 11	38.71	0.46	0.44	0.02
CM 12	2.84			
CM 13	6.17			
CM 14	12.18		0.41	
CM 15	24.62			
CM 16	38.15			
CM 17	18.77			
CM 18	31.46			
CM 19	11.18			
CM 20	7.14			
CM 21	88.44	0.48	0.61	0.05
CM 22	56.18			
CM 23	17.64			
CM 24	4.28			
CM 25	3.62			
CM 26	28.15			
CM 27	80.17			
CM 28	34.12			
CM 29	55.13			
CM 30	37.14			
CM 31	11.17			
CM 32	26.42			
CM 33	27.51			
CM 34	31.18			
CM 35	31.87	6.80	5.36	0.112

Cuadro 13. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de almacenamiento en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
SJ 1	14.64			
SJ 2	17.28			
SJ 3	0.86			
SJ 4	26.94			
SJ 5	23.15			
SJ 6	3.24			
SJ 7	6.71			
SJ 8	5.34			
SJ 9	24.88			
SJ 10	12.48			
SJ 11	9.57			
SJ 12	8.71			
SJ 13	0.86	0.25	0.04	0.03
SJ 14	28.15			
SJ 15	2.46	8.84	0.96	0.06
SJ 16	33.16			
SJ 17	8.18			
SJ 18	24.83			
SJ 19	1.12	1.47	0.56	0.08
SJ 20	24.12			
SJ 21	1.72			
SJ 22	2.71			
SJ 23	32.86			
SJ 24	4.02			
SJ 25	1.18			
SJ 26	0.96			
SJ 27	5.93			
SJ 28	6.19			
SJ 29	6.84			
SJ 30	1.91	2.81	6.69	0.14
SJ 31	2.82			
SJ 32	6.57			
SJ 33	6.17	0.20	0.43	0.13
SJ 34	3.76			
SJ 35	17.52			
SJ 36	26.14			

Los niveles de aflatoxinas, Ocratoxinas, Fumonisinias y Deoxivalenol determinadas en Jocotán en la etapa de almacenamiento, generaron valores de las medias de 5.83, 1.37, 2.47 y 0.25, y las desviaciones estándar de 7.69, 0.99, 2.61, y 0.40, respectivamente. Además, el valor mínimo y máximo encontrado en las muestras fueron de 0.09 y 32.27, 0.49 y 2.86, 0.32 y 6.61, y 0.04 y 0.96, para aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol respectivamente.

En el municipio de Camotán, la media fue de 31.79, 2.26, 2.44 y 0.23, con desviaciones estándar de 24.63, 2.73, 2.79 y 0.40 y valores mínimos y máximos entre 2.84 y 88.44, 0.46 y 6.80, 0.41 y 7.23, y 0.02 y 0.93, para aflatoxinas, ocratoxina, fumonisina y deoxivalenol, respectivamente, en la etapa de almacenamiento.

Para San Juan Ermita, las aflatoxinas mostraron una media de 11.22 ppb, una desviación estándar de 10.36 y valores mínimos y máximos de 0.86 y 33.16, respectivamente. Para Ocratoxinas, fumonisina y Deoxivalenol la media encontrada fue de 2.71, 1.74 y 0.09; las desviaciones estándar fueron de 3.59, 2.79 y 0.05 y los valores mínimos y máximos fueron de 0.20 y 8.84, 0.04 y 6.69, y 0.03 y 0.14 para ocratoxina, Fumonisinias y Deoxivalenol, respectivamente.

7.3.3. Presencia de micotoxinas en etapa de consumo

Las muestras de maíz de la etapa de consumo fueron tomadas entre 4 y 5 meses después de la tapisca, durante los meses de marzo y abril de 2018, estas muestras corresponde a maíz cocido (nixtamalizado) previo a la elaboración de tortillas. En los cuadros 14, 15 y 16 se muestran los resultados de los análisis de laboratorio.

Cuadro 14. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de consumo en el municipio de Jocotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
JC 1	7.18	2.52	0.21	0.22
JC 2	12.91			
JC 3	9.84			
JC 4	6.15			
JC 5	10.18	3.15	1.12	0.16
JC 6	12.77			
JC 7	9.82			
JC 8	15.16			
JC 9	11.71			
JC 10	10.84			
JC 11	14.53	2.29	1.31	0.13
JC 12	11.08			
JC 13	8.94			
JC 14	14.22			
JC 15	16.07			
JC 16	9.71	3.88	0.94	0.18
JC 17	11.62			
JC 18	13.88			
JC 19	10.17			
JC 20	13.41	3.67	1.62	0.15
JC 21	9.81			
JC 22	14.94			
JC 23	16.27			
JC 24	13.12			
JC 25	10.93			

Cuadro 15. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de consumo en el municipio de Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
CM 1	3.91	2.36	0.47	2.36
CM 2	4.15			
CM 3	7.87			
CM 4	5.13			
CM 5	12.82	4.71	0.78	0.13
CM 6	10.84			
CM 7	6.77			
CM 8	8.19			
CM 9	11.14			
CM 10	7.11			
CM 11	12.94			
CM 12	9.25			
CM 13	8.91			
CM 14	11.18			
CM 15	13.26			
CM 16	9.92	3.94	0.71	0.98
CM 17	4.29			
CM 18	8.43			
CM 19	10.32			
CM 20	16.15			
CM 21	7.88			
CM 22	11.64			
CM 23	10.43			
CM 24	9.97			
CM 25	6.45	2.86	0.72	0.43
CM 26	8.14			
CM 27	12.76			
CM 28	9.11			
CM 29	10.66			
CM 30	4.82			
CM 31	11.71			
CM 32	17.04			
CM 33	15.55	2.04	0.39	1.84
CM 34	8.79			
CM 35	7.14			

Cuadro 16. Resultados del laboratorio de determinación de micotoxinas en muestras de maíz (*Zea mays* L.) en etapa de consumo en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Identificación	Aflatoxina (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
SJ 1	10.94			
SJ 2	7.41			
SJ 3	8.48	1.83	0.31	0.32
SJ 4	6.27			
SJ 5	7.22	2.11	0.36	0.22
SJ 6	10.84			
SJ 7	11.15			
SJ 8	8.16			
SJ 9	14.57			
SJ 10	7.92			
SJ 11	15.65			
SJ 12	12.11			
SJ 13	9.47			
SJ 14	8.55			
SJ 15	11.72			
SJ 16	14.63			
SJ 17	7.82			
SJ 18	16.06	3.55	2.02	0.27
SJ 19	11.47			
SJ 20	10.09			
SJ 21	9.11			
SJ 22	14.72			
SJ 23	9.16			
SJ 24	16.82			
SJ 25	15.71	3.11	0.94	0.43
SJ 26	11.43			
SJ 27	9.88			
SJ 28	8.14			
SJ 29	8.73			
SJ 30	11.64			
SJ 31	7.93			
SJ 32	10.12			
SJ 33	9.81	2.83	1.15	0.28
SJ 34	16.42			
SJ 35	13.08			
SJ 36	10.43			

En la etapa de consumo, en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, para aflatoxinas se obtuvo una media de 11.81, 9.56 y 10.94, con una desviación estándar de 2.65, 3.31 y 2.95, valores mínimos de 6.15, 3.91 y 6.27, y valores máximos de 16.27, 17.04 y 16.82, respectivamente.

Para ocratoxinas, en Jocotán, Camotán y San Juan Ermita se encontró una media de 3.10, 3.18 y 2.69, con una desviación estándar de 0.69, 1.12 y 0.71, con valores mínimos de 2.29, 2.04 y 1.83, y valores máximos de 3.88, 4.71 y 3.55, para cada municipio respectivamente.

Las muestras analizadas para fumonisinas mostraron una media de 1.04, 0.61 y 0.96, con una desviación estándar de 0.53, 0.17 y 0.70, con valores mínimos de 0.21, 0.39 y 0.31 y valores máximos de 1.62, 0.78 y 0.43, para los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, respectivamente.

Por último, la media de deoxivalenol fue de 0.17, 1.15 y 0.30, con desviación estándar de 0.03, 0.94 y 0.08, con valores mínimos de 0.13, 0.13 y 0.22 y valores máximos de 0.22, 2.36 y 0.43, para los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, respectivamente.

De acuerdo con la información obtenida en los análisis para determinar la presencia de micotoxinas, se rechaza la hipótesis planteada en la investigación, ya que se pudo determinar que el 100% de las muestras presentaron aflatoxinas durante la tapisca, almacenamiento y consumo.

7.4. Niveles de micotoxinas presentes en la producción, almacenamiento y consumo de maíz

Los resultados del estudio muestran que el 100% de las muestras tomadas estaban contaminadas con aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol.

Según la Normativa Coguanor NGO 34 047, el producto se considera riesgoso para el consumo, si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos siendo

de 20 partes por billón (ppb) para Aflatoxinas, mientras que para fumonisinas y deoxivalenol (DON) los niveles de rechazo son de 2 partes por millón (ppm) establecidos por la Organización Mundial de Salud –OMS- y para ocratoxina son establecidas por la Organización Internacional del Café –OIC- en 5 ppb.

Según Borutova (2017), un nivel medio de micotoxinas se da cuando éstas se encuentran en límites detectables, pero por debajo de las recomendaciones del ente regulador. Por lo que se puede deducir que un nivel bajo sería aquel donde los niveles no son detectables, mientras que un nivel alto es aquel donde los límites detectables superan los niveles máximos permitidos por el ente regulador.

Tomando en cuenta lo anterior, en la etapa de tapisca se observa que de los municipios bajo estudio, únicamente en Jocotán se presentó que para aflatoxinas, un 20% de las muestras de grano de los productores tienen un nivel alto de presencia, mientras que el 80% restante se encuentra con un nivel medio. Para las fumonisinas se determinó que en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, el 75%, 20% y 100% respectivamente, se encuentra con un nivel alto de presencia y el restante con un nivel medio; en cuanto a la ocratoxina y deoxivalenol, los niveles de presencia en un 100% fue con un nivel medio.

Así mismo, durante la etapa de almacenamiento, se determinó que para Jocotán en cuanto a los niveles de aflatoxinas, el 8% tienen un nivel alto y el restante 92% se encuentra con un nivel medio. Para ocratoxinas y fumonisinas el 20% tiene niveles altos y el restante 80% cuentan con un nivel medio. En Camotán, el 60%, 40% y 28.57%, para aflatoxinas, ocratoxinas y fumonisinas respectivamente, poseen un nivel alto de presencia de micotoxinas. En San Juan Ermita, el 25% para aflatoxinas, 40% para ocratoxinas y 20% para fumonisinas, son consideradas con niveles altos de micotoxinas por encontrarse por encima de los niveles de rechazo. Cabe resaltar en esta etapa de muestreo los niveles de deoxivalenol en el 100% de las muestras analizadas de los 3 municipios el nivel de presencia de micotoxinas es medio.

Por último, las muestras obtenidas en la etapa de consumo en los 3 municipios, muestran que los valores de las aflatoxinas y ocratoxinas, después del proceso de

nixtamalización el nivel de presencia de estas micotoxinas fue medio, mientras que para fumonisinas se encontró que el 20% de las muestras de San Juan Ermita (6.67% del total) son considerados no aptas para el consumo humano por encontrarse por encima de los niveles de rechazo o con un nivel alto de presencia de micotoxinas, al igual que deoxivalenol en el municipio de Camotán.

7.5. Lineamientos generales para minimizar el efecto de las micotoxinas sobre la salud de las familias.

La presencia de hongos no necesariamente implica la producción de micotoxinas, sin embargo puede que haya persistencia de micotoxinas aún en ausencia de hongos. Cada género de hongo puede generar diferentes tipos de micotoxinas, de la misma forma que un determinado tipo de micotoxina puede ser producida por diferentes especies de hongos (Roskopf, 2017).

Una vez producida la contaminación, las micotoxinas son muy estables y de difícil eliminación por lo que se deben tomar medidas preventivas a fin de producir granos y alimentos aptos para el consumo y reducir el impacto económico en la cadena de producción (Roskopf, 2017).

7.5.1. Prevención en la producción a campo

Según Denli (2002), citado por Vega (2012), establece que la mejor manera de evitar la contaminación con aflatoxinas es tomando precauciones desde el campo. Sin embargo, en la práctica es difícil controlar factores ambientales como la temperatura y la humedad de los cultivos.

Roskopf (2017) argumenta que, los hongos productores de micotoxinas tienden a invadir los tejidos menos vigorosos o que han empezado un proceso de deterioro, por lo que las buenas condiciones del cultivo logradas mediante

el ajuste de la fecha de siembra, densidad, fertilidad o irrigación crearán un ambiente poco propicio para el desarrollo de micelio y reducirán la probabilidad de que ocurran focos de contaminación. Además, las buenas prácticas de cultivo minimizan la probabilidad de ocurrencia de estrés severo en las que algunos hongos responden produciendo altos niveles de micotoxinas.

Vega (2012), establece varias estrategias agronómicas para disminuir la contaminación de las cosechas con micotoxinas:

- ✓ Reducción del estrés sufrido por las plantas.
- ✓ Manejo de datos epidemiológicos, de las condiciones del suelo y de riesgos.
- ✓ Manejo adecuado de restos de cultivos, malezas y rotación de cultivos
- ✓ Uso de fungicidas y fungistáticos.
- ✓ Uso de variedades resistentes.
- ✓ Control de insectos.

FAO (2016), establece las siguientes prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas durante la etapa productiva:

- ✓ Cuando sea posible y práctico, conviene utilizar semillas certificadas libres de hongos toxigénicos y preparar el lecho para las semillas de cada nuevo cultivo enterrando, destruyendo o retirando las espigas y los tallos viejos, así como otros residuos que puedan haber servido o puedan servir de sustratos para la proliferación de hongos productores de micotoxinas.
- ✓ Utilizar los resultados de los análisis del suelo para determinar si es necesario aplicar fertilizantes o acondicionadores del suelo para asegurar que su pH y la nutrición de las plantas sean adecuados, a fin de evitar presiones sobre las plantas, especialmente en la etapa de desarrollo de las semillas durante el crecimiento de los cultivos.
- ✓ Siempre que sea práctico, la siembra deberá programarse para evitar temperaturas elevadas y sequía durante el desarrollo y maduración de las semillas. Podrían usarse modelos predictivos, si los hay disponibles, como instrumento para planificar el mejor momento para la siembra.

- ✓ Garantizar una adecuada densidad de siembra manteniendo entre las hileras y entre las plantas las distancias recomendadas para las especies y variedades que se estén cultivando.

7.5.2. Prevención durante la cosecha

Para prevenir la colonización de hongos e insectos durante la cosecha es necesario mantener los granos enteros, ya que al encontrarse los granos quebrados facilitan la colonización de hongos e insectos. Al mantenerlos enteros, sin roturas visibles o fisuras ayuda a minimizar la contaminación con micotoxinas.

Durante la cosecha, la tolerancia de grano partido no debería ser solamente la norma de comercialización para cada grano, si no la mínima posible que me permita realizar una cosecha eficiente con bajas pérdidas manteniendo la integridad del grano (Roskopf, 2017).

Una estrategia agronómica para la reducción de las micotoxinas es la de cosechar al punto de madurez fisiológica evitando dejar el grano en campo más tiempo del necesario (Vega, 2012).

Así mismo, FAO (2016) para prevenir y disminuir la contaminación con micotoxinas propone tomar en cuenta antes de la cosecha las siguientes prácticas:

- ✓ Siempre que sea posible, reducir al mínimo los daños provocados por insectos y por infecciones fúngicas en las proximidades del cultivo, mediante el uso apropiado de plaguicidas aprobados y otras prácticas idóneas comprendidas en un programa de lucha integrada contra las plagas

- ✓ Combatir las malezas en los cultivos con métodos mecánicos, herbicidas registrados u otras prácticas inocuas y adecuadas para deshierbar, con un programa de gestión integrada de plagas.
- ✓ Minimizar los daños mecánicos a las plantas durante el cultivo, el riego y las prácticas de gestión de plagas.
- ✓ Si se utiliza riego, es necesario asegurar que se aplique de manera uniforme y que todas las plantas reciban un suministro adecuado de agua. El riego es un método valioso para reducir las presiones sobre las plantas en algunas situaciones agrícolas.
- ✓ Programar la cosecha en condiciones de poco contenido de humedad y plena madurez del cultivo, a menos que permitirle seguir hasta su plena madurez lo sometiera a condiciones extremas de calor, lluvia o sequía.
- ✓ Si se dispone de equipos de secado mecánico, cosechar pronto puede ayudar a limitar la producción de micotoxinas durante las últimas etapas de maduración de la cosecha.

7.5.3. Prevención durante el almacenamiento

El almacenamiento de los granos secos, por debajo de la humedad de recibo y a baja temperatura, son las principales herramientas para minimizar el desarrollo de hongos y la consiguiente producción de micotoxinas en esta etapa (Roskopf, 2017).

FAO (2016), establece los siguiente criterios para prevenir o disminuir la contaminación con micotoxinas durante el almacenamiento de granos:

- ✓ Es muy importante asegurar que los niveles de humedad del cereal cosechado sean lo suficientemente bajos para permitir un almacenamiento inocuo, incluso por períodos de tiempo relativamente breves, que van desde unos días a varios meses. Un nivel máximo de 15% de humedad generalmente se considera suficientemente bajo para evitar la formación de hongos toxigénicos antes de la cosecha y la germinación de las esporas de

los hongos que suelen infectar los cereales y producen micotoxinas durante el almacenamiento, como el *Penicillium*.

- ✓ Los cereales recién recogidos deben secarse de inmediato, de tal manera que sufran el menor daño posible y que el contenido de humedad sea inferior a lo necesario para que se formen hongos durante el almacenamiento.
- ✓ El secado al sol y el aire libre deberá hacerse sobre superficies limpias; en la medida de lo posible. Los cereales deberán protegerse de la lluvia, el rocío, el suelo, las plagas, los excrementos de aves y otras fuentes de contaminación durante este proceso. Para un secado más uniforme y más rápido, mezclar o remover los cereales con frecuencia en capas delgadas.
- ✓ Es importante que los recipientes, los silos o cualquier estructura, destinados al almacenamiento de cereales sean estructuras secas y bien ventiladas que proporcionen protección contra la lluvia, la condensación de humedad, y la entrada de roedores, aves e insectos, que no sólo contaminan el grano, sino que dañan los granos y los vuelven más susceptibles de infección por mohos. Idealmente, las estructuras de almacenamiento deben estar diseñadas para reducir al mínimo grandes fluctuaciones en la temperatura del cereal almacenado.
- ✓ En los productos ensacados, asegurar que los sacos estén limpios, secos y apilados sobre plataformas, o que haya una capa impermeable al agua entre los sacos y el suelo. Las bolsas deben facilitar la ventilación y deben ser de materiales no tóxicos y de grado alimentario, que no atraigan insectos o roedores y sean lo suficientemente fuertes para resistir el almacenamiento durante largos períodos de tiempo.

8. DISCUSIÓN

Para este estudio se realizó la elección al azar de 96 productores distribuidos en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, que proporcionarían las muestras de grano de maíz en la etapa de tapisca, almacenamiento y consumo; con el fin de determinar si dentro de éstas existe presencia de aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol.

Al observar los resultados en la etapa de tapisca del inciso 6.3.1 se determinó que el 100% de las muestras de maíz obtenidas en esta etapa mostraron presencia de micotoxinas en los 3 municipios bajo estudio.

Los resultados obtenidos reflejan que en la etapa de tapisca, en aflatoxinas un total de 5 muestras de 18 sobrepasan las 20 ppb, para ocratoxina y deoxivalenol no se encontraron muestras que sobrepasen los límites de 5 ppb y 2ppm, y para fumonisinas un total de 14 muestras de 19 sobrepasaron el límite de 2 ppb.

Con los niveles encontrados en la etapa de tapisca, se comprueba que las especies de hongos productoras de micotoxinas contaminan el grano cuando es cultivado en condiciones adecuadas para su desarrollo, siendo un tiempo caluroso y seco, con temperaturas entre los 10 y 37°C para el desarrollo del hongo y producción de la micotoxina. Además, a lo mencionado antes se le debe añadir que en promedio entre la dobla y la tapisca transcurrió un mes, por lo que las mazorcas estuvieron expuestas a diversas condiciones ambientales, estrés hídrico durante la etapa productiva del cultivo, al ataque de plagas y enfermedades, siendo factores que favorecen el desarrollo de los hongos productores de micotoxinas (Martínez 2013).

Al observar los resultados obtenidos para aflatoxinas durante el almacenamiento y compararlos con los obtenidos durante la tapisca, se puede notar que en los municipios de Camotán y San Juan Ermita, con una significancia del 5% hubo un aumento significativo de los niveles de aflatoxinas, siendo mayores en la etapa de almacenamiento, comprobando que durante esta etapa de manejo postcosecha las aflatoxinas pueden aumentar el doble del contenido inicial (Colmenares, 2016). En el cuadro 16 se muestran los resultados de la prueba T utilizada para realizar el análisis.

Cuadro 17. Resultados de la prueba T utilizada para comparar los niveles de aflatoxinas en la etapa de tapisca y almacenamiento.

Municipio	Obs(1)	Obs(2)	N	Media(1)	Media(2)	T	Bilateral
Camotán	Aflatoxinas tapisca	Aflatoxinas almacenamiento	35	2.68	31.79	-7.02	<0.0001
Jocotán	Aflatoxinas tapisca	Aflatoxinas almacenamiento	25	10.79	5.83	1.89	0.0713
San Juan Ermita	Aflatoxinas tapisca	Aflatoxinas almacenamiento	36	6.59	11.22	-2.65	0.0121

La prueba muestra que únicamente en el municipio de Jocotán no se dio un aumento significativo, mientras que Camotán y San Juan Ermita aumentaron significativamente, siendo mayo en la etapa de almacenamiento con una media general de 17.32, mientras que en la tapisca fue de 6.26.

Así mismo, se vio un aumento de los niveles de ocratoxina A, siendo mayor la media de la etapa de almacenamiento al comparar con la tapisca con 2.11 y 1.83 ppb, respectivamente. Con la micotoxina deoxivalenol no se observaron diferencias significativas en los niveles encontrados en ambas etapas; mientras que para fumonisinas hubo una disminución en la etapa de almacenamiento, comparada con la etapa de tapisca donde se encontró que el 74% de las muestras mostraban niveles superiores a 2 ppm, mientras que durante el almacenamiento únicamente el 23% superaron los niveles permitidos; esto se pudo deber a que el género *Fusarium* se considera predominantemente hongos de campo, Sumalan (2013) citado por López (2013) y, además, durante el almacenamiento se reducen las concentraciones de oxígeno y aumento de la temperatura, provocando una reducción de la frecuencia de *Fusarium* (Castellari, 2018).

Según Lacey (1980) citado por Quiel (1994), entre las principales condiciones que influyen en el desarrollo de hongos en el almacén de los granos son el contenido de humedad, la temperatura, el período o tiempo de almacenamiento, el grado de invasión por hongos de almacén que presente el grano a su arribo y la actividad de insectos.

Al analizar cada uno de los factores mencionados antes, el contenido de humedad es el de mayor importancia, y que contenidos de agua superiores al 13% favorecen el desarrollo de hongos, según Christensen (1964) citado por Quiel (1994). Tomando en cuenta esto, las muestras donde hubo un incremento en los niveles de aflatoxinas durante el almacenamiento muestran una humedad del grano superior al 12.8% con una media de 13.47%. Además, durante el almacenamiento existe una alta probabilidad de una mayor humedad del grano, debido a que este absorbe oxígeno del aire provocando que consuma carbohidratos de su estructura liberando calor; lo que provoca una respiración más rápida ya que el grano está caliente y húmedo, lo que hace que los cambios de temperatura provoquen modificaciones que intensifican las variaciones de la humedad relativa del grano y de esta manera, se modifica el equilibrio de aireación (Blanco, 2016).

El período de almacenamiento es otro de los factores importantes en el desarrollo de hongos en el almacén. Se encontró que el tiempo de almacenamiento en los municipios bajo estudio varía desde los 0 a 193 días y al realizar un análisis de correlación de Pearson con una significancia del 5% no se encontró significancia por lo que se descarta que la tiempo de almacenamiento hay influido directamente en el aumento de los niveles presentados.

Otros factores que influyen son el grado de invasión de hongos de almacén al momento del arribo del grano y la actividad de insectos. Al momento del toma de las muestras se encontró que el 50% tenía presencia de moho previo al almacenamiento y al realizar la comparación se encontró que las muestras que no presentaron moho mostraron una media más alta.

Una vez analizados los factores intrínsecos que favorecen el desarrollo de hongos, queda analizar los factores extrínsecos como la temperatura ambiental en los municipios bajo estudio durante los meses donde las familias almacenan el grano de maíz, siendo los meses de noviembre a enero. Durante estos meses la temperatura en la región mostró temperaturas mínima de 11.8°C registrada en el mes de diciembre y máxima de 29.1°C registrada en el mes de enero.

Se sabe que los principales hongos que producen micotoxinas pertenecen a los géneros *Aspergillus* (aflatoxinas), *Penicillium* (ocratoxina A) y *Fusarium* (fumonisinas y deoxivalenol) (FAO, 2003); y Moreno (1979) citado por Quiel (1994), reportó a estos hongos como productores de toxinas en diferentes granos almacenados, a una temperatura del 12 a 42°C, con un óptimo de 25 a 32°C. Por tanto, se puede decir que los factores que propiciaron al aumento de los niveles de aflatoxinas, durante el almacenamiento fueron la humedad del grano (más importante) y la temperatura.

Por último, los resultados obtenidos en la última etapa del muestreo, correspondiente al consumo, muestran que los resultados bajaron significativamente, al ser comparados con los obtenidos en la etapa de almacenamiento, con una significancia del 5% se determinó que hubo una disminución significativa de los niveles de aflatoxinas, siendo mayores en la etapa de almacenamiento. En el cuadro 18 se muestran los resultados de la prueba T utilizada para realizar el análisis.

Cuadro 18. Resultados de la prueba T utilizada para comparar los niveles de aflatoxinas en la etapa almacenamiento y consumo.

Municipio	Obs(1)	Obs(2)	N	Media(1)	Media(2)	T	Bilateral
Camotán	Aflatoxinas almacenamiento	Aflatoxinas consumo	35	31.79	9.56	5.22	<0.0001
Jocotán	Aflatoxinas almacenamiento	Aflatoxinas consumo	25	5.83	11.81	-3.45	0.0021
San Juan Ermita	Aflatoxinas almacenamiento	Aflatoxinas consumo	36	11.22	10.94	0.16	0.8764

Se puede observar en el cuadro que luego del proceso de nixtamalización, los niveles de aflatoxinas disminuyeron significativamente, siendo menores luego de este proceso. Así mismo, los niveles de ocratoxina, fumonisinas y deoxivalenol disminuyeron, de tal manera que únicamente el 6.67% de las muestras analizadas superó los niveles máximos permitidos para fumonisinas y deoxivalenol.

Los resultados demuestran también que la nixtamalización reduce considerablemente los niveles de micotoxinas, principalmente aflatoxinas, ya durante el almacenamiento las

muestras de grano obtenidas mostraron una media de 17.31 ppb y luego del proceso de nixtamalización bajaron a 10.66 ppb, pudiendo determinar que la efectividad de la nixtamalización fue de 38.42% (promedio) para la reducción de los niveles de aflatoxinas.

Ahora bien, al tomar el valor máximo encontrado durante la etapa de almacenamiento fue de la muestra cm21 con 88.44 ppb, y luego del proceso de nixtamalización hubo una disminución del 91.01%, así mismo la muestra cm27 tuvo una disminución del 84.08% en los niveles de aflatoxinas.

La disminución de los niveles de aflatoxinas por la nixtamalización realizada por las familias de los municipios bajo estudio concuerda con lo mencionado por Méndez (2009) donde la nixtamalización tradicional es capaz de destruir el 85% de las aflatoxinas presentes en el maíz y Anguiano (2005) estableció que la nixtamalización tradicional es capaz de disminuir hasta un 96% de efectividad.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Se pudo determinar que el 100% de las muestras de grano de maíz recolectadas en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita se encuentran contaminados con micotoxinas.
- ✓ Los niveles de micotoxinas en las muestras de grano de maíz mostraron que en la etapa de tapisca el 5.20, 0, 73.68 y 0%, para aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol, respectivamente, mostraron un nivel alto de presencia; para la etapa de almacenamiento el 33.33, 33.33, 23.53 y 0% de las muestras de grano para aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas y deoxivalenol, respectivamente, mostraron una presencia alta; en la etapa de consumo únicamente para las fumonisinas se encontró que el 6.67% de las muestras tenían un nivel alto. El resto de las muestras se encontraban en un nivel medio de presencia de micotoxinas
- ✓ Los niveles de micotoxinas aumentan significativamente durante el almacenamiento del grano, principalmente por factores como la humedad del grano a la que se almacena y la temperatura ambiental durante este período.
- ✓ Al realizar el proceso de nixtamalización al grano de maíz contaminado se determinó que los niveles de micotoxinas disminuyen en promedio un 38%.
- ✓ La prevención de la contaminación con micotoxinas debe iniciar desde la selección de semillas libre de hongos toxigénicos, además es importante reducir los daños provocados por insectos e infecciones fúngicas, así mismo combatir las malezas dentro del cultivo.

10. RECOMENDACIONES

- ✓ Evitar el estrés del cultivo durante la producción provocado por sequía, plagas y enfermedades, estableciendo sistemas agroforestales, estructuras de conservación de suelo (acequias, barreras vivas o muertas).
- ✓ Para prevenir que aumente la contaminación del grano para consumo debe de almacenarse con una humedad inferior al 13% y tomar en cuenta la temperatura ambiental que debe andar entre 25 °C - 30 °C
- ✓ No alimentar animales de granja con grano de maíz sin cocer (nixtamalizar) debido a que la contaminación de micotoxinas en el grano crudo (almacenado) es mayor y puede ser perjudicial para la salud del consumidor debido a la residualidad es las mismas
- ✓ La prevención de la contaminación con micotoxinas debe iniciar desde la selección de semillas libre de hongos toxigénicos, además es importante reducir los daños provocados por insectos e infecciones fúngicas, así mismo combatir las malezas dentro del cultivo.
- ✓ Determinar que origen de semilla (comercial, local, nativa o propia) es la que tiene más contaminación con micotoxinas.
- ✓ Determinar que factores influyen en la germinación de micotoxinas.
- ✓ Evaluar tratamientos al grano de maíz (*Zea mays* L.) para reducir la cantidad de contaminación con micotoxinas.

11. BIBLIOGRAFÍA

Abastida Ulloa, JA. 1999. Evaluación de la incidencia de aflatoxinas en dos variedades de maíz (*Zea mays*) en Zamorano (en línea). Tesis Lic. Francisco Morazán, Honduras, UZ. 51 p. Consultado 7 jul. 2017. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1498/3/T937.pdf>

Agustín Agustín, CF. 2009. Evaluación de la caseta secadora para el manejo post cosecha de maíz *Zea mays* en la comunidad Cedritos milla siete, Morales, Izabal (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 55 p. Consultado 29 jul. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2551.pdf

ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). s.f. Cultivo de maíz (en línea). Guatemala. Consultado 05 jul. 2017. Disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_maiz#Dobla

Anguiano, GL; Verver, A; Guzmán, D. 2005. Inactivación de aflatoxina B1 y aflatoxicol por nixtamalización tradicional del maíz y su regeneración por acidificación de la masa (en línea). Salud Pública de México. Volumen 47. Consultado el 27 de ago. 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342005000500007

Barrios Canek, M; Colindres, P; González, FR; Ovando, G; Pérez, Y. 2016. Taller sobre malformaciones genéticas en Guatemala (en línea). Guatemala, URL. 71 p. Consultado 18 oct. 2017. Disponible en <https://publichealth.gwu.edu/sites/default/files/images/Informe%20Taller%20GUT%20Con%20Anom%20%20Nov%204%202016%201637hrs.pdf>

Borutova, R. 2017. Resultados de los análisis de micotoxinas en el maíz cosechado en la campaña de 2016 (en línea). Nutriad Internacional. Consultado el 28 de ago. 2018. Disponible en: <https://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/15346/id-empresas/resultados-de-los-analisis-de-micotoxinas-en-el-maiz-cosechado-en-la-campana-de-2016.html>

Carrillo, L; Audisio, MC. 2007. Manual de microbiología de los alimentos (en línea). San Salvador de Jujuy, Argentina, UNJU, Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias. 191 p. Consultado 10 jul. 2017. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/9%20micotoxinas.pdf>

Castellari, C; Marcos, F; Pacín, A. 2018. Máiz en Silos Bolsa: comportamiento de los hongos micotoxigénicos durante el almacenamiento (en línea). Ergomix, Artículo técnico. Consultado el 23 de ago. 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/maiz-silos-bolsa-comportamiento-t42294.htm>

Colmenares, AS. 2016. Manejo postcosecha de maíz (*Zea mays*) para la reducción de aflatoxinas y fumonisinas en maíz cultivado y consumido en el departamento de Huehuetenango, Guatemala (en línea). Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. 21p. consultado 22 de jul. 2018. Disponible en: <https://publichealth.gwu.edu/sites/default/files/images/Panel%203%204%20Licenciada%20Ana%20Silvia%20Colmenares.pdf>

Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. 2013. Deoxinivalenol (en línea). España. Consultado 11 sep. 2017. Disponible en: <http://legacy.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/Documentacion/BibliotecaVenezuela/Documents/Redacci%C3%B3n-Referencias-Bibliogr%C3%A1ficas.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas (en línea). Consultado el 3 sep. 2018. Disponible en http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BRCP%2B51-2003%252FCXC_051s.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. Manual sobre la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPC) en la prevención y control de las micotoxinas (en línea). Roma, Italia.

130 p. Consultado 3 jul. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/Y1390S/Y1390S00.HTM>

Fuentes López, MR. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, ICTA. 45 p. Consultado 04 ago. 2017. Disponible en <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>

Gimeno, A; Martins, ML. 2011. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos (en línea). 3 ed. Estados Unidos de América, Special Nutrients, INC. 128 p. Consultado 8 sep. 2017. Disponible en: <http://specialnutrients.com/pdf/book/3%20edicion%20MICOTOXINAS%20LR%20Segur%20e.pdf>

Gómez Grijalva, LA. 2009. Análisis de cinco diferentes micotoxinas en muestras de alimentos terminados para aves de corral, remitidas al laboratorio de ornitopatología y avicultura de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. período de julio de 2007 a junio de 2008 (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 40 p. Consultado 23 jul. 2017. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3372/2/Tesis%20Med%20Vet%20Leonidas%20A%20Gomez%20G.pdf>

González, A. 2016. Anomalías congénitas (en línea). Prensa Libre, Guatemala; 6 mar. Consultado 2 oct. 2017. Disponible en <http://www.prensalibre.com/anomalias-congenitas>

López, LM. 2013. Principales micotoxicosis asociadas al consumo de maíz y sus subproductos (en línea). Caldas, Antioquía. Corporación Universitaria Lasallista. Trabajo de grado. Consultado el 2 de ago. 2018. Disponible en http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1039/1/Principales_micotoxicosis_asociadas_consumo_maiz_subproductos.pdf

Mallmann, CA; Hummes Rauber, R; Giacomini, L. s.f. Factores de formación de las micotoxinas y sus formas de control (en línea). Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil, UFSM. 8 p. Consultado 17 jul. 2017. Disponible en http://www.lamic.ufsm.br/papers/20060515_factores.pdf

Martínez, HY; Hernández, S. 2013. El Género Aspergillus y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas (en línea). Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional. México. Consultado el 14 de agosto de 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092013000200005

Méndez, A; Moreno, E. 2009. Aflatoxinas en las tortillas de maíz. Universidad Nacional Autónoma de México –UNAM-, México. Consultado el 31 de julio de 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/aflatoxinas-tortillas-maiz-t33027.htm>

Orozco, A. 2014. Secado del maíz no cumple requisitos (en línea). Prensa Libre, Guatemala; 27 abr. Consultado 12 jul. 2017. Disponible en http://www.prensalibre.com/noticias/Secado-maiz-cumple-requisitos_0_1127887252.html

Orozco, A. 2014. Toxina en maíz afecta a la niñez (en línea). Prensa Libre, Guatemala; 28 feb. Consultado 25 jul. 2017. Disponible en http://www.prensalibre.com/noticias/comunitario/Toxina-maiz-afecta-ninez_0_1093090719.html

Presello, D; Fernández, M; Oviedo, S; Iglesias, J; Giomi G; Fauguel C. s.f. Micotoxinas en maíz (en línea). Argentina. 59 p. Consultado 23 jul. 2017. Disponible en http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/7611/mod_resource/content/1/CUADERNILLO%202018.pdf

Quiel Arauz, PA., 1994. Caracterización de técnicas de manejo postcosecha y presencia de aflatoxinas en maíz almacenado en sistemas tradicionales y mejorados por pequeños agricultores en dos municipios de Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo, Escuela

Agrícola Panamericana. Honduras. 222 p. consultado el 15 de junio de 2018. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1499/1/CPA-1994-T055>

Requena, F; Saume, E; León, A. 2005. Micotoxinas: riesgos y prevención, Maracay, Aragua, Venezuela (en línea). Revista Zootecnia Tropical 23(4):393-410. Consultado 13 jul. 2017. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692005000400005

Rivas Cancino, G. s.f. Aflatoxinas en maíz (en línea). Celaya, Guanajuato, México, Intagri SC. Consultado 11 jul. 2017. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/aflatoxinas-en-maiz>

Romagnoli, M; Silva, S. 2009. Las micotoxinas. ¿Qué sabemos sobre esta problemática?(en línea). Revista Agromensajes (27). UNR. Argentina. Consultado 14 ago. 2017. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/27/2AM27.htm>

Roskopf, R; Cardoso, L; Iglesias, J; Presello, D. 2017. Micotoxinas en los granos y subproductos. La prevención a campo, en la cosecha y durante el almacenamiento son determinantes (en línea). Ergomix, artículo técnico. Consultado 3 de sep. 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/micotoxinas-granos-subproductos-prevencion-t40611.htm>

Salazar Juárez, LF. 2008. Determinación de la presencia de aflatoxinas en granos de maíz (*Zea mays*) producidos en Petén y distribuidos en la central de mayoreo de la ciudad capital, y elaboración de un análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC) (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 83 p. Consultado 13 jun. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2684.pdf

SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo Camotán, Chiquimula (en línea). Guatemala. 139 p. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=328;pdm-camotan>

SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo Jocotán, Chiquimula (en línea). Guatemala. 125 p. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=327:pdm-jocotan>

SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo Olopa, Chiquimula (en línea). Guatemala. 134 p. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=329:pdm-olopa>

SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo San Juan Ermita, Chiquimula (en línea). Guatemala. 135 p. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=326:pdm-san-juan-ermita>

Torres, OR. 2000. Evaluación de métodos para descontaminar maíz con micotoxinas a nivel del hogar en una comunidad indígena del altiplano de Guatemala (en línea). Guatemala, CONCYT. 104 p. Consultado 05 ago. 2017. Disponible en <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%201998.58.pdf>

Torres, OR. 2013. Determinación, caracterización y evaluación de tipo de aflatoxinas que influyen en el retardo de talla para edad en niñas de Guatemala (en línea). Guatemala, CONCYT, FONACYT, SENACYT. 109 p. Consultado 03 ago. 2017. Disponible en <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202012.04.pdf>

Vega, V. 2012. Hongos micotoxigénicos y aflatoxinas en granos de maíz de diferentes orígenes geográficos de la República de México (en línea). Tesis ingeniero agrónomo. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Consultado el 3 sep. 2018. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4349/T19298%20%20%20VEGA%20ORTIZ,%20VERONICA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

12. ANEXOS

Anexo 1. Boleta de recolección de muestras del grano de maíz.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Boleta No:

MUESTREO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN EL GRANO DE MAIZ

Nombre del productor		Responsable del muestreo	
Comunidad		Fecha de recolección de la muestra	
Municipio, departamento		Código de la muestra	Fotografía número
Nombre de la variedad criolla		Momento del muestreo (tapisca, almacenamiento, consumo)	
Área que siembra	Fecha de siembra	Ubicación (Coordenadas)	
Origen de la semilla	Humedad del grano	Daño por insectos	Presencia de moho:
Información del manejo postcosecha (2, 3 y 4 llenar en muestreo de tapisca; 5 y 6 llenar en muestreo almacenamiento)			
1. Fecha de dobla, tapisca o almacenamiento		2. Lugar donde se realiza el desgrane	
3. Desgrane del maíz (desgranadora, aporreo)		4. Destino del grano (venta o consumo familiar)	
5. Almacenamiento (granero, costal, barriles, troja)		6. Tratamiento (dosis) del grano en almacenamiento	

Anexo 2. Base de datos de 96 Productores de maíz (*Zea mays L.*) seleccionados para la obtención de muestras de granos en tres etapas (tapisca, almacenamiento y consumo), Chiquimula, Guatemala, 2018.

NOMBRE DEL PRODUCTOR	MUNICIPIO	VARIEDAD	COMUNIDAD
Juana Argentina Vásquez Alonso	San Juan Ermita	Criollo	Veguitas
Oscar Aníbal Pasos Lemus	San Juan Ermita	Criollo	
Benjamína Alonso Méndez	San Juan Ermita	Criollo	
José Alejandro Roque Pérez	San Juan Ermita	Criollo	Carrizal
Samuel Pérez	San Juan Ermita	Criollo	Carrizal
Víctor Hugo Campos Vargas	San Juan Ermita	Criollo	Minas Abajo
José Vicente Lemus Villeda	San Juan Ermita	Criollo	Chancó
Maura Ramos Quilimaco	San Juan Ermita	Criollo	Chancó
Lucas Guerra	San Juan Ermita	Criollo	Mojón
Hercilia Ramírez Guerra	San Juan Ermita	Criollo	Mojón
Saturnino Escalante García	San Juan Ermita	Criollo	Magueyal
Angel Miguel Gutiérrez Díaz	San Juan Ermita	Criollo	Tasharjá Arriba
Julián Gutiérrez	San Juan Ermita	Criollo	Tasharjá Arriba
Heydi Elvira de la Cruz Roque	San Juan Ermita	Criollo	Tasharjá Centro
Gerardo López Vásquez	San Juan Ermita	Criollo	Los López
Marcelino López Cazanga	San Juan Ermita	Criollo	Los López

Blanca Olivia Nufio	San Juan Ermita	Elote Canche 3 meses	Pinalito
Jorge Adalberto Vásquez Díaz	San Juan Ermita	Máquina	Buena Vista
Alejandro Vásquez	San Juan Ermita	Arrequín 3 meses	Buena Vista
Aquilino Jesús García	San Juan Ermita	maíz de piedra	Buena Vista
Héctor Orlando Campos Campos	San Juan Ermita	hb-blanco seleccionado 15 años	Minas Abajo
Raúl de Jesús Lemus Campos	San Juan Ermita	Arrequín	Minas Abajo
Armando Campos Méndez	San Juan Ermita	Arrequín	Minas Abajo
Trinida Campos Jordán	San Juan Ermita	Arrequín	Minas Abajo
Ramiro Martínez	San Juan Ermita	maíz de cal	Ticanlú
Luis Alfonso Pinto Guerra	San Juan Ermita	ICTA B1	Ticanlú
Guillermo Lemus	San Juan Ermita	Arrequín	Corral de piedra
Mynor Danilo Zacarías Martínez	San Juan Ermita	Arrequín	Corral de piedra
Juan José Acevedo Villagrán	San Juan Ermita	Arrequín	Corral de piedra
Rosendo Ramos	San Juan Ermita	ICTA	Corral de piedra
Francisco Lemus Duarte	San Juan Ermita	Valle verde	Ticanlú
Antonio Méndez	San Juan Ermita	Criollo	Ticanlú
Francisco Lemus Zacarías	San Juan Ermita	ICTA	Ticanlú
Carlos Enrique Lemus	San Juan Ermita	ICTA	Ticanlú

Isaac Martínez Ramos	San Juan Ermita	ICTA	Ticanlú
Alfonso Reyes Gutiérrez	San Juan Ermita	ICTA	Vivienda nueva los planes
Eris Daniel Pérez Mendoza	Camotán	Criollo	Pajcó
Lorenza Mendoza Hernández	Camotán	Criollo	Pajcó
Edgar Obdulio Ramírez	Camotán	Criollo	Murul, Shupá
Coronado Carranza	Camotán	Criollo	Murul, Shupá
Daniel Esquivel Amador	Camotán	Criollo	Shupá, Rebalsa
Remigio Interiano	Camotán	Criollo	Lantiquín
Toribio Nájera	Camotán	Criollo	Lantiquín
Camilo García García	Camotán	Criollo	Lantiquín
Rolando García Ramírez	Camotán	Criollo	Cañón, Tisipe
Claudio Amador	Camotán	Criollo	Talco, Tisipe
Santiago García	Camotán	Criollo	Tirra Blanca, Tisipe
Maripol Aldana Recinos	Camotán	Criollo	Nearar, Camotán
Cecilio Aldana	Camotán	Criollo	Nearar, Camotán
Mario Ávalos	Camotán	Criollo	Petentá, Nearar
Juana Ávalos	Camotán	Criollo	Lela Centro
Francisco Oliverio Ávalos	Camotán	Criollo	Palo Verde 2 Centro
Marco Gutiérrez	Camotán	Criollo	Lela Obraje
Eduviges Guerra Raymundo	Camotán	Criollo	Caserio Ojo de Agua
Petronilo Pérez	Camotán	Criollo	Descombros
Onofre Raymundo	Camotán	Criollo	Limar, Lela Chanco
Héctor Ovidio Vásquez	Camotán	Criollo	E Limar, Lela Chancó
Máximo Amador	Camotán	h-s	E Limar, Lela Chancó
Pedro Pérez López	Camotán	h-s	Los Hernández
Aureliano García	Camotán	h-s	Los Hernández
Vicente García	Camotán	Criollo	la laguna volcán

Guillermo Ramírez	Camotán	Valle verde	Caserío Plan del Morro
Natalia Escalante	Camotán	Criollo	Caserío Ushurjá
jesús Guerra Raymundo	Camotán	Criollo	La quesera
Ladislaio Guerra	Camotán	Criollo	El Despoblado
Cristóbla López Guerra	Camotán	Criollo	La Libertad
Everilda Gutiérrez	Camotán	Criollo	La Libertad
Carlos López	Camotán	Criollo	La Libertad
Laureano García	Camotán	Criollo	Barrio San Antonio
Edvin Noé Avila	Camotán	Criollo	Barrio San Antonio
Julia Díaz	Camotán	Arrequín 15	Lantiquín
Jorge Pérez García	Jocotán	Arrequín	Escobillal
Marcelino García	Jocotán	ICTA B7	Escobillal
Arnoldo Pérez Díaz	Jocotán	Valle verde	Oquén
Arturo Gonsález Pérez	Jocotán	elote canche 2 meses 20	Oquén
Gilberta Díaz	Jocotán	Arrequín	Tunucó
María Ramírez García	Jocotán	Arrequín	La Criba, Tunucó Arriba
Pedro de Rosa Pérez	Jocotán	maíz chacapeño	las flores
Olga de María Monroy Monroy	Jocotán	maíz chacapeño	las flores
Belizario Súchite García	Jocotán	maíz de cal	Palmar, Guareruche
Isamael Díaz García	Jocotán	Arrequín	Pinalito, Suchiquer
Pedro Ramírez	Jocotán	arrequín 3 meses	Pinalito, Suchiquer
Raúl Antonio Díaz Raymundo	Jocotán	maíz de piedra	Pinalito, Suchiquer
Esteban Díaz García	Jocotán	ICTA B7	Pinalito, Suchiquer
José Ramiro Díaz Gonsález	Jocotán	Arrequín	Pinalito, Suchiquer
Raymundo Vásquez Mejía	Jocotán	Arrequín	Oquén centro
Miriam Mayreli López Súchite	Jocotán	Arrequín	Guaraquiche centro
Margarita Pérez Vásquez	Jocotán	Arrequín	Guaraquiche centro
Elvira Martínez	Jocotán	Arrequín	Tierra Blanca, Los Vados

Cristóbal Marcos	Jocotán	Barranqueño	Escobillal
Octavio Gutiérrez Lemus	Jocotán	Guajaqueño	Tesoro Arriba
María Victoria Ramos	Jocotán	Rocameño	Tesoro Arriba
Dolores Alberto Díaz	Jocotán	Máquina	Tesoro Abajo
Amílcar de la Cruz Jordán	Jocotán	Criollo	Tesoro Abajo
Rolando de la Cruz García	Jocotán	Máquina	Tesoro Abajo
Martín Ramírez	Jocotán	Cobanero	Tunucó Arriba

Anexo 3. Resultados de análisis de 288 muestras de granos de maíz (*Zea mays L.*) en etapa de taping, almacenamiento y consumo respectivamente, proveniente de la región Ch'orti', del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018.



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO
MICOTOXINAS**

SOLICITUD NO. 7966

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 09/02/2018
Fecha de egreso: 28/02/2018
Muestra: MAIZ BLANCO JC
Número de muestras enviadas: -25-
Análisis solicitado MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	JC 1	5.88			
2	JC 2	8.11			
3	JC 3	5.93			
4	JC 4	4.30	2.08	8.69	0.07
5	JC 5	17.81			
6	JC 6	9.14			
7	JC 7	6.84			
8	JC 8	8.10			
9	JC 9	31.12			
10	JC 10	3.42			
11	JC 11	3.83			
12	JC 12	23.15			
13	JC 13	4.21			
14	JC 14	25.32	1.22	3.92	0.04
15	JC 15	7.11			
16	JC 16	8.15			
17	JC 17	38.40			
18	JC 18	6.17			
19	JC 19	5.59	1.79	1.57	0.08
20	JC 20	4.10			
21	JC 21	22.17			
22	JC 22	4.39	2.11	6.81	0.09
23	JC 23	3.88			



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	JC 24	5.92			
25	JC 25	6.81			
ULTIMA LINEA					

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas)

CÓDIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas Totales :	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)
Ocratoxina :	El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)
Fumonisina :	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)
DON : (Vomitoxina)	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Telefax: 2485-7128
Tel.: 5206-7173 y 2442-1240


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo.

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 7965

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 09/02/2018
Fecha de egreso: 28/02/2018
Muestra: MAIZ BLANCO CM
CM 14 MAIZ NEGRO
Número de muestras enviadas: -35-
Análisis solicitado MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	CM 1	0.45	0.41	1.37	0.10
2	CM 2	3.16			
3	CM 3	4.57			
4	CM 4	1.33			
5	CM 5	3.40			
6	CM 6	2.17			
7	CM 7	1.12			
8	CM 8	3.19			
9	CM 9	0.57		1.68	
10	CM 10	3.14			
11	CM 11	2.08			
12	CM 12	1.72			
13	CM 13	3.84			
14	CM 14	1.37	0.23	6.53	0.04
15	CM 15	1.95			
16	CM 16	2.87			
17	CM 17	3.14			
18	CM 18	4.58	0.31	0.82	0.02
19	CM 19	4.19			
20	CM 20	3.14			
21	CM 21	4.09			
22	CM 22	3.96	1.32	0.45	0.04
23	CM 23	2.27			



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	CM 24	2.60			
25	CM 25	3.44			
26	CM 26	1.73			
27	CM 27	2.86			
28	CM 28	1.77			
29	CM 29	2.04			
30	CM 30	2.41			
31	CM 31	1.90			
32	CM 32	2.11			
33	CM 33	4.32			
34	CM 34	3.78			
35	CM 35	2.54			
ULTIMA LINEA					

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

CÓDIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas : Totales	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)
Ocratoxina :	El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)
Fumonisina :	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)
DON : (Vomitoxina)	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)



MYCOTOX LAB.
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Telefax: 2485-7128
Tel.: 5205-7173 y 2442-1240


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 7967

Empresa: HICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 09/02/2018
Fecha de egreso: 28/02/2018
Muestra: MAIZ BLANCO SJ
Número de muestras enviadas: -36-
Análisis solicitado MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	SJ 1	6.42			
2	SJ 2	5.93			
3	SJ 3	4.96			
4	SJ 4	8.12			
5	SJ 5	7.14			
6	SJ 6	9.19			
7	SJ 7	6.25	1.42	10.77	0.08
8	SJ 8	2.48	3.82	5.71	0.06
9	SJ 9	2.81			
10	SJ 10	6.88			
11	SJ 11	4.78	2.27	10.95	0.13
12	SJ 12	4.19	2.24	11.42	0.19
13	SJ 13	4.24	2.14	11.51	0.17
14	SJ 14	8.11			
15	SJ 15	6.22			
16	SJ 16	6.88	1.34	10.80	0.06
17	SJ 17	4.28	2.38	10.33	0.16
18	SJ 18	8.91			
19	SJ 19	16.84	4.11	6.10	0.17
20	SJ 20	7.85			
21	SJ 21	9.14			
22	SJ 22	7.62			
23	SJ 23	9.38			



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	SJ 24	4.82			
25	SJ 25	7.23			
26	SJ 26	7.14			
27	SJ 27	6.53	1.74	10.83	0.07
28	SJ 28	7.18			
29	SJ 29	6.31	1.94	10.42	0.08
30	SJ 30	6.64			
31	SJ 31	5.31			
32	SJ 32	6.93			
33	SJ 33	3.19			
34	SJ 34	4.32			
35	SJ 35	8.63			
36	SJ 36	4.54			
ULTIMA LINEA					

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

CÓDIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Unión Europea u otras Normas Internacionales.

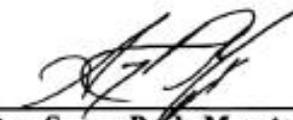
Aflatoxinas : Totales	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)
Ocratoxina :	El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)
Fumonisina :	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)
DON : (Vomitoxina)	El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

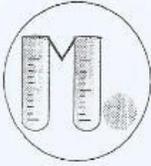


MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Telefax: 2485-7128
Tel.: 5208-7173 y 2442-1240


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.



MYCOTOX LAB.

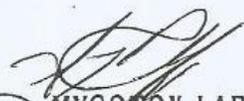
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8060

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 03/04/2018
Fecha de egreso: 19/04/2018
Muestra: MAIZ JC
Número de muestras enviadas: -25-
Análisis solicitado: MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	JC 1	0.09			
2	JC 2	5.22			
3	JC 3	2.11	2.86	1.69	0.06
4	JC 4	6.61			
5	JC 5	3.72			
6	JC 6	4.93			
7	JC 7	1.99	0.89	0.42	0.04
8	JC 8	1.66	0.49	0.32	0.96
9	JC 9	0.94			
10	JC 10	17.15			
11	JC 11	2.14			
12	JC 12	2.14			
13	JC 13	8.04			
14	JC 14	2.54			
15	JC 15	1.37	1.88	3.31	0.13
16	JC 16	32.27			
17	JC 17	6.91			
18	JC 18	1.94			
19	JC 19	3.82			
20	JC 20	2.22			
21	JC 21	2.71			
22	JC 22	3.15			
23	JC 23	7.46			


 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	JC 24	0.35	0.72	6.61	0.04
25	JC 25	24.15			
ULTIMA LINEA					

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas)

CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coganor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina : El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab no se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab no se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8059

Empresa: **IICA - CRIA**
Dirección: **7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402**
Remitido por : **Ing. Servio Villela**
Teléfonos: **5883-0717/2386-5900**
Fecha de ingreso: **03/04/2018**
Fecha de egreso: **19/04/2018**
Muestra: **MAIZ CM**
Número de muestras enviadas: **-35-**
Análisis solicitado **MICOTOXINAS**
Muestra tomada por: **CLIENTE.**

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	CM 1	65.81		7.23	
2	CM 2	10.14			
3	CM 3	71.25	2.84	2.56	0.93
4	CM 4	44.15			
5	CM 5	6.15			
6	CM 6	72.86			
7	CM 7	8.16	0.72	0.48	0.02
8	CM 8	72.82			
9	CM 9	9.11			
10	CM 10	27.94			
11	CM 11	38.71	0.46	0.44	0.02
12	CM 12	2.84			
13	CM 13	6.17			
14	CM 14	12.18		0.41	
15	CM 15	24.62			
16	CM 16	38.15			
17	CM 17	18.77			
18	CM 18	31.46			
19	CM 19	11.18			
20	CM 20	7.14			
21	CM 21	88.44	0.48	0.61	0.05
22	CM 22	56.18			
23	CM 23	17.64			

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	CM 24	4.28			
25	CM 25	3.62			
26	CM 26	28.15			
27	CM 27	80.17			
28	CM 28	34.12			
29	CM 29	55.13			
30	CM 30	37.14			
31	CM 31	11.17			
32	CM 32	26.42			
33	CM 33	27.51			
34	CM 34	31.18			
35	CM 35	31.87	6.80	5.36	0.112
ULTIMA LINEA					

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

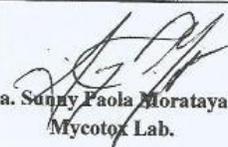
CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina : El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

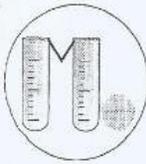
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173

www.mycotoxlab.com



MYCOTOX LAB.

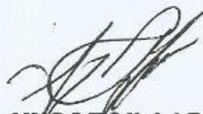
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

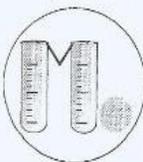
INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8061

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 03/04/2018
Fecha de egreso: 19/04/2018
Muestra: MAIZ SJ
Número de muestras enviadas: -36-
Análisis solicitado MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	SJ 1	14.64			
2	SJ 2	17.28			
3	SJ 3	0.86			
4	SJ 4	26.94			
5	SJ 5	23.15			
6	SJ 6	3.24			
7	SJ 7	6.71			
8	SJ 8	5.34			
9	SJ 9	24.88			
10	SJ 10	12.48			
11	SJ 11	9.57			
12	SJ 12	8.71			
13	SJ 13	0.86	0.25	0.04	0.03
14	SJ 14	28.15			
15	SJ 15	2.46	8.84	0.96	0.06
16	SJ 16	33.16			
17	SJ 17	8.18			
18	SJ 18	24.83			
19	SJ 19	1.12	1.47	0.56	0.08
20	SJ 20	24.12			
21	SJ 21	1.72			
22	SJ 22	2.71			
23	SJ 23	32.86			


MYCOTOX LAB.
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	SJ 24	4.02			
25	SJ 25	1.18			
26	SJ 26	0.96			
27	SJ 27	5.93			
28	SJ 28	6.19			
29	SJ 29	6.84			
30	SJ 30	1.91	2.81	6.69	0.14
31	SJ 31	2.82			
32	SJ 32	6.57			
33	SJ 33	6.17	0.20	0.43	0.13
34	SJ 34	3.76			
35	SJ 35	17.52			
36	SJ 36	26.14			

ULTIMA LINEA

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

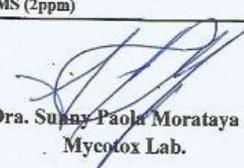
CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas: El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina: El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina: El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON: El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

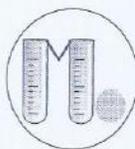
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8108

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 08/05/2018
Fecha de egreso: 18/05/2018
Muestra: MAIZ COCIDO JC
Número de muestras enviadas: -25-
Análisis solicitado: MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	JC 1	7.18	2.52	0.21	0.22
2	JC 2	12.91			
3	JC 3	9.84			
4	JC 4	6.15			
5	JC 5	10.18	3.15	1.12	0.16
6	JC 6	12.77			
7	JC 7	9.82			
8	JC 8	15.16			
9	JC 9	11.71			
10	JC 10	10.84			
11	JC 11	14.53	2.29	1.31	0.13
12	JC 12	11.08			
13	JC 13	8.94			
14	JC 14	14.22			
15	JC 15	16.07			
16	JC 16	9.71	3.88	0.94	0.18
17	JC 17	11.62			
18	JC 18	13.88			
19	JC 19	10.17			
20	JC 20	13.41	3.67	1.62	0.15
21	JC 21	9.81			
22	JC 22	14.94			
23	JC 23	16.27			



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

www.mycotoxlab.com



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	JC 24	13.12			
25	JC 25	10.93			

ULTIMA LINEA

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas Totales: El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coganor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina: El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina: El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON (Vomitoxina): El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.



MYCOTOX LAB.
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab. Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente. Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8107

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 08/05/2018
Fecha de egreso: 18/05/2018
Muestra: MAIZ COCIDO CM
Número de muestras enviadas: -35-
Análisis solicitado: MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	CM 1	3.91	2.36	0.47	2.36
2	CM 2	4.15			
3	CM 3	7.87			
4	CM 4	5.13			
5	CM 5	12.82	4.71	0.78	0.13
6	CM 6	10.84			
7	CM 7	6.77			
8	CM 8	8.19			
9	CM 9	11.14			
10	CM 10	7.11			
11	CM 11	12.94			
12	CM 12	9.25			
13	CM 13	8.91			
14	CM 14	11.18			
15	CM 15	13.26			
16	CM 16	9.92	3.94	0.71	0.98
17	CM 17	4.29			
18	CM 18	8.43			
19	CM 19	10.32			
20	CM 20	16.15			
21	CM 21	7.88			
22	CM 22	11.64			
23	CM 23	10.43			

www.mycotoxlab.com



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	CM 24	9.97			
25	CM 25	6.45	2.86	0.72	0.43
26	CM 26	8.14			
27	CM 27	12.76			
28	CM 28	9.11			
29	CM 29	10.66			
30	CM 30	4.82			
31	CM 31	11.71			
32	CM 32	17.04			
33	CM 33	15.55	2.04	0.39	1.84
34	CM 34	8.79			
35	CM 35	7.14			

ULTIMA LINEA

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

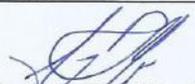
CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Union Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina : El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Sunny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173

www.mycotoxlab.com

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

INFORME RESULTADOS LABORATORIO MICOTOXINAS

SOLICITUD NO. 8109

Empresa: IICA - CRIA
Dirección: 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. La Galería 4o. Nivel, Of. 402
Remitido por : Ing. Servio Villela
Teléfonos: 5883-0717/2386-5900
Fecha de ingreso: 08/05/2018
Fecha de egreso: 18/05/2018
Muestra: MAIZ COCIDO SJ
Número de muestras enviadas: -36-
Análisis solicitado: MICOTOXINAS
Muestra tomada por: CLIENTE.

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
1	SJ 1	10.94			
2	SJ 2	7.41			
3	SJ 3	8.48	1.83	0.31	0.32
4	SJ 4	6.27			
5	SJ 5	7.22	2.11	0.36	0.22
6	SJ 6	10.84			
7	SJ 7	11.15			
8	SJ 8	8.16			
9	SJ 9	14.57			
10	SJ 10	7.92			
11	SJ 11	15.65			
12	SJ 12	12.11			
13	SJ 13	9.47			
14	SJ 14	8.55			
15	SJ 15	11.72			
16	SJ 16	14.63			
17	SJ 17	7.82			
18	SJ 18	16.06	3.55	2.02	0.27
19	SJ 19	11.47			
20	SJ 20	10.09			
21	SJ 21	9.11			
22	SJ 22	14.72			
23	SJ 23	9.16			



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

www.mycotoxlab.com



MYCOTOX LAB.

Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros

Cantidad Muestras	Identificación	Aflatoxinas (PPB)	Ocratoxina (PPB)	Fumonisina (PPM)	DON (PPM)
24	SJ 24	16.82			
25	SJ 25	15.71	3.11	0.94	0.43
26	SJ 26	11.43			
27	SJ 27	9.88			
28	SJ 28	8.14			
29	SJ 29	8.73			
30	SJ 30	11.64			
31	SJ 31	7.93			
32	SJ 32	10.12			
33	SJ 33	9.81	2.83	1.15	0.28
34	SJ 34	16.42			
35	SJ 35	13.08			
36	SJ 36	10.43			

ULTIMA LINEA

Método: Elisa (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas)

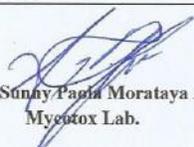
CODIGO DE SALUD: Cuando las Normas de COGUANOR se encuentran desactualizadas o no contienen los datos para determinación o interpretación de resultados, se toman como referencia las Normas del CODEX ALIMENTARIUS, FDA, OMS, OIC, Unión Europea u otras Normas Internacionales.

Aflatoxinas : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la Normativa Coguanor NGO 34 047 (20 ppb)

Ocratoxina : El producto se considera de riesgo para consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OIC (5 ppb)

Fumonisina : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)

DON : El producto se considera de riesgo para su consumo si se encuentra por encima de los niveles de rechazo sugeridos según la OMS (2ppm)


Dra. Stiny Paola Morataya A.
Mycotox Lab.

Condiciones Generales:

Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.

Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.

Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.

Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.

Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.

cc/Archivo

2a. Avenida 33-00, zona 12, Col. El Carmen, Cond. El Carmen Casa No. 4
Telefax 2485-7128, Tel. 2442-1240, Cel. 5206-7173

www.mycotoxlab.com

 **MYCOTOX LAB.**
Análisis Alimentos
Micotoxinas y Otros
2a. Avenida 33-00, Zona 12
Col. El Carmen, Cond. El Carmen
Casa # 4, Tel.: 2485-7128
Tels.: 5206-7173, 2442-1240
2219-8555

Anexo 4. Muestras de granos de maíz (*Zea mays L.*) del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018.



Imagen a) Maíz en etapa de doble, previo a seleccionar (tapiscar) las 10 mazorcas o 3 libras.

Imagen b) 11 mazorcas de maíz seleccionadas del campo de producción.

Imagen c) Desgrane a mano de las 11 mazorcas de maíz seleccionadas.

Anexo 5. Muestras de granos de maíz (*Zea mays* L.) del municipio de Camotán, del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018.



Imagen a) Maíz en etapa de dobla, previo a seleccionar (tapiscar) las 10 mazorcas o 3 libras.

Imagen b) 18 mazorcas de maíz seleccionadas del campo de producción.

Imagen c) Desgrane a mano de las 18 mazorcas de maíz seleccionadas.

Anexo 6. Muestras de granos de maíz (*Zea mays* L.) del municipio de San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018.

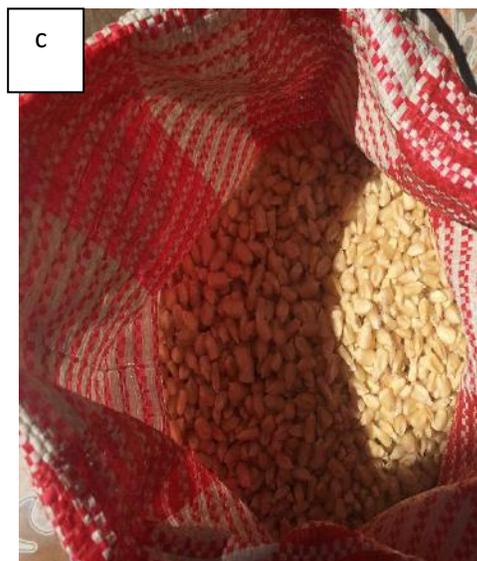
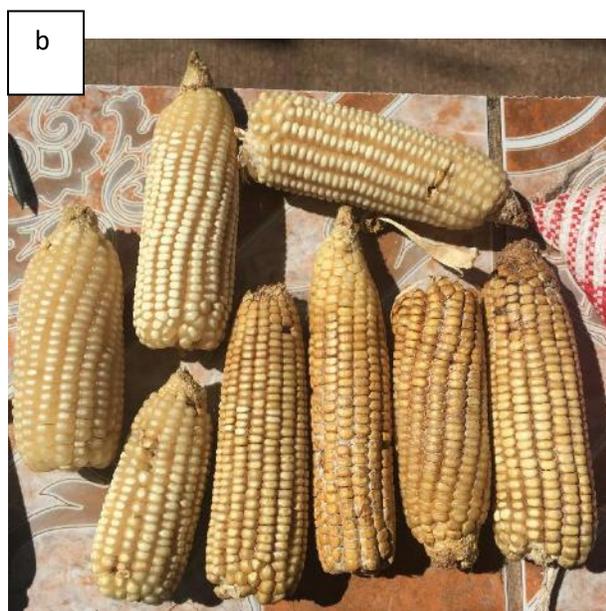


Imagen a) Maíz en etapa de dobla, previo a seleccionar (tapiscar) las 10 mazorcas o 3 libras.

Imagen b) 8 mazorcas de maíz seleccionadas del campo de producción.

Imagen c) Desgrane a mano de las 8 mazorcas de maíz seleccionadas.

Anexo 7. Muestras de granos de maíz (*Zea mays* L.) de los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula, Guatemala, 2018.



Imagen a) Maíz cocido en una localidad del municipio de Jocotán para el análisis de Micotoxinas.

Imagen b) Maíz cocido en una localidad del municipio de Camotán para el análisis de Micotoxinas.

Imagen c) Maíz cocido en una localidad del municipio de San Juan Ermita para el análisis de Micotoxinas.

