

Maíz y micotoxinas en la región Ch'ortí: un desafío para la salud y la soberanía alimentaria

Maize and mycotoxins in the Ch'ortí region: a challenge to health and food sovereignty

Servio Darío Villela Morataya

Doctorado en Investigación en Educación

Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

ppy293@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3777-4855>

Recibido: 11/01/2025

Aceptado: 22/03/2025

Publicado: 08/06/2025

Villela Morataya, S. D. (2025). Maíz y micotoxinas en la región Ch'ortí: un desafío para la salud y la soberanía alimentaria.

Revista Científica Avances en Ciencia y Docencia, 2(1), 57-66.

<https://doi.org/10.70939/revistadiged.v2i1.30>

Resumen

OBJETIVO: determinar la presencia de micotoxinas en granos de maíz (*Zea mays* L.) producidos y consumidos por familias campesinas en Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, de la región Ch'ortí de Chiquimula. **MÉTODO:** se aplicó un muestreo aleatorio simple y se seleccionaron 96 hogares productores de maíz. En cada uno se recolectaron tres muestras en las etapas de cosecha, almacenamiento y consumo, sumando 288 en total. Las técnicas incluyeron: caminamientos en parcela, muestreo en costales y recolección de maíz cocido. Las muestras fueron analizadas en laboratorio para detectar aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina A y deoxinivalenol. Además, se aplicaron encuestas sobre manejo postcosecha y preparación del maíz. **RESULTADOS:** el 100 % de las muestras analizadas presentaron al menos una micotoxina. Jocotán mostró niveles medios de aflatoxinas (10.79 ppb) y fumonisinas (5.25 ppm). Camotán reportó menores concentraciones, mientras que San Juan Ermita presentó los valores más altos de fumonisinas (9.88 ppm) y otras toxinas. Se identificó una relación directa entre el almacenamiento inadecuado —como el uso de costales sin secado— y el incremento en los niveles de contaminación por micotoxinas. **CONCLUSIÓN:** la presencia de micotoxinas en el maíz de consumo en la región Ch'ortí representa un riesgo para la salud y la seguridad alimentaria. Los niveles elevados, sobre todo en almacenamiento, evidencian la urgencia de mejorar las prácticas poscosecha y establecer sistemas comunitarios de vigilancia que reduzcan la exposición y fortalezcan la soberanía alimentaria local.

Palabras clave:

micotoxinas, aflatoxinas, fumonisinas, maíz, Ch'ortí

Abstract

OBJECTIVE: to determine the presence of mycotoxins in maize grains (*Zea mays* L.) produced and consumed by farming families in Jocotán, Camotán, and San Juan Ermita, located in the Ch'orti' region of Chiquimula. **METHOD:** a simple random sampling method was applied, using official records of staple grain producers. The sample size was calculated with a 95% confidence level and 10% margin of error, selecting 96 households. Each household provided three samples taken at different stages: harvest (tapisca), storage, and consumption, resulting in a total of 288 samples. Collection techniques included field transects, grain sampling in granaries, sacks, and trojas, and sampling of cooked maize. Laboratory analyses were performed to detect aflatoxins, fumonisins, ochratoxin A, and deoxynivalenol. Additionally, structured surveys were used to document post-harvest management, storage, and maize preparation practices. **RESULTS:** one hundred percent of the samples tested positive for at least one mycotoxin. In Jocotán, average levels were: aflatoxins 10.79 ppb, fumonisins 5.25 ppm, ochratoxin A 1.80 ppb, and deoxynivalenol 0.07 ppm. In Camotán: aflatoxins 2.68 ppb, fumonisins 2.17 ppm, ochratoxin A 0.57 ppb, and deoxynivalenol 0.05 ppm. San Juan Ermita showed the highest concentrations of fumonisins (9.88 ppm), ochratoxin A (2.34 ppb), and deoxynivalenol (0.12 ppm). Inadequate storage conditions—particularly the use of sacks without prior drying—were strongly associated with higher contamination levels. **CONCLUSION:** the widespread presence of mycotoxins in maize consumed by rural households in the Ch'orti' region poses a direct threat to public health and food security. The high levels found, especially during storage, underscore the urgent need to strengthen local capacities in post-harvest handling and to establish community-based monitoring systems that reduce risks and preserve territorial food sovereignty.

Keywords:

mycotoxins, aflatoxins, fumonisins, maize, Ch'orti'

Introducción:

El maíz (*Zea mays* L.) es la base de la alimentación de millones de personas en Guatemala. Aporta aproximadamente el 45 % de las calorías de la dieta diaria per cápita, y su cultivo ocupa el primer lugar entre los granos básicos del país, no solo por su extensión sembrada, sino también por su papel en la seguridad alimentaria y la economía rural (Fuentes López, 2002).

Sin embargo, esta importancia contrasta con una amenaza silenciosa: la presencia de micotoxinas. Estas son metabolitos secundarios producidos por hongos como *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, que contaminan los granos en campo y en almacenamiento. Su ingestión, inhalación o contacto dérmico puede causar enfermedades graves, disminución de la actividad biológica e incluso la muerte en humanos y animales (Pitt, 2000). Entre las más estudiadas por su impacto en salud pública están las aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas, tricotecenos y zearalenona (Gómez Grijalva, 2009).

A nivel internacional, se estima que el 25 % de las cosechas presentan algún nivel de contaminación por micotoxinas, aunque en regiones con estrés hídrico, daños por insectos o condiciones inadecuadas de almacenamiento, este porcentaje puede superar el 80 % (Romagnoli, 2009). En Guatemala, la situación es especialmente crítica en áreas rurales del oriente, donde las condiciones climáticas y las prácticas tradicionales de manejo del grano favorecen la proliferación de estos hongos.

La región Ch'orti', conformada por municipios como Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, enfrenta una fuerte dependencia del maíz para el consumo familiar. A pesar de ello, existen escasos estudios locales que documenten la magnitud del problema. En muchas comunidades, el grano contaminado se almacena y se consume sin conocer sus efectos.

Esta investigación surge para responder a ese vacío. Su propósito fue determinar la presencia de micotoxinas en granos de maíz producidos y consumidos por familias de la región Ch'ortí, aportando datos que permitan dimensionar el riesgo, vincularlo con las prácticas de manejo y sentar las bases para la formulación de estrategias preventivas desde el territorio.

Materialles y métodos

La investigación se realizó en tres municipios de la región Ch'ortí: Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, ubicados en el departamento de Chiquimula, Guatemala. Esta zona es representativa por su alta dependencia del maíz como base alimentaria y sus condiciones de producción tradicional.

Se utilizó un diseño cuantitativo de tipo descriptivo. La población estuvo conformada por familias productoras de maíz registradas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Se aplicó un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95 % y un error del 10 %. El tamaño muestral calculado fue de 96 hogares, distribuidos proporcionalmente en los tres municipios: 25 en Jocotán, 35 en Camotán y 36 en San Juan Ermita. A cada hogar se le tomaron tres muestras de maíz en distintas etapas del proceso: cosecha (tapisca), almacenamiento y consumo, sumando un total de 288 muestras.

Durante la etapa de cosecha, se realizó un caminamiento en zigzag en cada parcela, seleccionando diez plantas al azar y extrayendo una mazorca de cada una. Esta muestra fue obtenida entre noviembre y diciembre del 2017.

En la etapa de almacenamiento, se tomaron tres libras de grano seco almacenado en costales, barriles, trojas o graneros, utilizando un muestreador para extraer porciones de la parte superior, media e inferior del recipiente.

En la etapa de consumo, se recolectó maíz cocido (nixtamalizado) que provenía del mismo lote recolectado en tapisca y almacenamiento. Esta muestra se obtuvo en abril, cerca de cinco meses después de la cosecha.

Cada muestra fue colocada en una bolsa de papel rotulada, tratada con insecticida para prevenir infestaciones, y acompañada por una ficha de datos básicos como etapa de recolección, variedad, color del grano, presencia de moho visible y nivel de humedad estimado. Además, se llenó un formulario de control con el historial del grano recolectado y se aplicaron medidas para asegurar la conservación de las condiciones físicas de la muestra durante el transporte. El manejo post-muestreo incluyó codificación correlativa, control de plagas y resguardo en condiciones secas antes del envío al laboratorio.

El análisis de micotoxinas se realizó en laboratorio mediante cromatografía líquida de alta resolución. Se cuantificaron los niveles de aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina A y deoxinivalenol. Los resultados se expresaron en partes por billón (ppb) o partes por millón (ppm), según el tipo de toxina.

La hipótesis nula planteada fue que ninguna de las muestras presentaría contaminación por micotoxinas. Se consideraron como variables principales la etapa del muestreo, el tipo de almacenamiento, las prácticas postcosecha y la concentración de cada toxina detectada por municipio.

Resultados y discusión

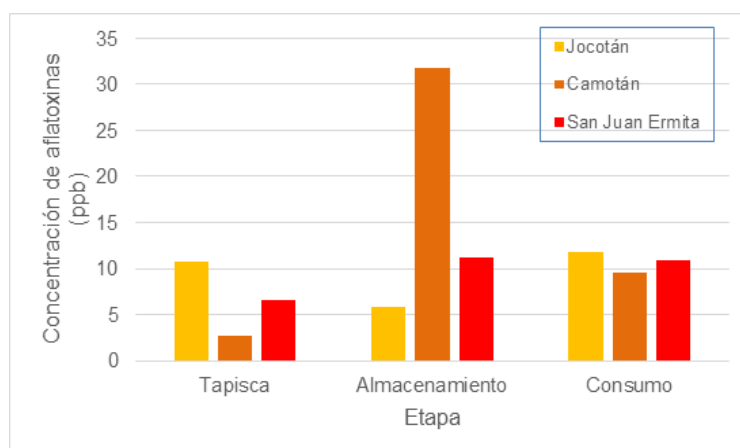
Se analizaron un total de 288 muestras de maíz recolectadas en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, en tres momentos del ciclo productivo del maíz: cosecha (tapisca), almacenamiento y consumo. Todas las muestras presentan contaminación de al menos una micotoxina, confirmando que el riesgo es persistente en cada etapa del sistema alimentario local.

En la etapa de tapisca, el 100 % de las muestras de los tres municipios presentan niveles detectables de micotoxinas. En Jocotán, los niveles de aflatoxinas alcanzan una media de 10.79 ppb, con valores máximos de hasta 38.40 ppb. Las fumonisinas presentan una media de 5.25 ppm, ocratoxina A de 1.80 ppb y deoxinivalenol (DON) de 0.07 ppm. El 75% de las muestras en Jocotán presentan niveles altos de fumonisinas. En Camotán, se observa menor concentración de aflatoxinas (2.68 ppb), pero una alta presencia de fumonisinas (2.17 ppm). En San Juan Ermita, las fumonisinas alcanzan el 100 % de presencia en nivel alto, superando los 2 ppm.

Durante la etapa de almacenamiento, se produce un incremento significativo en los niveles de aflatoxinas en Camotán y San Juan Ermita. En Camotán, la media asciende a 31.79 ppb y en San Juan Ermita a 11.22 ppb, en comparación con 2.68 ppb y 6.59 ppb respectivamente durante la tapisca. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0.05$) según la prueba t.

Figura 1

Comparación de niveles medios de aflatoxinas por etapa y municipio.

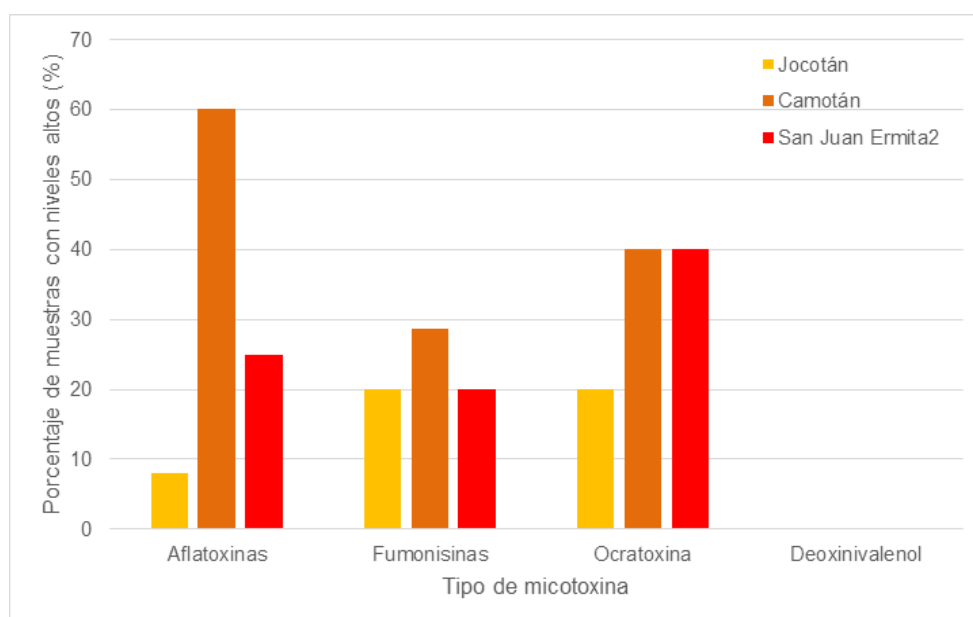


Nota. La figura muestra que el incremento de aflatoxinas es mayor en la etapa de almacenamiento, particularmente en Camotán.

En esta etapa, el 33.3 % de las muestras presentan niveles altos de aflatoxinas y ocratoxinas, y el 23.5 % de fumonisinas. El aumento está relacionado con las condiciones de almacenamiento: humedad superior al 13 %, poca ventilación y alta temperatura ambiental entre noviembre y enero, con registros entre 11.8 y 29.1°C.

Figura 2

Porcentaje de muestras con niveles altos de micotoxinas por municipio durante el almacenamiento

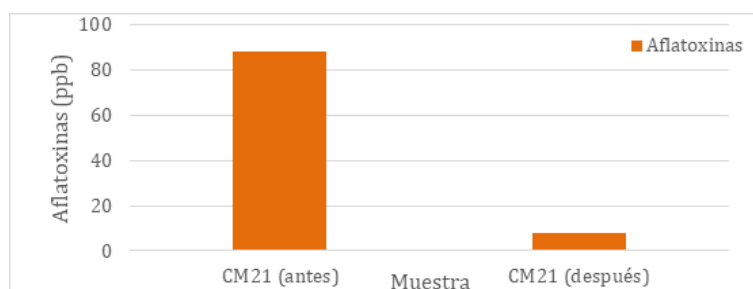


Nota. Las micotoxinas con mayor incidencia en nivel alto son aflatoxinas y fumonisinas, siendo Camotán y San Juan Ermita los municipios más afectados. Además, Se consideran “niveles altos” aquellos que superan los siguientes umbrales: aflatoxinas >20 ppb, fumonisinas >2 ppm, ocratoxina A >5 ppb y deoxinivalenol >1 ppm. En el caso del DON, ninguna muestra superó el límite, por lo que no se reporta porcentaje alto en ningún municipio.

En la etapa de consumo, tras la nixtamalización, se observa una reducción promedio del 38.42 % en los niveles de aflatoxinas. En Camotán, por ejemplo, la muestra más crítica (CM21) baja de 88.44 ppb a 7.93 ppb.

Figura 3

Reducción de aflatoxinas por nixtamalización en muestra CM2.

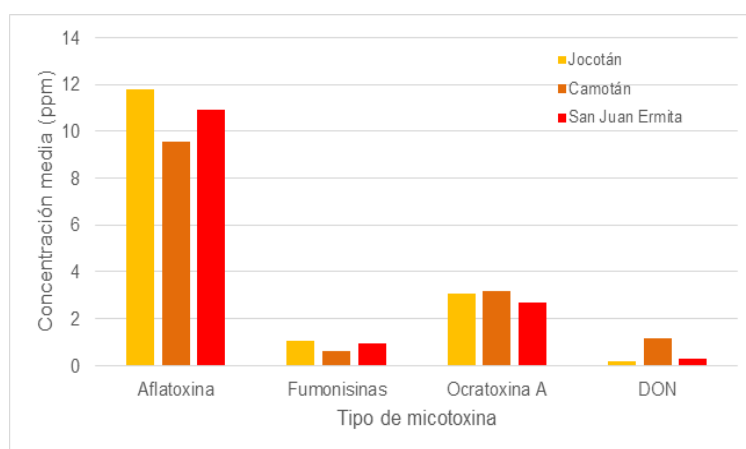


Nota. La nixtamalización reduce significativamente las aflatoxinas, con valores de reducción de hasta el 91.01 % en algunas muestras.

Pese a ello, el 6.67 % de las muestras de San Juan Ermita todavía presentan niveles de fumonisinas por encima del límite de rechazo, lo que las vuelve no aptas para el consumo humano. DON y ocratoxina se mantienen en niveles medios.0

Figura 4

Concentración de micotoxinas por municipio en etapa de consumo.

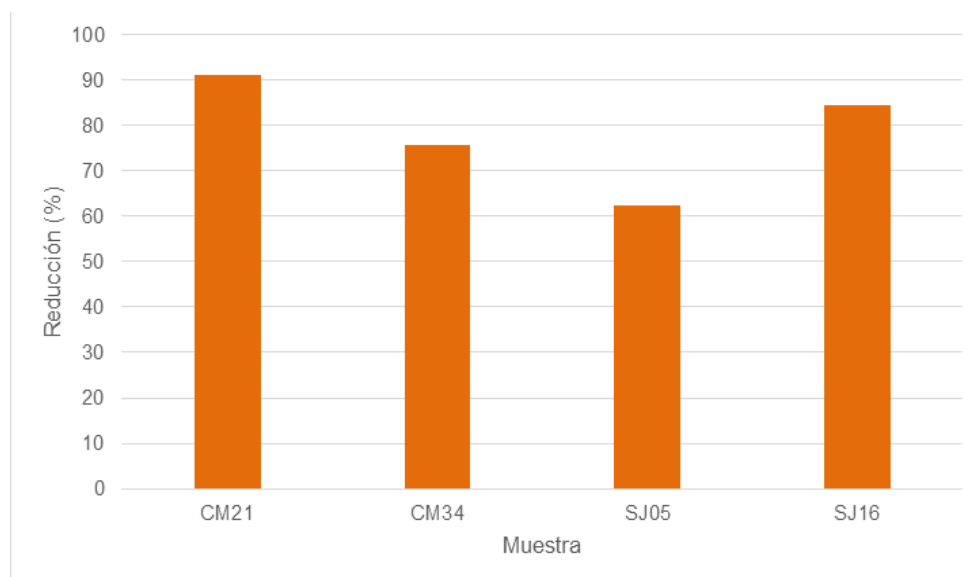


Nota. Aunque las concentraciones disminuyen en la mayoría de los casos, en San Juan Ermita las fumonisinas y DON persisten en niveles detectables.

Aunque la nixtamalización reduce significativamente la carga tóxica, el riesgo no desaparece completamente. Las fumonisinas y DON, aunque menos sensibles al proceso, persisten en niveles detectables.

Figura 5

Porcentaje de reducción de aflatoxinas por nixtamalización.



Nota. Las reducciones varían entre 62 % y 91 %, dependiendo del manejo y las condiciones del nixtamalizado en cada hogar.

Los resultados concuerdan con estudios previos. Las malas condiciones de almacenamiento, especialmente la temperatura y la humedad altas, pueden aumentar significativamente los niveles de aflatoxina en los granos (García Cela et al., 2019). Sumalan (2013), citado por (López Naranjo, 2013), sostiene que *Fusarium*, principal productor de fumonisinas, se reduce en ambientes con bajo oxígeno y temperaturas elevadas, lo que explicaría su disminución en almacenamiento.

Méndez Albores (2009) y Anguiano Ruvalcaba et al. (2005) reportan que la nixtamalización tradicional puede reducir entre 85 % y 96 % de las aflatoxinas presentes en el maíz. Este estudio respalda dichos hallazgos, aunque con variabilidad atribuida al tipo de preparación, tiempo de cocción y proporción de cal.

La presencia de micotoxinas durante la cosecha puede asociarse a condiciones climáticas y al estrés hídrico. Según Martínez Padrón et al. (2013), temperaturas de entre 10 y 37 °C favorecen la producción de aflatoxinas. Estas condiciones se dieron en el periodo entre la dobla y la tapisca, cuando las mazorcas estuvieron expuestas sin protección.

Wrather et al. (2010), señalan que cuando el maíz es almacenado con más del 13 % de humedad, se favorece el desarrollo de *Aspergillus flavus*, especialmente en ambientes cálidos. Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con esta observación: las muestras que presentan mayor humedad posterior a la cosecha también son las que concentran los niveles más elevados de aflatoxinas. Esta relación evidencia que, en la región Ch'orti', las condiciones climáticas y las prácticas de almacenamiento utilizadas contribuyen directamente al riesgo de contaminación. Por tanto, reducir la humedad del grano por debajo del umbral crítico y mejorar el manejo postcosecha debe ser una prioridad si se busca disminuir la exposición de las familias a estos compuestos tóxicos. La inocuidad del maíz, y con ella la salud de quienes lo consumen a diario, depende en gran medida de controlar este punto clave del sistema productivo.

Conclusión

La presencia de micotoxinas en el maíz producido y consumido en la región Ch'orti' representa un riesgo constante para la salud y la seguridad alimentaria. El 100 % de las 288 muestras analizadas presentaron al menos una micotoxina, y muchas superaron los límites internacionales. En Camotán, las aflatoxinas alcanzaron hasta 31.79 ppb en almacenamiento, y en San Juan Ermita, las fumonisinas llegaron a 9.88 ppm. Estos datos evidencian que las malas prácticas poscosecha, especialmente el almacenamiento sin secado adecuado, incrementan la contaminación.

Se identificaron dos momentos críticos: el almacenamiento, donde se agrava la contaminación, y el consumo, donde a pesar de la reducción obtenida mediante nixtamalización, persisten residuos de riesgo. Esta situación se vincula directamente con prácticas poscosecha inadecuadas, especialmente el manejo de la humedad y el tipo de almacenamiento.

El estudio aporta evidencia local y cuantificable sobre un problema poco visibilizado en contextos rurales: en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, el 100 % de las muestras de maíz recolectadas en cosecha, almacenamiento y consumo presentaron micotoxinas. Durante la etapa de almacenamiento, en Camotán se registró una media de 31.79 ppb de aflatoxinas, y en San Juan Ermita, las fumonisinas alcanzaron hasta 9.88 ppm. Estos valores superan los límites internacionales y se asocian a prácticas deficientes de poscosecha. Esta evidencia demuestra la necesidad urgente de intervenir en el manejo del grano y permite sentar bases técnicas para crear sistemas comunitarios de monitoreo y fortalecer capacidades locales en secado, selección y conservación del maíz.

Estos hallazgos deben servir de base para futuras acciones de prevención, formulación de políticas públicas y adaptación tecnológica que reconozcan el valor estratégico del maíz criollo, no solo como alimento, sino como patrimonio biocultural que debe cuidarse en cada etapa del sistema agroalimentario.

Referencias

- Anguiano Ruvalcaba, G. L., Vargas Cortina, A. V., y Guzmán de Peña, D. (2005). Inactivación de aflatoxina B1 y aflatoxicol por nixtamalización tradicional del maíz y su regeneración por acidificación de la masa. *Salud Pública Méx*, 45(5), 369-375. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342005000500007
- Fuentes López, M. R. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico. ICTA. <https://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- García Cela, E., Kiaitsi, E., Sulyok, M., Krska, R., Medina, A., Petit Damico, I., y Magan, N. (2019). Influence of storage environment on maize grain: CO2 production, dry matter losses and aflatoxins contamination. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 36(1), 175-185. <https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1556403>
- Gómez Grijalva, L. A. (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 [Tesis licenciatura, USAC]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3372/2/Tesis%20Med%20Vet%20Leonidas%20A%20Gomez%20G.pdf>

- López Naranjo, L. M. (2013). Principales micotoxicosis asociadas al consumo de maíz y sus subproductos [Tesis de licenciatura, Corporación Universitaria Lasallista]. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/d4f52d12-351b-4022-a25d-85e97841a531/content>
- Martínez Padrón, H. Y., Hernández Delgado, S., Reyes Méndez, C. A., y Vásquez Carrillo, G. (2013). El género *Aspergillus* y sus micotoxinas en México: problemáticas y perspectivas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31(2), 126–146. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0185-33092013000200005>
- Méndez Albores, A. (2009). Aflatoxinas en las tortillas de maíz. *Ergomix*. https://www.ergomix.com/micotoxinas/aflatoxinas/aflatoxinas-tortillas-maiz_a33027/
- Pitt, J. I. (2000). Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin*, 56(1), 184–192. <https://doi.org/10.1258/0007142001902888>
- Romagnoli, M. S. (2009). Las micotoxinas. ¿Qué sabemos sobre esta problemática? 2009, 27. <https://fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/27/2AM27.htm>
- Wrather, A., Sweets, L., Bailey, W., Claxton, T., Sexten, J., y Carlson, M. (2010). Aflatoxins in corn. In *Extensión University of Missouri*. <https://extension.missouri.edu/publications/g4155>

Agradecimientos

La presente investigación fue posible gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), bajo el marco del programa CRIA ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Se agradece también la colaboración técnica del equipo de investigadores del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), así como a los agricultores participantes en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, quienes compartieron su tiempo y conocimiento para el desarrollo de este estudio. Se reconoce especialmente la participación de Byron Vinicio Díaz Morales, Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, Centro Universitario de Oriente, y de Edgar Hugo Rodas España, Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, Centro Universitario de Oriente, como coautores y colaboradores fundamentales en este trabajo.

Sobre el autor

Servio Darío Villela Morataya

Estudiante del Doctorado en Investigación en Educación, con maestría en Desarrollo Rural y Cambio Climático y a nivel de licenciatura graduado como Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, todo realizado en el Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Me he desempeñado desde el 2015 como investigador del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria del IICA y desde el 2019 como coordinador de la Cadena de Maíz en el Oriente, ejecutando hasta la fecha un total de 5 investigaciones: Productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Presencia de micotoxinas en maíz producido y consumido por familias del área rural de la región chortí de Chiquimula, Potencial de rendimiento de 5 variedades de maíz en la región oriente de Guatemala, Validación de densidades de siembra en el corredor seco del oriente de Guatemala, fertilización química-orgánica en combinación con 2 niveles de n-p-k en la producción de maíz en tres localidades del departamento de Chiquimula.

Financiamiento de la investigación

Esta investigación fue financiada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en el marco del programa de Cooperación Regional para la Innovación Agropecuaria (CRIA), ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). El estudio se desarrolló como parte del proyecto institucional titulado "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"

Declaración de intereses

Por este medio declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

Declaro que el estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de autor

Copyright© 2025. Servio Darío Villela Morataya.

Este texto está protegido por la

[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de: Atribución: Debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)