



**Centro Educativo Cruz Azul, A.C.**  
**Bachillerato Cruz Azul Campus Lagunas**

Incorporado a DGIRE-UNAM  
Clave 6914  
Acuerdo 86/98 de 2 de junio de 1998

**“Identificación de aflatoxinas en tortillas de Lagunas Oaxaca”**

**Clave del proyecto CIN2017A10116**

**Nombre del (los) autor (es):**

Ángel Alejandro López Hernández

César Omar Alvarado Hernández

Manuel López Rodríguez

**Nombre del asesor:** Susana Rivadeneyra Castillo

**Área de participación:** Ciencias Biológicas Químicas y de la Salud

**Disciplina:** Ciencias de la Salud

**Modalidad:** Mixta

**Nivel:** Bachillerato

**Grado escolar y grupo**

4º Grado

**Ciudad de México; abril 5 y 6 de 2017**

# Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Planteamiento del problema</b> .....	2
<b>Objetivos</b> .....	2
<b>Hipótesis</b> .....	2
<b>Justificación</b> .....	2
<b>Marco teórico</b> .....	3
<b>Metodología</b> .....	7
<b>Resultados</b> .....	11
<b>Discusión de Resultados</b> .....	12
<b>Conclusiones</b> .....	13
<b>Referencias Biblioheмерográficas</b> .....	13

## Resumen Ejecutivo

Las tortillas son un fundamento principal para la dieta de los mexicanos, sin embargo, pueden estar contaminadas con aflatoxinas, las aflatoxinas son toxinas altamente cancerígenas producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* por lo cual hemos planteado las siguientes preguntas: ¿De qué manera la harina de maíz se puede contaminar con aflatoxinas? ¿Qué daños producen las aflatoxinas en el cuerpo humano? ¿Cómo se puede prevenir la contaminación de las tortillas en la población de Lagunas, Oaxaca?

El objetivo general de este trabajo es identificar la presencia de aflatoxinas en las tortillas de harina de maíz que se elaboran y se consumen en Lagunas, Oaxaca. La hipótesis planteada es que las tortillas de harina de maíz que se producen y se consumen en la localidad de Lagunas, Oaxaca podrían estar contaminadas con aflatoxinas (*Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*) y generar un grave problema de salud de sus consumidores.

La importancia del estudio de este proyecto es saber si las tortillas que se consumen en Lagunas, Oax., están libres de aflatoxinas, de lo contrario buscar alternativas para prevenir su presencia.

La clase popular mexicana consume maíz en diversas formas, pero principalmente tortillas de harina de maíz, para que estas se produzcan debe haber un previo proceso de nixtamalización; que consiste en una mezcla de cal, abundante agua y granos de maíz que le brinda mejor sabor y aroma y también se cree que eliminan las aflatoxinas, sin embargo, puede que este proceso cree una reconstrucción química del hongo según Méndez y Moreno (2007). Químicamente son isocumarinas, son un grupo de 20 compuestos altamente cancerígenos, dentro de estos la más frecuente y toxica a la vez es la B1, atacan a diferentes partes del cuerpo, pero principalmente el órgano más dañado es hígado. Estas toxinas se dan en regiones con climas tropicales y semitropicales, aunque se han detectado en todo el mundo. Se pueden contaminar desde el campo, cosecha y almacenamiento. Las enfermedades que causan son la muerte, tanto en animales y seres humanos; malformaciones en fetos, abortos y

canceres diversos. La mejor manera de evitar su contaminación es desde el campo; cuidando la cosecha lo mejor posible.

Este proyecto es de enfoque cualitativo; es una investigación mixta que consta de una parte documental que consistió en la búsqueda de información en distintas fuentes bibliográficas y una fase experimental en la que se realizó la identificación de aflatoxinas en las muestras de tortillas de maíz que se consumen en la población de Lagunas. Se llevaron a cabo tres diferentes métodos para tratar de identificar la presencia de las micotoxinas en las muestras de tortillas; en el primer método se utilizó una mezcla de metanol-agua 80:20 para extraer un filtrado de dos muestras de tortillas adquiridas en diferentes comercios que pudiera contener aflatoxinas, sin embargo, estas fueron desechadas, debido a que no se contaba todavía con la lámpara UV para detectar su presencia (fluorescencia verde o morada) , y cuando se consiguió (15 días después) ya eran inservibles. En el método 2 las muestras se observaron directamente bajo la luz UV y se identificó que una muestra de las tortillas dio positivo al encontrar puntos fluorescentes de color verde en la tortilla y en el método 3: logramos obtener un filtrado de cada una de las 5 muestras de tortilla, se realizó la extracción en granos de maíz, se hizo un blanco con solución de metanol – agua 80:20. Al ser expuesta cada muestra bajo la luz UV, se observó una coloración verde fluorescente en todas las muestras, indicando positivo a la presencia de aflatoxina tipo G.

La conclusión obtenida fue que existe presencia de aflatoxinas en las tortillas que se consumen en la población de Lagunas, Oaxaca; la hipótesis formulada se confirma, ya que en las 5 muestras se aprecia la presencia de aflatoxinas tipo G; sin embargo, será necesario realizar pruebas cuantitativas para determinar si la cantidad de aflatoxinas que contienen las tortillas representan un riesgo para la salud (superior a 12 µg/kg)

## **Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo identificar la presencia de aflatoxinas en tortillas en la población de Lagunas, Oaxaca ya que éstas son parte fundamental de la alimentación básica de todos los mexicanos. Las micotoxinas son consideradas como el cancerígeno biológico más potente que se conoce por lo que representan un grave riesgo para la salud del ser humano se plantea las siguientes interrogantes: ¿De qué manera la harina de maíz se puede contaminar con aflatoxinas? ¿Cómo se puede prevenir la contaminación de tortillas por aflatoxinas? Es una investigación mixta cualitativa que consistió en una investigación documental y un trabajo experimental el cual se inició con la obtención de tortillas de distintos locales de la comunidad de Lagunas Oax., de ellas se tomaron diferentes muestras, las cuales se utilizaron en tres pruebas, cada una con un distinto proceso. La primera prueba resultó insatisfactoria, sin embargo, la segunda y tercera prueba indicaron la existencia de aflatoxinas que se identificaron al colocar las muestra bajo una lámpara de luz ultravioleta y observar una coloración verde fluorescente característica. Una vez concluidas las pruebas realizadas se determinó que la hipótesis planteada fue comprobada ya que se detectó la presencia de aflatoxinas en las tortillas de Lagunas, Oaxaca.

**Palabras clave:** Aflatoxina, maíz, tortillas, alimentación, oncogénesis

## **Abstract**

The present project has like objective to identify the presence of aflatoxins in tortillas in the population of Lagunas, Oaxaca, because these are fundamental part of the basic food of all mexicans. The mycotoxins are considered like the more potent biological carcinogen known so that they represent a grave risk for the health of the human being, so it makes the next questions: How can corn flour be contaminated with aflatoxins? How can aflatoxin contamination of tortillas be prevented? It's a mix qualitative research that consisted of a documentary research and an experimental work which began with the obtaining of tortillas from different localities of the Lagunas community, of them were taken different samples, which used in three tests, each one with different process. The first test was unsatisfactory, however, the second and third test show the existence of aflatoxins that were identified to put the sample under an ultraviolet light lamp and observing a characteristic fluorescent green coloration. After completing the tests, it was determined that the hypothesis was verified because the presence of aflatoxins was detected in the tortillas of Lagunas, Oaxaca.

**Key words:** aflatoxin, corn, tortilla, feeding, oncogenesis

## Introducción:

Desde la época prehispánica hasta la actualidad la principal fuente de alimento en nuestro país ha sido el maíz. Este tuvo una gran importancia para las culturas mesoamericanas, surgió el proceso de nixtamalización que consiste en la cocción del maíz con agua y cal, de la cual resulta la masa, que es una base para muchos alimentos y, el más común de ellos, la tortilla.

La presente investigación se refiere al tema aflatoxinas en las tortillas de harina de maíz ya que, en México, el maíz es el cultivo más importante, el valor de su producción, por ocupar al 20% de la población económicamente activa y por ser el alimento principal de la población (Sierra-Macías et al. 2010)

La tortilla elaborada a partir de maíz es y ha sido un alimento básico y tradicional para la sociedad en Mesoamérica y México. En la actualidad, se consumen alrededor de 12.3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de las cuales 64% se realizan a través del método tradicional de maíz-masa-tortilla y 36% a través de la industria harinera (Sierra-Macías et al. 2010).

La contaminación por micotoxinas en los productos elaborados a partir de granos de maíz es un problema de salud grave. Una de las micotoxinas más importantes es la Aflatoxina, producida por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, los cuales se consideran como el cancerígeno biológico más potente que se conoce. El objetivo principal de esta investigación es identificar la presencia de aflatoxinas en las tortillas de maíz que se elaboran y consumen en Lagunas, Oaxaca ante lo cual surgen las siguientes interrogantes ¿De qué manera la harina de maíz se puede contaminar con aflatoxinas? y ¿Qué daños producen las aflatoxinas en el cuerpo humano? Después de realizado el trabajo experimental se pudo confirmar la presencia de aflatoxinas en las tortillas analizadas; sin embargo, se tendrán que hacer estudios para determinar cuantitativamente si la cantidad de aflatoxinas encontrada representa un riesgo a la salud de los consumidores.

## Planteamiento del problema:

Las tortillas hechas con harina de maíz son un alimento indispensable en la dieta diaria del mexicano, sin embargo, éstas pueden estar contaminadas con aflatoxinas; toxinas altamente cancerígenas. Con éste proyecto se pretende identificar la presencia de aflatoxinas en las tortillas de harina de maíz que se consumen en la comunidad de Lagunas, Oaxaca; por lo cual hemos planteado las siguientes preguntas:

1. ¿De qué manera la harina de maíz se puede contaminar con aflatoxinas?
2. ¿Qué daños producen las aflatoxinas en el cuerpo humano?
3. ¿Cómo se puede prevenir la contaminación de las tortillas en la población de Lagunas, Oaxaca?

## Objetivos:

- General:
  - ❖ Identificar la presencia de aflatoxinas en las tortillas de maíz que se elaboran y consumen en Lagunas, Oaxaca.
- Especifico:
  - ❖ Demostrar experimentalmente que tipo de aflatoxinas contienen las tortillas hechas con harina de maíz que se consumen en la localidad de Lagunas, Oax.
  - ❖ Identificar los efectos adversos al cuerpo humano que producen las aflatoxinas.
  - ❖ Identificar el medio y los factores que dan origen a las aflatoxinas.

## Hipótesis:

Las tortillas de harina de maíz que se producen y se consumen en la localidad de Lagunas, Oaxaca podrían estar contaminadas con aflatoxinas (*Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*) y generar un grave problema en la salud de sus consumidores.

## Justificación:

Las aflatoxinas representan un grave riesgo para la salud del ser humano, debido a que su consumo puede originar cáncer en el hígado. La importancia de este estudio es

saber si las tortillas que se consumen en Lagunas, Oax., están libres de aflatoxinas, de lo contrario buscar alternativas para prevenir su presencia.

### Marco teórico:

La alimentación tradicional de la clase popular mexicana se ha basado en el consumo del maíz en sus diversas formas; tamales, atole, esquites, pero principalmente la tortilla de maíz, representa la base de dicha alimentación, su ingesta es en grandes cantidades en los 3 platillos diarios. Maíz; palabra de origen prehispánico que significa “Lo que sustenta la vida”. El maíz es una forma doméstica de una cepa teosinte (*Zea mays ssp. Parviglumis*), pertenece a la familia de las gramíneas, lo cual significa que tiene un tallo cilíndrico y hojas largas y gruesas, su altura oscila entre el metro y los tres de alto de altura, y cuyo nombre científico es *Zea mays* (Cardoza, 2006). Esta conocida planta ha tenido enorme importancia en el continente americano; lugar donde es consumido aproximadamente desde hace más de 6.000 años, y en México desde tiempos muy remotos. (Martinez, 1979). No se encuentra al estado silvestre, por lo que su cultivo requiere de un espacio propicio para su crecimiento; un lote de tierra llamado milpa, donde también se pueden cultivar otros productos tales como calabaza, frijol, chiles u otros cereales (C., 2016).

Su composición química es principalmente, vitaminas A, B y E, también muchos minerales (cobre, hierro, magnesio, cinc, fósforo), conviniendo todos ellos en el favorecimiento de nuestro metabolismo y salud, especialmente en el buen desarrollo del sistema nervioso central. Otros aportes fundamentales que tiene su composición; son las proteínas y la fibra con lo cual protege y favorece el buen funcionamiento de nuestro aparato digestivo y reduce los niveles de colesterol y glucosa en nuestro organismo. También en el embarazo es recomendado porque ayuda en el crecimiento conforme del feto (Definición ABC Tu diccionario hecho fácil, 2007).

<b>Semillas de maíz dulce</b>	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 86 kcal 360 kJ	
<b>Carbohidratos</b>	19 g
• Azúcares	3,2 g
<b>Grasas</b>	1,2 g
<b>Proteínas</b>	3,2 g
Retinol (vit. A)	10 µg (1%)
Tiamina (vit. B <sub>1</sub> )	0.2 mg (15%)
Niacina (vit. B <sub>3</sub> )	1.7 mg (11%)
Ácido fólico (vit. B <sub>9</sub> )	46 µg (12%)
Vitamina C	7 mg (12%)
Hierro	0.5 mg (4%)
Magnesio	37 mg (10%)
Potasio	270 mg (6%)
% de la cantidad diaria recomendada para adultos.	
Fuente: Base de datos de nutrientes de USDA.	

Una predominante que existe en la sociedad mexicana es que la nixtamalización (palabra de origen náhuatl, compuesta de 2 vocablos: *nextli*, que significa “cal de cenizas” y *tamalli*, “masa cocida de maíz”). Es un tratamiento termo – alcalino desarrollado y practicado por nuestros antecesores (que facilita el desprendimiento del pericarpio del grano de maíz, controla la actividad microbiana y mejora sabor, aroma, así como el valor nutricional de las tortillas) que consiste en cocer el grano de maíz con una mezcla de abundante de agua y cal a temperaturas cercanas a los 80°C durante un periodo de 20 – 45 minutos. Posteriormente se retira la hornilla del fuego y la mezcla se lava con agua dos o tres veces para eliminar el pericarpio y la cal residual. Y la cocción de las tortillas ayuda a eliminar las bacterias que pueden dañar al organismo humano; sin embargo, como refieren Méndez y Moreno (2007) no siempre es así, porque dichos procesos no eliminan las aflatoxinas; el proceso de nixtamalización puede, en cierto grado, reducir el nivel de aflatoxinas, pero también puede presentarse una reconstrucción de las estructuras moleculares de la aflatoxina durante el procedimiento

de acidificación en el estómago, de tal manera, el proceso no necesariamente generará una *tortilla segura*.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002; de Productos y Servicios el contenido máximo de aflatoxinas que pueden contener tortillas y tostadas de maíz nixtamalizado es de 12 µg/kg.

Las aflatoxinas son mico toxinas producidas por hongos principalmente *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. El término Aflatoxinas, es una palabra compuesta que deriva de: A del género *Aspergillus*; FLA por la especie *flavus* y TOXINA que significa veneno. (Juárez Palafox, 2002).

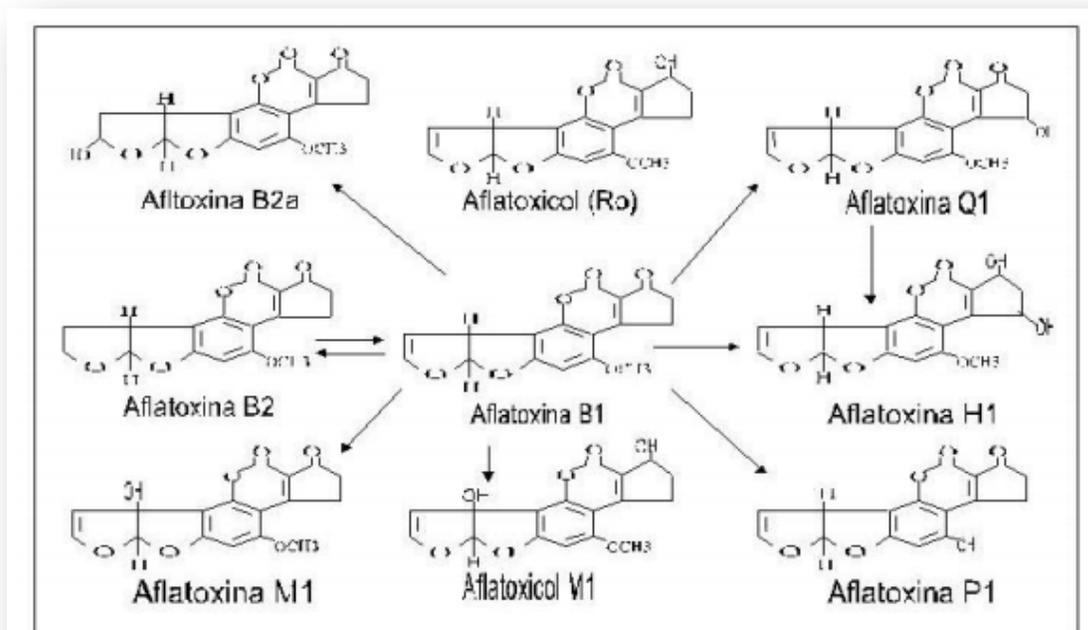


Figura 1. Aflatoxina B1 y algunos derivados

Químicamente son compuestos derivados de las isocumarinas (bifuranocumarinas), que pueden estar acopladas a un grupo de ciclopentanona (AFs B1 y B2) o a un anillo lactónico (AFs G1 y G2). La nomenclatura hace referencia a sus propiedades físico-químicas, ya que las de tipo B presentan fluorescencia azul (blue) y las de tipo G fluorescencia verde (green) cuando se les observa bajo luz ultravioleta a 365 nm. (María, 2009). Son altamente tóxicas y para seres humanos y otros animales,

principalmente cuatro tipos, ya que normalmente aparecen en los alimentos: B1, B2, G1 y G2 (Chalco, 2014).

Dentro de estos derivados la B1 es la más frecuente y tóxica a la vez, y es producida tanto por la *Aspergillus flavus* como la *parasiticus*. Además, la importancia del estudio de estas recae en que son potentes cancerígenos, y el órgano más afectado es el hígado. Dentro de sus características físicas más destacadas según Urrego y Díaz (2006), son inodoras, insípidas e incoloras, además de ser termoestables alcanzando puntos de ebullición por encima de los 200°C, en otras palabras, es difícil eliminarlas, una vez que se producen. Las aflatoxinas (*Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*), se encuentran en el suelo y crecen rápidamente sobre materia orgánica contaminada. Las aflatoxinas producidas por las especies del *Aspergillus* son ubicuas en climas húmedos y calientes. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden crecer o producir aflatoxinas en sustratos con actividad de agua menor de 0.7; humedad relativa menor a 70% y temperaturas por debajo de 10°C (C., División de Políticas Públicas Saludables y Promoción, s/a). Estas micotoxinas se dan en regiones con climas tropicales y semitropicales, debido a que el clima favorece el crecimiento de los hongos productores de aflatoxinas, aunque el *Aspergillus flavus* está distribuido universalmente y su contaminación con aflatoxinas a los alimentos ha sido detectada en todo el mundo, (Ledezma, 2004). La contaminación por aflatoxinas en el cultivo de maíz se puede dar por condiciones de almacenamiento inadecuadas, o poco salubres, sin embargo, también existen diversos factores ambientales relacionados, debido a su tamaño se facilita la dispersión a través del aire además de la presencia de agua, humedad, temperatura. La sequía y la plaga, también son fundamentales para su contaminación. Cornejo y Villarroel (2006), refieren que el crecimiento de *Aspergillus* y la contaminación de los productos con aflatoxinas, son consecuencia de la interacción entre el hongo, el anfitrión (maíz u otros cereales) y el ambiente. Las enfermedades que pueden causar son la muerte, tanto en animales como en seres humanos, mutaciones, malformaciones en fetos, abortos y cánceres diversos; de hígado principalmente, páncreas, colon rectal, de pulmón o cervicouterino, y todo esto por su consumo en tortillas contaminadas, pero no solo el consumidor está expuesto a dichos síntomas; sino también los trabajadores que realizan el proceso de producción de la tortilla ya que están expuestos a inhalar el

polvo generado durante el manejo y la elaboración de la tortilla realizada con harina de maíz: el efecto tóxico de las aflatoxinas en animales puede ser agudo o crónico. El primer tipo se manifiesta como hepatitis aguda, fiebre, depresión, falta de hambre y diarrea; el segundo tipo produce hepatocarcinoma, y los síntomas como vómito, dolor abdominal y hepatitis se van presentando paulatinamente hasta causar la muerte.

La mejor manera de evitar la contaminación con aflatoxinas, es tomando precauciones desde el campo. Ya que en el campo; el manejo adecuado de los cultivos se considera el método ideal de control de la contaminación de las cosechas con micotoxinas. Sin embargo, en la práctica es difícil controlar factores ambientales como la temperatura y la humedad de cultivos (Ortiz, 2012). Otras medidas son: Manejo adecuado de restos de cultivo, malezas y rotación de cultivos, uso de fungicidas y fungistáticos, control de insectos, cosechar al punto de madurez fisiológica evitando dejar el grano en el campo más tiempo del necesario (Almenar., 2007).

### **Metodología:**

Es un proyecto de tipo cualitativo; ya que se verificó la presencia de aflatoxinas en las tortillas elaboradas y consumidas en Lagunas, Oaxaca. Es una investigación mixta que consta de una parte documental que consiste en la búsqueda de información en distintas fuentes bibliográficas, sobre aflatoxinas y los métodos de extracción e identificación de aflatoxinas en las tortillas elaboradas con harina de maíz, y experimental: identificación de presencia de aflatoxinas en las muestras de tortillas obtenidas de diferentes establecimientos y así verificar si están contaminadas con esta toxina; basándonos en los métodos de extracción de aflatoxinas que se realizaron en cada una de las muestras.

### **Método 1:**

<b>Materiales</b>	<b>Sustancias</b>
Balanza	Metanol
Licuada	Agua destilada
Vasos de precipitado	Tortillas de harina de maíz
Papel filtro	

Tubos de ensayo

Vidrio de reloj

- **Procedimiento:**

1. Se recolectaron 2 muestras de tortillas de dos distintas tortillerías ubicadas en la comunidad de Lagunas, Oax.
2. Se pesaron 10 gramos de cada tortilla sobre el vidrio de reloj. Ver imagen 1

**Imagen 1.**



Fuente: López, M. (2016)

3. Cada muestra se colocó en un vaso de precipitado y se le agregaron 50ml de mezcla metanol – agua 80:20 a cada una.
4. Posteriormente, se licuaron y se filtraron. Ver imagen 2

**Imagen 2**



5. Los filtrados obtenidos, se depositaron en recipientes con tapa para su refrigeración, y posterior análisis.

**Nota:** Se observa que las muestras no se trituran finamente, por lo tanto, se consideró emplear un nuevo método: secar la tortilla y pulverizarla.

### **Método 2:**

#### **Materiales**

- Lámpara UV
- Vidrios de reloj

#### **Sustancias**

- Tortillas de harina de maíz

- **Procedimiento:**

1. Se recolectaron 5 muestras de tortillas de distintas tortillerías ubicadas en la comunidad de Lagunas, Oax.
2. Se tomó una pequeña muestra de cada tortilla y se colocó cada muestra en un vidrio de reloj.
3. Posteriormente, se colocaron las muestras bajo la luz de una lámpara UV para y observar si alguna muestra presentaba fluorescencia verde o morada lo que indicaría la presencia de aflatoxinas en las tortillas.

### **Método 3:**

#### **Materiales**

- 5 Vidrios de reloj
- 5 Vasos de precipitados
- 5 Matraces Erlenmeyer
- 5 Tubos de ensayo
- Lámpara UV
- 2 Embudos de vidrio
- 2 Soportes universal con anillo

#### **Sustancias**

- Metanol
- Agua destilada
- Cloruro de sodio
- Tortillas de harina de maíz
- Granos de maíz seco

- Parilla magnética
- 2 Morteros con pistilo
- Balanza
- Cronómetro
- Papel filtro

**Procedimiento:**

1. Se recolectaron 5 muestras de tortillas de distintas tortillerías elaboradas en la comunidad de Lagunas, Oax.
2. Se secaron las tortillas sobre una charola, hasta que quedaron completamente tostadas.
3. Se colocaron las tortillas en distintos recipientes y con un mortero se molieron hasta quedar completamente finas. Ver imagen 3

**Imagen 3**



**Fuente:** López, A. (2017)

4. En un vidrio de reloj se pesaron 2 gramos de tortilla molida de cada muestra.
5. En distintos matraces se vaciaron 2 gramos de tortilla de cada muestra, y se agregaron 10 ml de solución metanol-agua 80:20 y 0.5 g de cloruro de sodio (NaCl) a cada muestra y se agitó manualmente durante 2 minutos.
6. Posteriormente, cada muestra se colocó en agitación magnética por 10 minutos más
7. Una vez concluida la agitación se filtran las muestras y se colocan en tubos de ensayo. Ver imagen 4

**Imagen 4**



**Fuente:** López, A. (2017)

8. El filtrado obtenido se coloca debajo la lámpara UV para identificar si las muestras de tortillas presentan cierto tono fluorescente verde o morado que indicaría la presencia de aflatoxinas.

**Imagen 5**



**Fuente:** López, A. (2017)

## Resultados

- **Método 1:**

Se realizaron las extracciones de 2 muestras de tortillas de diferentes lugares, mediante el método reportado en (Chalco, 2014), sin embargo, estas fueron desechadas, debido a que no se contaba todavía con la lámpara UV, y cuando se consiguió (15 días después) ya eran inservibles.

- **Método 2:**

Las 5 muestras se observaron directamente bajo la luz UV, sin que las muestra tuvieran un tratamiento previo y se identificó que una de las muestras dio positivo al observarse algunos puntos fluorescentes de color verde en la tortilla.

- **Método 3:**

En esta prueba, logramos obtener un filtrado de cada una de las 5 muestras de tortilla, además se realizó la extracción en granos de maíz, se hizo un blanco con una solución de metanol – agua 80:20. Al ser expuesta cada muestra bajo la luz UV, se observó una coloración verde fluorescente en todas las muestras, indicando positivo a la presencia de aflatoxina tipo G, cabe resaltar que la muestra extraída del maíz tuvo una intensidad mayor de fluorescencia, por lo que se podría inferir que el contenido de aflatoxinas es mayor.

### **Discusión de Resultados:**

En el primer resultado, no se pudo comprobar si había presencia de aflatoxinas en las dos distintas muestras de tortillerías, ya que no se contaba con la lámpara UV en el laboratorio y una vez realizada la extracción de muestras y de acuerdo a lo investigado; hay un periodo de tiempo determinado (de no más de 15 días) para observar si hay o no aflatoxinas.

En el segundo experimento se detectó la presencia de esta toxina en una sola muestra de las cinco que se analizaron, pero en una mínima cantidad ya que tras mucho observar se detectaron unos cuantos puntos verdes fluorescentes, (aflatoxina tipo G); lo cual fue una buena señal, ya que se pensó que solo una tortilla estaba contaminada y las otras libres de toxina, sin embargo al concluir el tercer experimento y observar las muestras con ayuda de la lámpara UV; todas las muestras presentaron fluorescencia

color verde (presencia de aflatoxina tipo G) , se comprobó que ni la nixtamalización ni la cocción son procesos capaces de eliminar del todo, estas toxinas, aunque sí reducen la cantidad de toxinas ya que la tonalidad verde fluorescente es mayor en la muestra de granos de maíz.

### Conclusiones:

Se concluye que en base a los resultados de los experimentos realizados existe presencia de aflatoxinas en las tortillas que se consumen en la población de Lagunas, Oaxaca; la hipótesis formulada se confirma, ya que en las 5 distintas muestras se aprecia la presencia de aflatoxinas tipo G (por su color verde fluorescente); sin embargo, será necesario realizar pruebas cuantitativas para determinar si la cantidad de aflatoxinas que contienen las tortillas representan un riesgo a la salud ( superior a 12 µg/kg) Se comprobó que la nixtamalización puede ser un método que reduce la concentración de aflatoxinas en tortillas, pero no las elimina.

### Referencias Bibliohemerográficas:

- Carvajal, M. (2013) *Asocian diversos tipos de cáncer con alimentos contaminados por Aflatoxinas*. En Boletín UNAM-DGCS-420. México. Ciudad Universitaria. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013\\_421.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_421.html)
- Martínez, M, (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. 1ra edición.
- Mauricio, O. *Importancia y Efectos de la Aflatoxina en los Seres Humanos*. En Área de Ciencias Básicas Facultad de Medicina. Colombia. Universidad Autónoma Bucaramanga. Recuperado el 12 de noviembre de 2016 de <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/e/fulltext/aflatoxi/aflatoxi.pdf>.
- Méndez, A., Moreno E. (2007) “Aflatoxinas en las tortillas de maíz” [en línea]. Revista Ciencia y Desarrollo, vol. 33, no. 210, Agosto 2007. Recuperado el 15 de

octubre de 2016 de:

<http://www.cyd.conacyt.gob.mx/210/Articulos/Aflatoxinas/Aflatoxinas00.htm>

- Rojas, O. (2009) *Determinación de aflatoxinas en alimentos de mayor consumo infantil comercializados en la ciudad de Pamplona, norte de Santander*. En Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Microbiología Grupo de Investigación en Microbiología y Biotecnología GIMBIO. Colombia. Universidad de Pamplona. Recuperado el 14 de octubre de 2016 de: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/publicaciones/bistua\\_revista\\_ciencias\\_basica/2009/23022010/art\\_15.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/bistua_revista_ciencias_basica/2009/23022010/art_15.pdf)
- Sierra, M. Palafox, A. Vázquez, G. Rodríguez, F. Espinosa, A. (2010) Caracterización Agronómica, Calidad industrial y Nutricional de maíz para el trópico mexicano. *Agronomía Mesoamericana* 21: 21-29.
- Secretaria de Salud. (2003) Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002. Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Recuperado de: [dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=691995](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=691995)
- Vega, V. (2012) *Hongos Micotoxigenicos y Aflatoxinas en Granos de Maíz de Diferentes Origenes Geográficos de la República Mexicana*. En Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. México. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4349/T19298%20%20%20%20VEGA%20ORTIZ,%20VERONICA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>