



37

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**DESARROLLO DE CONDICIONES
METODOLÓGICAS PARA CUANTIFICAR
AFLATOXINAS EN MAIZ PARA
LA ELABORACION DE BOTANAS**

INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:
MARIA DEL ROCIO LUNA GARCIA**



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F.



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA**

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: ERNESTINA CERVERA FLORES

VOCAL: PEDRO VALLE VEGA

SECRETARIO: ALFREDO SALAZAR ZAZUETA

1er. SUPLENTE: MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES

2º. SUPLENTE: MINERVA CARRASCO FUENTES

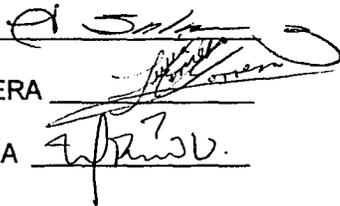
SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

SABRITAS S. DE R.L. DE C.V.
IXTACZOQUITLÁN, VER.

ASESOR: Dr. ALFREDO SALAZAR ZAZUETA

SUP. TÉCNICO: M. en C. LUCÍA CORNEJO BARRERA

SUSTENTANTE: MARIA DEL ROCIO LUNA GARCÍA



The image shows three handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal line. The first signature is for Alfredo Salazar Zazueta, the second for Lucía Cornejo Barrera, and the third for María del Rocío Luna García.

AGRADECIMIENTOS

▣ A Dios por haberme dado la vida, permitirme conocer a la gente con la que he compartido tantos momentos lindos y porque gracias al amor que me ha profesado toda esa gente se que el me ama y me tiene siempre presente.

▣ A mis padres, Jesús y Rocio, por amarme y educarme, ser mi ejemplo y mi motivo para seguir adelante, alentándome a dar siempre lo mejor de mí.

▣ A mis hermanos Perla y Chucho, compañeros de vida, juegos, alegrías y tristezas, que aunque se supone la "hermana mayor" es el ejemplo a seguir por sus hermanos, ustedes han sido ejemplo y motivo de muchas cosas que he aprendido y emprendido en mi vida. LOS QUIERO MUCHO.

▣ A Enrique, porque he tenido la maravillosa fortuna de conocerte y de amarte y sobre todo de que yo sea correspondida con ese amor que sé, sólo tú puedes dar. Porque procuras siempre que yo sea mejor cada día. DIOS TE BENDIGA SIEMPRE. TE AMO.

▣ A Minito, por haber sido una gran mujer emprendedora y trabajadora, capaz de dar amor a tantas personas, capaz también de sobreponerte ante la adversidad, de ser el apoyo que la gente necesita, en fin, de vivir tan plenamente como lo haz hecho tú. Yo quiero ser como tú, cuando sea grande.

▣ A mis abuelitos María, Jesús y Rafael, por haberme dado a mis padres y aunque fue poco el tiempo que convivimos, los tengo presentes en las enseñanzas que me han sido transmitidas. Dios los tenga en su gloria.

▣ A mis tías Mary y Gussy, por haberme recibido en su casa, ser como unas madres para mí, haber compartido comida y techo sin pedir nada a cambio, porque gracias a su cariño, mucho de este trabajo es posible. Un besote a las dos.

📖 A la familia Guzmán: Enrique, Malú, Julieta y Erick, porque sé que me quieren mucho y confían en mí uno de sus más grandes tesoros. GRACIAS.

📖 A mis tíos Bernabé, Juan, Daniel, María, Rafael, Carmen, José, Francisco, Miguel, Gabriel, Patricia por tantos momentos divertidos a su lado. Porque soy parte de una gran familia.

📖 A mis tíos Pilar, María Esther, Juan, Roberto, porque aunque estemos lejos en distancia, no es lo mismo con el Corazón.

📖 A mis amigos Lucio, Jorge, Anga, Oscar, Marisa, Becky, René por los momentos únicos que compartimos en la universidad. Gracias a Dios seguimos siendo amigos.

📖 A Tomy, Paola, Iván, Juan, Caro, Lucero, Orlando, Falis, Yeni, David, Salomón, Gaudencio porque a su lado aprendí lo necesario para que ahora sea lo que soy. Les debo mucho Aunque estemos lejos no los olvido amigos. .

📖 A los Ingenieros Guillermo Amador y José Torres porque con su apoyo es posible que este trabajo se presente.

"Si por un instante Dios se olvidara de que soy una marioneta de trapo y me regalara un trozo de vida, posiblemente no diria todo lo que pienso, pero en definitiva pensaria todo lo que digo. Daria valor a las cosas, no por lo que valen, sino por lo que significan.

Dormiria poco, soñaria más, entiendo que por cada minuto que cerramos los ojos, perdemos sesenta segundos de luz. Andaria cuando los demás se detienen, despertaria cuando los demás duermen. Escucharia cuando los demás hablan y cómo disfrutaria de un buen helado de chocolate!

Si Dios me obsequiara un trozo de vida, vestiria sencillo, me tiraria de bruces al sol, dejando descubierto, no solamente mi cuerpo, sino mi alma.

Dios mio si yo tuviera un corazón, escribiria mi odio sobre el hielo, y esperaria a que saliera el sol. Pintaria con un sueño de Van Gogh sobre las estrellas un poema de Benedetti, y una canción de Serrat seria la serenata que les ofreceria a la luna. Regaria con mis lágrimas las rosas, para sentir el dolor de sus espinas, y el encamado beso de sus pétalos...

Dios mio, si yo tuviera un trozo de vida... No dejaria pasar un sólo dia sin decirte a la gente que quiero, que la quiero. Convenceria a cada mujer u hombre que son mis favoritos y viviria enamorado del amor.

A los hombres les probaria cuan equivocados están al pensar que dejan de enamorarse cuando envejecen, sin saber que envejecen cuando dejan de enamorarse! A un niño le daria alas, pero le dejaria que él solo aprendiese a volar. A los viejos les enseñaria que la muerte no llega con la vejez, sino con el olvido. Tantas cosas he aprendido de ustedes, los hombres... He aprendido que todo el mundo quiere vivir en la cima de la montaña, sin saber que la verdadera felicidad está en la forma de subir la escarpada. He aprendido que cuando un recién nacido aprieta con su pequeño puño, por primera vez, el dedo de su padre, lo tiene atrapado por siempre.

He aprendido que un hombre sólo tiene derecho a mirar a otro hacia abajo, cuando ha de ayudarle a levantarse. Son tantas cosas las que he podido aprender de ustedes, pero realmente de mucho no habrán de servir, porque cuando me guarden dentro de esa maleta, infelizmente me estaré muriendo.

Siempre di lo que sientes y haz lo que piensas. Si supiera que hoy fuera la última vez que te voy a ver dormir, te abrazaria fuertemente y rezaria al Señor para poder ser el guardián de tu alma. Si supiera que esta fuera la última vez que te vea salir por la puerta, te daria un abrazo, un beso y te llamaria de nuevo para darte más. Si supiera que esta fuera la última vez que voy a oír tu voz, grabaria cada una de tus palabras para poder oirlas una y otra vez indefinidamente. Si supiera que estos son los últimos minutos que te veo diria "te quiero" y no asumiria, tontamente, que ya lo sabes.

Siempre hay un mañana y la vida nos da otra oportunidad para hacer las cosas bien, pero por si me equivoco y hoy es todo lo que nos queda, me gustaria decirte cuanto te quiero, que nunca te olvidaré.

El mañana no le está asegurado a nadie, joven o viejo. Hoy puede ser la última vez que veas a los que amas. Por eso no esperes más, hazlo hoy, ya que si el mañana nunca llega, seguramente lamentarás el día que no tomaste tiempo para una sonrisa, un abrazo, un beso y que estuviste muy ocupado para concederles un último deseo. Mantén a los que amas cerca de ti, diles al oído lo mucho que los necesitas, quíerelos y tráfalos bien, toma tiempo para decirles "lo siento", "perdóname", "por favor", "gracias" y todas las palabras de amor que conoces.

Nadie te recordará por tus pensamientos secretos. Pide al Señor la fuerza y sabiduría para expresarlos. Demuestra a tus amigos cuanto te importan."

Gabriel Garcia Márquez



INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos es una necesidad primordial mundial a la que se enfrenta la humanidad, el crecimiento acelerado de la población, la deforestación, las sequías y los problemas de contaminación son algunos factores que dificultan la producción de alimentos ocasionando que las hambrunas sean cada vez más frecuentes (Muker, K.G., 1998).

En el mercado de alimentos se encuentra una gran variedad de productos, algunos continúan siendo la principal fuente nutritiva en algunas regiones geográficas, como lo es el maíz para el pueblo mexicano. Es por esto que cuidar la calidad del maíz en el país es una necesidad primordial, puesto que cualquier daño o contaminación de este grano afectaría prácticamente a toda la población.

El maíz es muy susceptible a la infestación de los hongos si su almacenamiento es deficiente. Ingerir maíz u otros cereales en general contaminados con hongos, provoca severas intoxicaciones pues suprimen la actividad del sistema inmunológico del ser humano debido a la presencia de metabolitos secundarios que se secretan como las micotoxinas, las aflatoxinas son un ejemplo de estas. Hasta el momento no existe proceso alguno capaz de hacer desaparecer estas sustancias una vez presentes en los cereales, además los granos infectados no sirven para la alimentación animal porque las toxinas ingeridas por el ganado pueden pasar al hombre al ingerir leche o carne contaminados (Krogh Palle, 1988). Si añadimos a los daños a la salud, la pérdida de los granos por la contaminación y los problemas económicos, la carencia de las semillas en el país se vuelve gravísimo.



La situación en México respecto a este problema es grave ya que hasta el momento ha sido muy débil la posición del gobierno frente a este problema, que amenaza con causar mayores estragos entre la población mexicana que consume tortilla, principal alimento derivado del maíz.

La mejor forma de combatir esta situación es la de buscar técnicas adecuadas de almacenamiento, así como capacitar ampliamente a la gente que trabaja en el ramo. El almacenamiento es muy complejo, no consiste únicamente en guardar los granos, sino que comprende también el secado y mantenimiento a temperaturas bajas que inhiban el desarrollo de los hongos (Maldonado 1987). Otro factor de importancia que se toma en cuenta para evitar la presencia de aflatoxinas es mejorar las prácticas agrícolas.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología práctica, rápida y confiable para la determinación de aflatoxinas del maíz que se recibe en una planta de alimentos. Se abarcó desde el desarrollo del método de muestreo, la cantidad de muestra representativa de cada lote, la preparación de la muestra, la metodología para la determinación de aflatoxinas y el análisis de los resultados, correlacionando estos resultados con la variedad, época del año y estado físico del maíz que se recibe.



OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar las condiciones metodológicas para la determinación de aflatoxinas en maíz utilizado en la elaboración de alimentos, mediante un método fluorométrico rápido y exacto.
- Monitorear el nivel de aflatoxinas en el proceso de recepción, de acuerdo al tipo de maíz.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Desarrollar las condiciones de muestreo que aseguren una determinación confiable de Aflatoxinas en el maíz.
2. Utilizar un método fluorométrico rápido y confiable conocido como Aflatest.
3. Determinar la frecuencia de aflatoxinas en los distintos híbridos en su recepción durante el periodo abril 2000 - junio 2001.
4. Correlacionar diferencias en la susceptibilidad de contaminación por aflatoxinas en base a ciertas características del grano como: variedad, periodo del año y características físicas de calidad.



ANTECEDENTES

I. Maíz

I.1 Origen e Historia

El origen del maíz es un tema sujeto a gran controversia. Por datos arqueológicos encontrados, se puede decir que la planta del maíz es nativa de América. Los habitantes del centro de México que hablaban náhuatl, le llamaron *centli*, pero a partir de la conquista española, predominó "maíz", la palabra con la cual los nativos del Caribe designaban a esta planta en las Antillas. De acuerdo con los botánicos, el nombre científico del maíz es *Zea mays L.* y le fue dado por Linneo; el término *Zea* significa causa de vida.

De las numerosas teorías sobre el origen del maíz, sólo dos merecen recibir una seria consideración: Una es la que habla del teosintle (*Z. Mexicana*) que es el progenitor silvestre del maíz; la otra teoría habla de que un maíz salvaje en vaina, ahora extinto, fue el antecesor silvestre del maíz domesticado. Sin embargo, el maíz silvestre no ha sido encontrado nunca por el hombre moderno, por lo tanto nadie sabe cuando se originó esta importante planta, aunque se sabe que debe haber sido hace miles de años (Joaquín Meade, 1998).

Después del descubrimiento de América por los europeos, el maíz se difundió rápidamente hacia Europa, África y Asia. Desde España, se propagó hacia Francia, Alemania, Austria y el este de Europa. En contraste, en África mucho del maíz provenía de introducciones tardías del sur de Estados Unidos, México y algunas partes del este de Sudamérica. El maíz de las tierras tropicales es muy similar al de las tierras tropicales de Centro y Sudamérica. (Florescano E., Moreno A., 1966).

A la llegada de los europeos al Nuevo Mundo, el maíz se cultivaba en diversos puntos del continente, por lo que en un principio los estudiosos propusieron varios posibles lugares de origen,



no sólo Norteamérica y México, sino también la región andina en América del Sur. Sin embargo, hoy día es de común aceptación que fue en el territorio mesoamericano donde ocurrió la domesticación de este cereal.

En la domesticación del maíz fue crucial la participación humana, ya que durante varios miles de años, el hombre del México antiguo observó detenidamente el crecimiento de las diversas plantas que le eran útiles –particularmente aquellas que fueron ancestros del maíz-, procurando la selección y entrecruzamiento para obtener cereales mejorados.

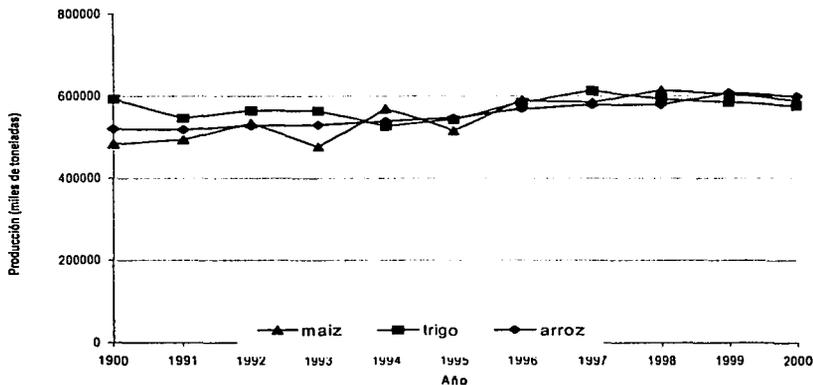
En la época clásica (200 a.C. – 700 d.C.), caracterizada por el surgimiento y el esplendor de urbes como Teotihuacán, Monte Albán, El Tajín, Palenque, Tikal y muchas otras del territorio mesoamericano, se contaba con agricultores de tiempo completo, y la base de este proceso fue el cultivo intensivo del maíz (Solís F., 1998).

1.2 Producción

El maíz es el único cereal importante de América. A nivel mundial, los tres cereales de mayor producción son el trigo, el maíz y el arroz, siendo el trigo el que tiene más área de cultivo, sin embargo se puede observar en la Gráfica 1, que el total de su producción no aventaja por mucho a la producción del maíz y del arroz.



Gráfica 1 Producción de los 3 principales cereales a nivel mundial



Fuente: Página Web FAO 2000

1.3 Clasificación

1.3.1 Botánica

El maíz pertenece al mundo de las gramíneas, que comprenden varios miles de especies agrupadas en unas veinte familias; una de ellas es la familia *Maydeae*, que se divide en tres grandes grupos, uno de los cuales se integra por tres géneros: el género *Zea*, que es el maíz propiamente dicho, el género *Euchalaena* que es el teosinte y el género *Tripsacum*, todos los cuales son originarios de América (Solís F., 1998).

Su descripción botánica es la siguiente (Benson G.O, Pearce R.B., 1997):



- a) Sistema radicular.- La primera estructura que emerge de la semilla es la radícula, seguida por el coleptido (estructura puntiaguda que ayuda a la salida de la planta) y después sale la raíz seminal.
- b) Tallo.- Estructura leñosa y cilíndrica, puede presentar de 8 a 25 nudos, de longitud variable, grueso en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. La altura del tallo depende de la variedad y de las condiciones ecológicas y climáticas de cada región
- c) Hojas.- El número de hojas por planta es variable, encontrándose desde 8-21. El número de hojas depende del número de nudos, ya que de cada nudo emerge una hoja; alternas y disticas, es decir, en un mismo plano a uno y otro lado del tallo; son evainadas, pues en su parte inferior hay una larga vaina que a manera de tubo envuelve el entrenudo que está por arriba del nudo de inserción.
- d) Flores.- El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas encontradas en la misma planta. Las flores masculinas se localizan en la inflorescencia terminal llamada "panícula", "panoja" o "espiga". Las flores pistiladas se originan de las yemas florales que emergen en las axilas de las hojas y que en el proceso de su desarrollo se denominan: yema floral pistilada, jilote, elote y mazorca. Se agrupan por pares distribuyéndose a lo largo de la inflorescencia femenina, que es una espiga cilíndrica, constituida por un raquis central u olote en donde se insertan a lo largo las espiguillas por pares, con glumas, lema y pales rudimentarias; cada espiguilla con dos flores, una fértil y otra estéril, formando hileras de flores paralelas.
- e) Pericarpio.- Forma la cubierta del fruto y son las paredes del ovario, siendo por lo tanto de origen materno. El color del pericarpio puede ser rojo o incoloro; el rojo es dominante. Si el pericarpio es incoloro, el color del grano dependerá del color de la aleurona o del endospermo.



- f) Endospermo.- Es el tejido de reserva de la semilla, este tejido posee un tercio de los cromosomas del progenitor masculino y dos tercios del progenitor femenino. Su color puede ser amarillo o blanco. La aleurona es una capa de células del endospermo, constituidas por una sustancia proteínica en forma granular, se origina al madurar la semilla, al avanzar la deshidratación el color de la aleurona puede ser blanca o incolora, roja o bien púrpura con intensidades variables. Contiene en su mayoría almidón, el cual sirve como principal fuente de energía durante la germinación de la semilla.
- g) Embrión o Germen.- Es el esbozo orgánico de todo ser viviente como consecuencia de la reproducción sexual. El embrión está formado por partes definidas y son los rudimentos de los órganos y aparatos de la planta adulta. Un grano de maíz tiene en su embrión una planta en miniatura con su radícula, su plúmula con 3 a 5 hojas, el esculentum o cotiledón y dos capas, el coleoptilo que cubre a la plúmula y la coleoriza que cubre a la radícula.

1.3.2 Clasificación del maíz de acuerdo a sus usos.

Los tipos agrícolas del maíz son el de vaina, duro, dentado, dulce, palomero, harinoso y ceroso. Cada grupo puede modificarse considerablemente por fitomejoramiento.

El maíz de vaina es quizá un tipo primitivo, cada grano está envuelto por una vaina fibrosa.

El maíz duro tiene granos muy duros como su nombre lo indica. Esta característica se debe a que las capas de almidón y proteína debajo de la cáscara son bastante gruesas. La mayoría de los granos de maíz de este tipo maduran pronto y tienen cierta popularidad por esta razón. La textura puede afectar, en forma adversa, su valor para la alimentación de ganado.



Al madurar el maíz dentado presenta una concavidad pronunciada debido al encogimiento del endospermo a medida que se pierde humedad. Los granos son duros, pero no tanto como los de maíz duro.

Los granos de maíz harinoso son grandes y blandos y el endospermo se desmenuza con facilidad. Estas características permiten que el grano se muele fácilmente, formando harina, lo que es ventajoso en los métodos de preparación domésticos.

El maíz dulce difiere de las otras variedades en que es mayor la cantidad de hidratos de carbono del grano que está presente como polímeros de glucosa de peso molecular relativamente bajo (dextrinas) más que como gránulos de almidón. En consecuencia retienen una textura blanda y su sabor dulce por un periodo más largo durante su desarrollo.

El maíz ceroso no contiene cera pero debe su textura a las grandes cantidades de la fracción de amilopectina del almidón que están presentes (Desrosier N.W., 1996)

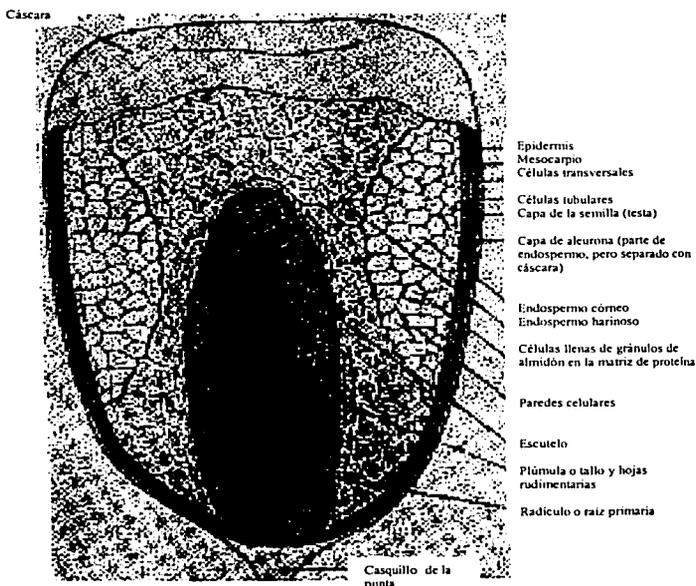
En la actualidad, la producción comercial del maíz utiliza semillas híbridas, basándose en las técnicas de entrecruzamiento y selección que nuestros ancestros utilizaban para obtener maíz con las características deseadas.

Los productores usan el sistema de ingertos haciendo varias cruzas combinando las características deseadas (salud de la planta, resistencia a enfermedades, alto aceite, alto almidón, características de molienda, tolerancia a insectos, herbicidas, etc), para obtener granos con mejores características que las de sus antecesores, este fenómeno biológico se conoce como "vigor híbrido" (International Conference, 1999).

Las diferencias que más afectan para el procesamiento del maíz son características del grano, las cuales están indicadas en la Figura 1, en donde se muestra la estructura del grano del maíz (Benson G.O., Pearce R.B., 1997)



Figura 1 Diagrama Longitudinal de un grano maduro de maíz (Desrosier N.W. 1996)



La tabla 1 muestra el análisis proximal promedio del grano de maíz dentado (Desrosier N.W., 1996).

Tabla 1 Análisis proximal del grano de maíz.

Humedad (%)	16.7
Almidón (%)	71.5
Proteínas (N x 6.25) (%)	9.91
Grasas (%)	4.78
Cenizas, óxido (%)	1.42
Fibra cruda (%)	2.66
Azúcares totales (%)	2.58
Carotenoides totales mg/Kg	30.0



II. DAÑO POR HONGOS

El rápido crecimiento de la población ocasiona una fuerte demanda de alimentos y los productores están obligados a proporcionarlos con las características nutricias y de calidad necesarias.

Algunos riesgos a la salud provocados por los alimentos y objeto de una lucha continua en el ámbito mundial son ocasionados por:

- I. Aquellos que implican un riesgo agudo y
- II. Los que implican un riesgo crónico a la salud

ALTO



Riesgo Agudo

- Agentes microbianos
- Ficotoxinas
- Algunas fitotoxinas
- Micotoxinas
- Contaminantes antropogénicos
- Aditivos alimentarios
- Residuos de plaguicidas

Riesgo crónico

- Micotoxinas
- Contaminantes antropogénicos
- Algunas fitotoxinas
- Dieta no balanceada
- Ficotoxinas
- Agentes microbios
- Aditivos alimentarios
- Residuos de plaguicidas

BAJO

Los microorganismos se encuentran en el suelo, en el polvo, en material en descomposición, en todos los lugares, por lo tanto son contaminantes naturales de los granos del maíz, pero son pocas las especies de hongos que los contaminan afectando su calidad. Levaduras y bacterias carecen de importancia si no existen condiciones excesivas de humedad, contribuyen durante el almacenamiento a la formación de puntos calientes en donde se desarrollan olores agrios o



fermentados. Los que si pueden causar daños y un detrimento en la calidad de los granos son algunos hongos que pueden crecer en condiciones relativamente fáciles de conseguir (Muker K.G., 1998, Anderson H.W., 1975).

La invasión de hongos en el maíz se divide en dos grupos:

- Hongos de campo.- que invaden al maíz en las condiciones del campo. Estas especies generalmente mueren cuando se almacenan o se descascarilla.
- Hongos de almacenamiento.- invaden al maíz durante su almacenamiento.

Una excepción sería *A. flavus* que invade al maíz tanto en el campo como durante su almacenamiento y puede producir aflatoxinas en ambas situaciones. Las especies de *Penicillium*, normalmente hongos de campo, pueden crecer durante el almacenamiento si se dan condiciones de alta humedad.

Cada especie fúngica tiene condiciones limitantes para su crecimiento, en la tabla 2 se presentan las condiciones mínimas para el crecimiento de los mohos cuando son cultivos puros, en condiciones normales las especies más fuertes son las que sobreviven. Los factores que influyen en el crecimiento de los hongos en el grano del maíz son principalmente la humedad relativa en el ambiente y la que hay en el grano, temperatura, tiempo, condiciones del grano (fracturas en el pericarpio, características genéticas, etc), el nivel del inóculo, el contenido de oxígeno que hay en el aire entre las semillas (Muker K.G., 1998)



**Tabla 2 Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa para el Crecimiento
Mohos de campo y almacenamiento del maíz**

Especie fúngica	Temperatura de Crecimiento °C			Humedad Relativa	
	Limite inferior	Optimo	Limite superior	Limite inferior	Limite inferior en el maíz
Especies de almacenamiento					
• <i>Aspergillus restrictus</i>	5-10	30-35	40-45	70	13.5-14.5
• <i>A. glaucus</i>	0-5	30-35	40-45	73	14.0-14.5
• <i>A. candidus</i>	10-15	45-50	50-55	80	15.0-15.5
• <i>Penicillium cyclopium</i>	-2	20-24	30-32	81	16.0-16.5
• <i>P. Brevi-compactum</i>	-2	20-24	30-32	81	16.0-16.5
• <i>P. viridicatum</i>	-2	20-24	34-36	81	16.0-16.5
Especies de campo y almacen					
• <i>A. flavus</i>	10-15	40-45	48-50	82	16.0-16.5
Especies de campo					
• <i>P. oxalicum</i>	8	31-33	35-37	86	17.0
• <i>P. funiculosum</i>	8	31-33	35-37	91	19.0
• <i>Alternaria</i>	-4	20	36-40	91	19.0-20.0
• <i>Gibberella zeae</i>	4	24	32	94	20.0-21.0
(Fusarium graminearum)					
• <i>F. Moniliforme</i>	4	28	36	91	19.0-20.0

Los hongos de campo invaden el maíz cuando éste todavía se encuentra en desarrollo y necesitan ciertos requerimientos para crecer, que del mismo modo no le permiten crecer durante el almacenamiento. Por ejemplo requieren de una humedad relativa del 90-100%, lo que implica un contenido de humedad en el grano de 22-23%. Mueren rápidamente cuando la humedad disminuye a 16-20%. Los hongos de campo llegan solamente al pericarpio.

En lo que se refiere a los hongos de almacén, éstos crecen más vigorosamente en los granos descascarillados ya en silos, cuando las condiciones de humedad y temperatura así lo permiten. Los principales problemas durante el almacenamiento son causados por *Aspergillus* o *Penicillium* (Anderson H.W., 1975).

La invasión fúngica incluye el crecimiento del micelio entre el tejido del grano. Los nutrimentos para su crecimiento los obtienen de las enzimas que secretan. Los hongos tienen una



respiración aerobia y como productos se obtiene dióxido de carbono y calor. Si el hongo tiene un rápido crecimiento, con alta humedad en el maíz, el calor generado incrementa la temperatura local porque los granos son malos conductores del calor, por lo que puede producirse daños por calor en los granos y provocar eventualmente una combustión "espontánea". También se ha relacionado el incremento de daño mecánico con la pérdida de materia seca del maíz y esto facilita la invasión de los hongos (Muker K.G., 1998).

II.1 A. *flavus* en el maíz

Se ha visto alrededor del mundo que la incidencia de *A. flavus* es alta en países templados y en climas más fríos y es principalmente en la precosecha. Y puede presentarse tanto en campo como durante el almacenamiento del maíz.

Uno de los factores que más influyen en la presencia de *A. flavus* es el daño por insectos en un porcentaje de 1.7 a 3.3%. Pero el maíz puede ser invadido por *A. flavus* sin que se presente daño por insecto (Muker K.G., 1998).

Muchos estudios han demostrado la importancia que tienen el daño por insectos, daño en el pericarpio, densidad del grano, baja fertilidad, cultivos, condiciones extremas en el aumento de las aflatoxinas. Además del daño por insecto y de las causas antes mencionadas, el daño en pericarpio también es de suma importancia (Anderson H.W., 1975)

Aunque el desarrollo de *A. flavus* es principalmente en almacenamiento, durante la precosecha puede crecer y en ciertas condiciones especiales puede alcanzar niveles alarmantes de desarrollo, así mismo, no es de extrañar encontrar también niveles considerables de aflatoxinas en maíz de campo: se ha demostrado que si durante el periodo de desarrollo del grano se presentan altas temperaturas, la concentración de aflatoxinas incrementa. Así mismo, se ha demostrado que la presencia de *A. flavus* se ve favorecida cuando hay infestación de insectos en el maíz y los granos



están dañados, y de manera subsecuente la producción de aflatoxinas también es promovida (Muker K.G., 1998).

La temperatura es tan importante como la humedad en el control del desarrollo microbiano en maíz almacenado. Generalmente, los hongos crecen fácilmente entre 20 y 30°C con un amplio rango restrictivo que va de 0 a 60°C (ver tabla II.1). Los hongos que pueden producir aflatoxinas han sido clasificados como mesófilos, pues crecen de manera óptima entre los 36 a 38°C con un rango de 6 a 46°C. El ciclo de producción de aflatoxinas se ve dramáticamente incrementado cuando la temperatura aumenta de 15 a 28°C. Estudios realizados han demostrado que cuando la temperatura oscila entre los 15 y 33°C favorece la producción de algunas aflatoxinas como la AFB₁ y si varía entre 15 y 28°C AFG₁ se produce más fácilmente. (Krogh P., et.al., 1998)

Además de la temperatura y la humedad, existen otros factores que predisponen los granos a la infestación por hongos. La aeración es un procedimiento muy utilizado para eliminar los "puntos calientes" durante el almacenamiento, pero esto puede promover el crecimiento de los hongos productores de aflatoxinas, pues son aerobios y requieren oxígeno para su crecimiento. Una propuesta para combatir esta situación es el uso de atmósferas inertes dentro de los silos.

La naturaleza del sustrato también es un factor que determina la vulnerabilidad del grano a la invasión de hongos. Daños físicos en situaciones extremas y granos rotos pueden dar un punto de entrada para el desarrollo de los hongos y que después se generen "puntos calientes". Entiéndase como situaciones extremas aquellas altas temperaturas, humedad del suelo e infestación por insectos. Aquí también el genotipo del grano influye porque mientras más delgado sea el pericarpio más fácil es el ataque de insectos y la invasión de hongos (Muker K.G., 1998).



II.2 Micotoxinas

Los principales mohos que contaminan los granos son de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* (Muker K.G., 1998)

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de los hongos que no se requieren para el crecimiento del organismo que los produce. Son extremadamente tóxicos, químicamente diversos y pueden ser encontrados en granos de todo tipo, frutas, productos lácteos y otros.

Las causas que han impulsado los esfuerzos para identificar las toxinas producidas por hongos que crecen en alimentos, hallar métodos para su cuantificación y la evaluación de sus efectos tanto en animales como en humanos, indudablemente son dos principalmente: 1) las graves micotoxicosis reportadas en humanos y la directa relación que existe entre micotoxinas específicas y enfermedades en humanos; y 2) los efectos económicos negativos de micotoxicosis en animales y pérdidas de cosechas por contaminación con micotoxinas

A saber las micotoxinas que más se presentan en los alimentos son: aflatoxinas, zerealenona, tricotecenos, ocratoxinas, citrinina, ácido penicílico, fumonisinas y patulina. Otras micotoxinas de menor incidencia son sterigmatocistina, éter metil alternariol, ácido micofenólico, Penitrem A, Toxina PR y Zearalenol (Krogh P., et.al., 1998).

Las micotoxinas, en especial las aflatoxinas, fueron objeto de una intensa investigación por parte de la comunidad científica por el brote de una extraña enfermedad en aves de corral en la década de los 60's. Un agente desconocido causaba severas pérdidas de pavos en Gran Bretaña, a esta enfermedad se le conoció como *Enfermedad X*, caracterizada por una grave necrosis hepática con hiperplasia en el ducto biliar y una severa pérdida del apetito, letargo, debilidad en las alas, una posición inusual del cuello y cabeza al momento de la muerte. En todos los casos, la dieta de estas aves había consistido en cacahuetes brasileños. En granjas que utilizaban cacahuetes provenientes



de Kenya, Uganda y el Oeste de África también desarrollaron síntomas similares, lo que parecía indicar que los cacahuates de cualquier parte del mundo eran tóxicos. Rápidamente los factores tóxicos se extrajeron, fueron aislados e identificados estructuralmente porque muchos investigadores colaboraron. El hongo aislado se identificó como *Aspergillus flavus*, el cual producía factores tóxicos que fueron llamados aflatoxinas (AF) B₁, B₂, G₁ y G₂. Las letras se refieren al color con que fluorescen, azul y verde.

A. flavus fue asociado también con síntomas tóxicos de otros animales domésticos: Una enfermedad conocida como *Hepatitis X* en perros, alimentados también con cacahuates contaminados. Los cacahuates no fueron los únicos relacionados con estos síntomas tóxicos, maíz contaminado con *A. flavus* y otras especies de hongos como *Penicillium rubrum* fue el responsable de lesiones hepáticas en cerdos y ganado. También se demostró que el maíz con hongo estaba relacionado con la Hepatitis X de los perros. Especies tóxicas, incluyendo *A. flavus*, fueron implicadas con síntomas hemorrágicos en aves de corral. Estos casos dificultaron atribuir a las aflatoxinas los síntomas que causaban porque en los alimentos están presentes otros factores tóxicos y las aflatoxinas aisladas no generaban todos los síntomas.

Las investigaciones siguieron y todo indica que las aflatoxinas si están implicadas en el daño hepático y la alta mortalidad presentada (Krogh P., et.al., 1998).

El hecho de que los cacahuates provenientes de todo el mundo, maíz y semillas de algodón estuvieran contaminados, hizo que el problema cobrara importancia mundial. No sólo por el riesgo de una grave intoxicación sino porque también las aflatoxinas son factores carcinógenos, además las aflatoxinas tienen la característica de que una vez presentes, el riesgo toxicológico es inevitable. Para la gente cuya dieta principal consiste en productos contaminados, el riesgo de un carcinoma hepatocelular se hace altamente potencial.



Debido a que los síntomas de intoxicación son similares a los de otras enfermedades, no siempre era posible distinguir la aflatoxicosis o micotoxicosis; pero existen ciertas características distintivas (Krogh P., et.al., 1998):

- La micotoxicosis no es contagiosa.
- Tratamientos con antibióticos y otros medicamentos tienen escaso o nulo efecto sobre la enfermedad.
- Los brotes de la enfermedad son estacionales.
- Los brotes están asociados frecuentemente con un alimento y comestibles en específico.
- El grado de toxicidad es frecuentemente influenciado por la edad, sexo y estado nutricional.
- Al analizar la comida o alimento puede claramente observarse signos de hongos.

Aunque no son necesarias, las aflatoxinas proveen a su organismo productor una ventaja de supervivencia, se dice que las aflatoxinas actúan como antibióticos.

II.2.1. Estructura de las aflatoxinas

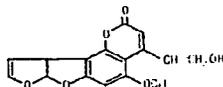
Las aflatoxinas son un grupo relacionado estructuralmente con compuestos tóxicos secretados específicamente por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, los cuales bajo condiciones favorables de humedad y temperatura crecen en alimentos almacenados. El maíz es un excelente sustrato para que crezcan tanto *A. flavus* y *A. parasiticus* para la producción de aflatoxinas.

Las aflatoxinas que se encuentran frecuentemente en los cereales y vegetales son B₁, B₂, G₁ y G₂. La B₁ es normalmente la aflatoxina más importante tanto por su incidencia en los alimentos como por su toxicidad.



Un posible precursor en la biosíntesis de las aflatoxinas fue aislado de cepas de *A. flavus* y *A. parasiticus*, conocido como AFB₃ o Parasíticol cuya estructura está esquematizada en la Figura 2 (Krogh P., 1998).

Figura 2 Estructura molecular del Parasíticol, posible precursor de las aflatoxinas.



Las aflatoxinas contienen un núcleo de cumarina, compuesto extremadamente reactivo, unido a un bifurano, en el caso de las AFB₁ y AFB₂ también está unido a una pentanona y en las AFG₁ y AFG₂ a una lactona de seis miembros (ver figura 3).

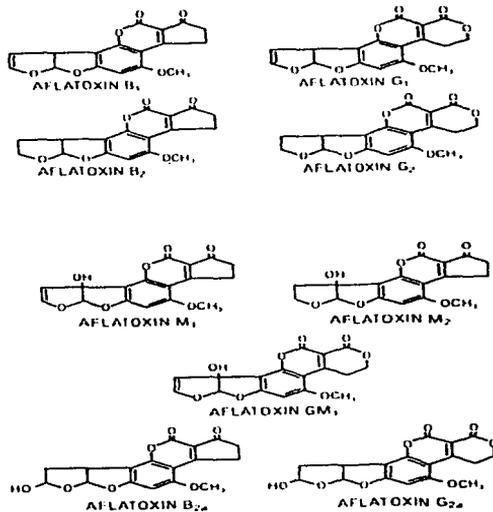
El grupo funcional lactona es fácilmente hidrolizado en condiciones alcalinas, y las aflatoxinas D son privadas de su grupo lactona y se inactivan. Muchos procedimientos de desintoxicación se basan en tratamientos alcalinos (Multon J.L., 1988).

El grupo bifurano, que se encuentra en muchas toxinas miceliales y que constituyen una estructura plana de uno de los extremos de la molécula, permite una interacción específica con ciertos constituyentes celulares.

Las moléculas de aflatoxinas no contienen nitrógeno y son sintetizadas por acetato a través de una ruta metabólica que los lleva hasta esteroides. Su estructura es muy similar a ciertas hormonas esteroideas.



Figura 3 Estructura molecular de las principales aflatoxinas.



En los tipos 2 de aflatoxinas (B₂, G₂, M₂ y GM₂), el doble enlace 1-2 en el extremo del grupo bifurano esta saturado. Esta fórmula molecular indica que AFB₂ y AFG₂ son derivados dihidroxilados de AFB₁ y AFG₁ respectivamente.

La doble ligadura de las aflatoxinas de tipo 1 en el extremo de su grupo bifurano, puede transformarse en epóxido por monooxigenasas microsomiales, esto genera enlaces covalentes con macromoléculas celulares.



Las aflatoxinas AFM₁, AFM₂, AFB_{2a} y AFG_{2a} son metabolitos que se producen cuando los animales ingieren aflatoxinas (Krogh P. 1998).

Las aflatoxinas son solubles en solventes polares: alcoholes, cetonas, solventes clorados, benceno, acetonitrilo y son insolubles en agua y ésteres de petróleo. Son termoestables y sólo se observa una degradación apreciable por arriba de los 150°C, no se afectan por procedimientos de esterilización. Son estables también durante tiempos prolongados de almacenamiento y pueden contaminar productos por muchos años. Se degradan rápidamente en condiciones alcalinas.

Tienen la capacidad de absorber luz a 350 nm. Cuando se les excita con luz a 365 nm estas moléculas emiten una intensa fluorescencia, azul para las aflatoxinas B y verde para las G. Esta fluorescencia puede ser usada para su detección, después de una separación por cromatografía en capa fina (Multon J.L., 1988).

Son dos tipos de productos principalmente los que se forman:

- Metabolitos Hidroxilos: Las aflatoxinas M, P, Q, R₀ y B_{2a}. Estos productos retienen las propiedades tóxicas esenciales de la molécula inicial, pero como tienen un grupo hidroxilo se pueden conjugar con el ácido glicurónico o sulfatos, esto hace que sea soluble en agua y se eliminan por la orina. El problema es serio cuando se trata de la aflatoxina M, pues se excreta en la leche, en cantidades correspondientes al 1% de la cantidad ingerida de la aflatoxina, lo que provoca un serio riesgo de toxicidad.
- Epóxidos: formados a partir de la doble ligadura 1-2. Estos metabolitos son altamente reactivos y en extremo tóxicos produciendo lesiones genéticas, representan riesgos mutagénicos y carcinógenos.

La unión de estos compuestos con las proteínas, DNA y RNA puede interferir con las funciones celulares normales, dando inicio a carcinogénesis y necrosis.



Se ha supuesto una vía para la unión entre AFB₁ a los ácidos nucleicos, esto ocurre por un metabolito activado conocido como 2,3-óxido AFB₁. Este compuesto activado de AFB₁ se une covalentemente al N-7 de guanina, el cual tiene la posición estéricamente más accesible en el DNA.

Aunque también se puede formar AFM₁-N-7 guanina o AFP₁-N-7 guanina, la unión que más se forma es la de AFB₁-N-7 guanina, y este producto es el responsable del efecto mutagénico y carcinógeno de la AFB₁.

Además de la unión de AFB₁ y sus metabolitos con el DNA, han sido reportada la unión con histonas, proteínas celulares y de suero y RNA ribosomal. Pero al parecer estas uniones no contribuyen significativamente al riesgo carcinogénico.

En resumen las principales rutas metabólicas inhibidas por AFB₁ son síntesis de DNA y RNA, la acción de las DNA y RNA polimerasas y la síntesis de proteínas (Krogh Palle, 1998).

II.2.2 Toxicidad

Toxicidad aguda

Al presentarse un caso de toxicidad aguda, la muerte ocurre por coma hepático. La dosis media letal (LD₅₀) varía dependiendo de las especies (Krogh P., 1998).

Las aflatoxinas son inhibidores extremadamente activos de varios tipos de síntesis, la síntesis de RNA es la que se bloquea de manera más rápida y eficiente, por lo tanto la síntesis proteínica se inhibe rápidamente.

En casos de humanos los reportes de aflatoxicosis en su mayoría han sido en países de Asia y África. Estos brotes se caracterizaron por ictericia, hipertensión portal, alta mortalidad, hemorragias masivas en el tracto gastrointestinal.



La aflatoxicosis ha sido relacionada con la enfermedad de Kwashiorkor, causada por deficiencia calorías de proteínas de alta calidad. Estos casos se han dado en países como Uganda, Zaire, Sur de India, México, América Central, parte de Brasil y Sudáfrica, en los cuales hay un clima húmedo y cálido durante la época de lluvias y en donde el alimento básico es almidonoso y bajo en proteínas como bananas, arroz y maíz.

En Tailandia se dio un caso diferente en niños que consumían altas concentraciones de aflatoxinas, consistía en encefalopatía y degeneración adiposa en vísceras (EFDV), presentaban síntomas de fiebre, disturbios en la consciencia, convulsiones, vómito, arritmia respiratoria, tono muscular alterado así como los reflejos (Anderson H.W., 1975; Krogh P., 1998)

Toxicidad crónica

Las aflatoxinas son mutagénicos, también son carcinogénicos y cuando se administran por vía oral producen cáncer en el hígado. Estos efectos carcinogénicos se obtienen en todos los animales que se utilizaron para estudios a largo plazo. Una dieta que contiene 15 ppb es capaz de inducir cáncer en todos los animales que se involucraron en el estudio.

La carcinogenicidad de las aflatoxinas es más marcada en los machos. Esto se puede explicar por que el metabolismo de las hembras esta más orientado a la desintoxicación.

Hay relación entre aflatoxinas en los alimentos y cáncer hepático en humanos. En ciertas áreas de Kenia, Mozambique, Tailandia, Uganda, Indonesia y Sudáfrica la incidencia de carcinoma hepatocelular es alta cuando la concentración de aflatoxinas en los alimentos es alta. También es alta la incidencia del virus de la Hepatitis B (HBV). Estudios recientes proponen que la aflatoxina suprime el sistema inmunológico y después el HBV produce infecciones crónicas y cáncer en el hígado (Anderson H.W., 1975; Krogh P., 1998).



Los límites de tolerancia para las aflatoxinas en varios países fluctúa entre 0 y 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Las autoridades sanitarias mexicanas y de Estados Unidos (SSA y FDA respectivamente) han establecido un límite máximo para Aflatoxinas de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en alimentos para consumo humano. En México el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios se contempla que el límite máximo de aflatoxinas debería ser de 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Diario Oficial de la Federación 1999; Diario Oficial de la Federación 2000).

II.2.3 Medidas de Control y Desintoxicación

Obviamente el mejor método para prevenir la producción de las aflatoxinas es el control del crecimiento de los hongos. Por ende, las medidas de control están direccionadas principalmente a evitar el crecimiento fúngico tal como la reducción de la actividad de agua (contenido de humedad), humedad relativa en el ambiente, temperatura, composición y disponibilidad de los substratos y la presencia de inhibidores.

La producción de aflatoxinas se puede prevenir de manera exitosa por buenas prácticas durante la cosecha, secado y almacenamiento. Las anteriores medidas tienen la finalidad de la reducción del contenido de humedad. *A. flavus* requiere para su crecimiento en los cereales y la producción de aflatoxinas un contenido de humedad de 18 – 19.5% (Multon J.L., 1988).

Algunos inhibidores del crecimiento de los hongos, como amoníaco o ácido propiónico, pueden inhibir la producción de aflatoxinas aún en condiciones de elevada humedad.

Las técnicas para el control de aflatoxinas en campo no son tan exitosas, ni tan fáciles de aplicar como las que se pueden aplicar durante el almacenamiento.



Cuando a un producto se le ha determinado contaminación y presencia de aflatoxinas, pocas son las acciones a realizar. La peor alternativa, económicamente hablando, es la destrucción. Lo que se puede hacer en el caso de granos y cereales, es el uso de formaldehído e hidróxido de calcio, hidróxido de calcio solo o aldehídos, los cuales reducen la cantidad de aflatoxinas.

Se ha demostrado que utilizar hidróxido de amonio o gas amoníaco reduce el contenido de AFB₁ notablemente: de un contenido inicial de 4000 µg/kg. a menos de 4 µg/kg. Al parecer se hidroliza el grupo lactona de AFB₁ (Krogh P., 1998).

II.2.4 Métodos para determinar Aflatoxinas

El muestreo es en todas las técnicas crucial para la confiabilidad de los resultados. En el caso de las micotoxinas no se distribuyen homogéneamente en todo el lote de granos o semillas y ello puede explicar las discrepancias en los resultados que se obtienen en distintos laboratorios.

Las tres técnicas que actualmente se utilizan para la determinación cuantitativa de micotoxinas (Multon J.L., 1998):

- Cromatografía de capa fina (TLC).- método básico. Separa eficientemente las micotoxinas de los productos y da una correcta identificación y cuantificación. Basado en la fluorescencia que tienen las micotoxinas naturalmente o después de hacerlas reaccionar con algún reactivo.
- Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).- Muy desarrollado y hasta cierto punto automatizado, los detectores utilizados son más sensibles y confiables.
- Cromatografía de gas (GC).- Se puede adaptar para todo tipo de toxinas. Cuando se usa en unión con la espectrometría de masas, la cromatografía de gases constituye un método estándar



para la identificación y cuantificación de contaminantes presentes en muy bajas concentraciones.

III. MUESTREO

Para llevar a cabo un análisis adecuado de una muestra es importante considerar el tamaño, por consiguiente el muestreo es una parte fundamental. La efectividad del muestreo depende de la manera en que se elija el procedimiento a realizar, ya que existe el riesgo de que la muestra tomada no sea representativa del total del lote, sea tomada de secciones cuestionables y usando métodos no muy confiables, y aunque esa muestra se analice química y tecnológicamente con técnicas avanzadas cuyo rango de error sea mínimo, los resultados pueden no ser confiables.

El muestreo es un factor importante en la determinación de aflatoxinas, pues contribuye en gran medida en la variabilidad de los análisis. Esto es por la desigual distribución que tienen las aflatoxinas en los granos, ya que una vez molidos y homogenizados, toda la muestra puede estar contaminada.

Algunas definiciones necesarias para comprender la importancia de esta operación en los análisis de granos serían (Multon J.L., 1988):

- ◆ Muestreo: conjunto de pasos que inician en el lote de granos y terminan en los análisis de laboratorio.
- ◆ Plan de muestreo: método utilizado para el muestreo en función de la naturaleza y estructura del producto a analizar.
- ◆ Población: lote que se va a analizar. Esta formado por varias unidades estadísticas, todas ellas o por lo menos en su mayoría son iguales.



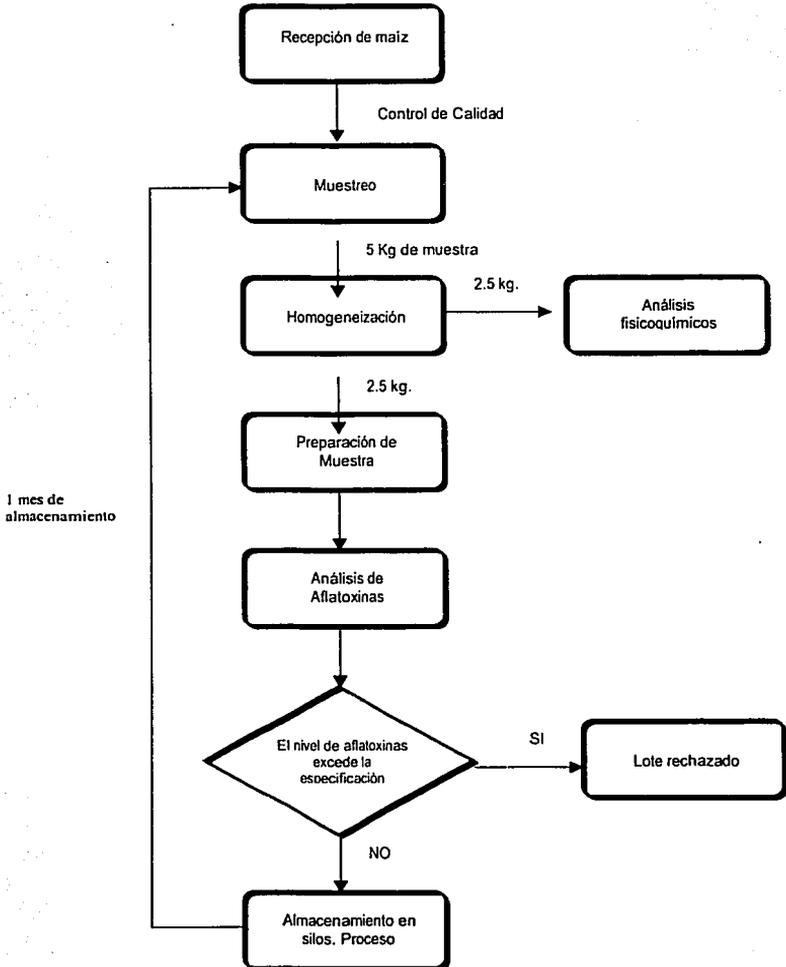
- ◆ Unidad estadística: cualquier unidad sujeta a observación.
- ◆ Muestra: total de algunas unidades estadísticas de una población.
- ◆ Representativo: Una muestra es un MODELO REDUCIDO del gran total del que fue tomada, esto es *representativo e imparcial*.
- ◆ Homogéneo/Heterogéneo: Para definir en el plan de muestreo el tamaño de las muestra que van a ser tomadas, es necesario conocer muy bien a la población. Si las unidades estadísticas son iguales o muy parecidas la población es homogénea, pero si las unidades estadísticas difieren mucho entre ellas la población es heterogénea.
- ◆ Tamaño y número de muestras: el tamaño de la muestra esta en función de la estructura y naturaleza de la población, tiempo disponible y el costo de las operaciones (mano de obra, muestreo, equipo, análisis, etc.). Existen además, leyes estadísticas teóricas que determinan límites, la determinación del número de muestras que van a ser evaluadas bajo cierto grado de precisión.

Una buena muestra tiene como principal característica la representatividad, pero esto no es suficiente. Además debe de poseer otras cualidades como: facilidad de toma de muestra, manipulación, transporte. estudio y transferencia al laboratorio conservando su integridad. Es también necesario protegerla de factores externos que pudieran afectarla y así alterar los resultados de la población.



METODOLOGÍA

I. Diagrama General de la Investigación





Para este estudio se seleccionaron los siguientes híbridos de maíz: Asgrow 791, Asgrow Pantera, Farmland, Asgrow 7545, Asgrow7597, Asgrow 7573, Hartz 805, Pioneer 3099, Pioneer 3081, Pioneer 32R21 comprados por la empresa en los meses de abril del 2000 a Junio del 2001.

II. Recepción de Maíz

El maíz se recibe en trailers con una capacidad mayor a 30 ton, con menos frecuencia se ha recibido maíz en camiones de redilas y en costales.

A la recepción de los lotes se registra lugar de procedencia y cantidad reportada (la cual se verifica en una báscula para trailers), para que después el lote sea analizado por Control de Calidad, departamento que define si el lote es aceptado o rechazado y también define si proceden descuentos al lote dependiendo de la calidad.

Los granos de maíz que se utilizaron en este estudio son del tipo dentado cuyas características de los diferentes híbridos se encuentran resumidos en la tabla 3

Tabla 3. Caracterización de los híbridos utilizados en el estudio

Propiedad	Asgrow 791	Asgrow Pantera	Farmland M-2	Asgrow 7545	Asgrow 7597	Asgrow 7573	Hartz 805	Pioneer 3099	Pioneer 32R21
Densidad (56 lb/bushel min.)	755.4	773	767.4	750.8	789.1	774.6	774	749.9	750.7
Grano bola (%)	4.2	0.4	1.4	3	3.2	27	3.1	0	0.2
Grano chico (%)	0.2	0.4	1.4	4.8	0.1	2	0	0.2	0.4
Retención en malla 1/4" (%)	97.6	98.2	98.5	92.9	99.9	97.9	100	99.8	99.7
Peso 100 granos (g)	45.1	35.2	36	33.8	40.2	39	37.4	27.7	34
Longitud 20 granos (cm)	20.5	17.1	16.3	17.5	18.8	17.6	18.5	17.3	16.4
Corona	6.5	6	5.7	5	5.4	5.2	6.25	5.6	5
Dentado	6.9	6.1	6	3.5	6.1	5.7	7.25	6.6	5
Rayas rojas	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Color	4.5	6.5	5	4	5	6.5	7	3.5	5
Endospermo harinoso	6.2	5.5	6.6	6.3	7.1	7	3.5	5.7	6.2



III. Muestreo

El objetivo de esta operación fue definido como: *Obtener una muestra representativa del lote, y los procedimientos de muestreo deben contemplar que la muestra debe tomarse fácilmente del camión o trailer, que la muestra tomada sea fácilmente manejable y transportable sin implicar costo extra, asegurando su integridad hasta antes de ser analizada.*

Para asegurar que el objetivo anterior se cumpliera las técnicas empleadas que se decidieron utilizar, en su mayoría, son las establecidas en el *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-188-SSA1-2000* (Diario Oficial de la Federación, 2000):

Maíz en costales

Los costales se acomodan en estibas, ahí se muestrea en forma de "M" como se observa en la Figura 5.

Figura 5 Esquema de muestreo en costales.



El número de costales a muestrear por lote se ajustará a lo señalado por la tabla 4, cualquier número de sacos mayor a lo que en ella se indica, se considerará otro lote.



Tabla 4 Número de costales a muestrear dependiendo del tamaño del lote.

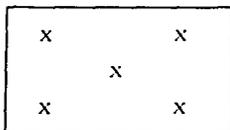
Número de costales	Muestrear
Hasta 99	10
100-199	15
200-299	20
300-499	30
500-799	40
800-1299	55
1300-3199	75
3200-7999	115
8000-21999	150
22000-49999	225

Para el muestreo en costales se utilizó una navaja para abrirlos una vez seleccionados, se recolecta la muestra de cada uno de ellos la cantidad necesaria para que en total se obtenga una muestra de aproximadamente 5 Kg. que se coloca en una cubeta. Después se traslada la muestra al laboratorio de Control de Calidad para su análisis.

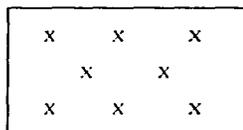
Muestreo en transporte

La toma de muestra va a depender de la cantidad del lote. Se tomó muestra de 5 kg por cada 600 toneladas o menos, siguiendo el esquema que se muestra en la Figura 6.

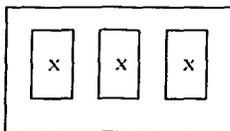
Figura 6 Esquemas para el muestreo en trailers y camiones.



Camiones de hasta 30 toneladas



Camiones de más de 30 toneladas



Carros tova de 3 compartimientos y 3 escotillas



- Camiones de hasta 30 toneladas 5 submuestras de 1 kg.
- Trailers o camiones con más de 30 toneladas 8 submuestras de 650 g
- Carros tolva de 3 escotillas 3 submuestras de 1.7 kg.

Cantidades mayores a 600 toneladas, se consideran como otro lote.

El muestreo se hizo manualmente con la ayuda de una bayoneta (figura 7), que es una probeta cilíndrica dividida con orificios que permiten un muestreo a diferentes profundidades. Después se descargó la muestra en una cubeta para llevarla al laboratorio de Control de Calidad.

Figura 7 Bayoneta.



Producto Almacenado en Silos

El muestreo de maíz en Silos sólo se realiza en el caso de que el almacenamiento exceda a 1 mes, se procederá al muestreo del lote haciendo circular el maíz por el sistema de transporte, abrir con cuidado la escotilla y dejar caer maíz dentro de una cubeta hasta completar 5 kg. Posteriormente la muestra se llevará al Laboratorio de Control de Calidad para su análisis.

Es necesario mencionar que durante el tiempo que duró la presente investigación no hubo necesidad de muestrear el maíz en silos.

IV. CONTROL DE CALIDAD

Una vez realizado el muestreo es importante que los datos se capturen inmediatamente en la bitácora de recepción, cuyo formato se muestra en la Tabla 5. Es importante que no se deje



pasar el tiempo de captura de los resultados, ya que cualquier error por omisión puede resultar en un procedimiento de muestreo erróneo.

Cada grano de maíz tiene características únicas que lo diferencian de los otros granos de su mismo lote, por lo que las características del lote no se pueden considerar iguales y resulta difícil obtener una muestra representativa.

Por lo anterior fue necesario capacitar en las técnicas de muestreo a las personas encargadas de dicho trabajo, recalcando la importancia de su trabajo en el muestreo que pudiera resultar en tendencias y riesgos dentro de la obtención de las muestras, haciendo de su conocimiento que pueden adaptar la metodología conforme la situación lo requiera. (Multon J.L., 1988).

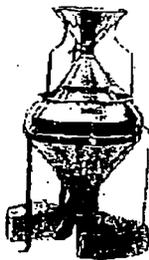


IV.1 Preparación de la muestra

IV.1.1 Homogeneización

Para homogeneizar la muestra se utiliza un divisor Boerner (Figura 8) , aparato formado por distintas tolvas que en su interior tiene una serie de canales por los que el grano cae distribuyéndose aleatoriamente, consiguiendo una mezcla perfecta de toda la muestra, siendo este el objetivo principal de esta operación dada la naturaleza de las muestras que son muestreadas.

Fig 8 Homogenizador Boerner.



IV.1.2 Análisis fisicoquímicos (Intl. Conference, 1999)

Una vez obtenida la muestra, se procedió al análisis en laboratorio del grano, el cual proveerá de la información necesaria para asegurar que los granos que se reciben son potencialmente útiles en el proceso. Los análisis en laboratorio son los siguientes:

- **Humedad:** Se muelen aproximadamente 200 g de grano en un molino eléctrico. La muestra debe quedar lo más fina posible. Utilizando una Estufa de circulación forzada de aire a 130°C/4 hr. El fundamento de este método es la medición de la pérdida del agua libre que



se encuentra en los granos, esto en el diferencial de peso que existe entre el peso inicial de la muestra y de la muestra ya seca. El resultado se expresa en porcentaje.

Para los análisis siguientes la técnica que se sigue es la utilización de 1000 g de muestra, de los que se van seleccionando los granos, de forma visual, comparando con estándares de granos sanos y así caracterizar el defecto presente, el reporte se hace en porcentaje. Los defectos que pueden presentarse son :

- Material extraño o impurezas: Las impurezas implican mermas directas en proceso. Se consideran material extraño o impurezas todo aquel material que no sea grano de maíz. Esta determinación se hace por una separación visual. El máximo de impurezas permitido es el 1%.
- Tamaño del grano: Ayudados por un sistema de tamices, los cuales separan los distintos tamaños de grano. El tamaño promedio de grano que se busca es de 0.8 cm y debe ser retenido en una malla de $\frac{1}{4}$ ".
- Sanidad: El maíz debe encontrarse libre de defecaciones de cualquier animal, no debe presentar insectos vivos, adultos o larva en estado de pupa. Es una verificación visual, si se haya cualquier evidencia de lo anterior mencionado el grano no pasa la Sanidad.
- Grano roto y estrellado: Son los granos que por causa de daño mecánico o exposición a elevadas temperaturas ($>60^{\circ}\text{C}$) presenta fisuras o fracturas con o sin desprendimiento de endospermo. Esto puede causar que los insectos y hongos ataquen fácilmente al grano y además durante el proceso este tipo de granos ganan mayor humedad. Grano roto es aquel que no está completo y el estrellado es el que presenta una fisura interna y/o con daño del pericarpio pero el grano está completo.



- **Daño por insecto:** Impacta en la sanidad, disminuye el peso del grano, densidad y causa un efecto similar al del grano roto. Esta determinación es visual y son los granos que presenten túneles u orificios o la evidente infestación de insectos o larvas.
- **Daño por calor:** Este tipo de grano presenta normalmente una coloración café claro, oscuro o negro. La causa principal de este daño es altas humedad en el grano aunado con altas temperaturas debido a una deficiente aireación durante el almacenamiento.
- **Daño por hongo:** Estos granos presentan en el germen o en la parte fracturada del endospermo superficies "algodonosas" (colonias de hongos) de color amarillo, verde, azulado y grisáceo. Sus causas pueden ser humedad en el grano mayor al 15%, temperatura del grano mayor a 20°C, humedad relativo mayor a 70% y tiempo prolongado de almacenamiento. La inspección es visual.
- **Otras variedades:** Se clasificará como otras variedades a los granos de maíz que presenten color no característico a la variedad, forma, tamaño y dureza. No es recomendable este tipo de mezclas por la heterogeneidad en su procesamiento.

NOTA: Cabe mencionar que el maíz utilizado en este experimento ha sido previamente almacenado en un centro de acopio. En estas bodegas reciben el maíz directamente del campo, se le hacen los mismos análisis que en planta, rechazando los lotes inaceptables por su características de calidad. El maíz, de ser necesario se le somete a secado artificial, se almacena bajo condiciones que permitan conservar su buen estado ya que puede llegar a ser almacenado a veces hasta por un año en estos centros de acopio.

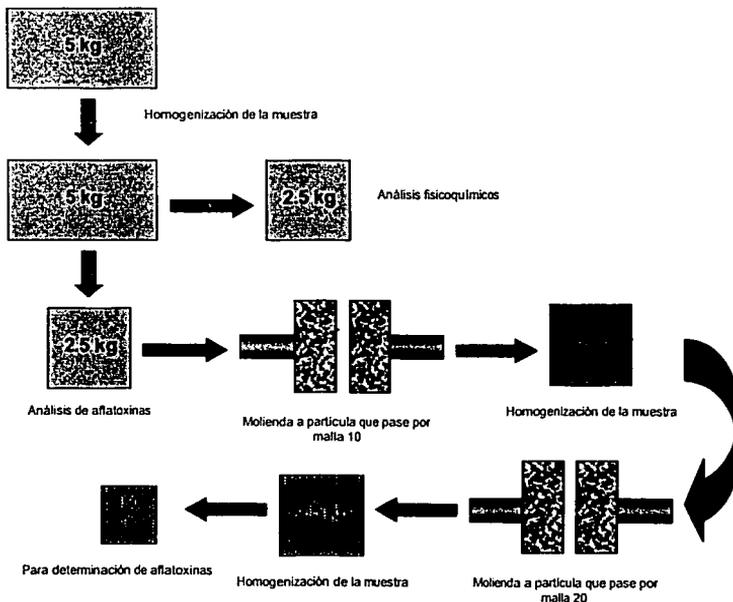


IV.1.3 Determinación de Aflatoxinas

IV.1.3.1 Preparación de la muestra

El análisis de aflatoxinas requiere de una correcta preparación de la muestra, pues se deben de cumplir con ciertas características físicas que faciliten el análisis. Es necesario que la muestra tenga un tamaño de partícula de 20 micras para que la extracción de las aflatoxinas sea eficiente. Si los pasos que se describen en la Figura 9 se realizan de forma correcta, se asegura que la determinación de aflatoxinas será confiable (DOF, 2000; VICAM, 1999).

Figura 9 Pasos a seguir en la preparación de la muestra para el análisis de aflatoxinas





IV.1.3.2 Análisis de Aflatoxinas

IV.1.3.2.1 Determinación de Aflatoxinas en el Equipo Aflatest.

El aflatest es un método rápido, simple, seguro y altamente exacto para la determinación cuantitativa de las aflatoxinas, el cual ha sido validado por el Instituto de Investigación de AOAC bajo *El Programa de Desarrollo de Pruebas* (Aflatest Instruction Manual, 1999).

El aflatest es un equipo fluorométrico para la determinación de aflatoxinas basado en una columna cromatografía donde se lleva a cabo una reacción antígeno (aflatoxinas) - anticuerpo. En esta técnica se usan columnas que contienen anticuerpos específicos para aflatoxinas (B1, B2, G1, G2 y M1) sin el uso de solventes tóxicos como cloroformo o cloruro de metileno (Aflatest Instruction Manual, 1999).

Todas las aflatoxinas en solución fluorescen naturalmente cuando son expuestas a la luz ultravioleta de onda larga, esta propiedad les es conferida por la estructura de anillos de las moléculas (ver Figura 3 del capítulo de antecedentes), pero cada una de ellas lo hace a diferentes longitudes de onda. La solución reveladora de bromo que es utilizada en esta técnica provoca la apertura del doble enlace entre los carbonos de las aflatoxinas B1 y G1 (las cuales naturalmente fluorescen a 360 nm) esto incrementa su fluorescencia, así es que como el fluorómetro cuenta con un filtro de emisión a 450 nm, pueden medirse las concentraciones de aflatoxinas B1 y G1 no importando la composición de la mezcla. Aunque el bromo no reacciona con las aflatoxinas B2 y G2 sus espectros de emisión también fluorescen naturalmente a 450 nm, por lo que también son leídas en esta longitud (VICAM, 1999). La concentración de las aflatoxinas es determinada por la intensidad de la fluorescencia emitida. Lo que hace la solución



reveladora debromo es homogenizar la fluorescencia de las aflatoxinas para que todas puedan ser determinadas a 450 nm.

La validación del equipo fue hecha al probar el equipo con unas muestras patrón con una concentración de aflatoxinas conocida, para comprobar la técnica de cuantificación de aflatoxinas, así como el estado del equipo son los correctos. Los resultados fueron los esperados, la metodología y equipo dan lecturas correctas:

- Si una muestra patrón de una concentración de aflatoxinas entre un rango que fluctúa de 42-63 ppb, el equipo dio lecturas de 63 ppb.
- Y una muestra patrón de una concentración de aflatoxinas fluctuante entre 10-15 ppb el resultado fue de 12 ppb.

Con estos resultados se comprobó el buen funcionamiento del equipo y metodología seguida. Después la técnica fue implantada como prueba de carácter crítico en la recepción de maíz, dada la severa implicación de las aflatoxinas en la salud de los humanos.

Materiales y equipo

- a) Columnas de inmunoafinidad VICAM
- b) Papel filtro aflautado de 24 cm de diámetro Whatman No. 1 o equivalente
- c) Papel filtro de fibra de vidrio de 11 cm de diámetro Whatman No. 934AH o equivalente.
- d) Matraces Erlenmeyer de 125 mL
- e) Vasos de precipitados de 100 mL
- f) Embudos de plástico de 100 mm de diámetro.
- g) Embudos de plástico de 60 mm de diámetro.
- h) Dosificador de 1 a 5 mL o pipeta volumétrica de 1 mL
- i) Dosificador de 5 a 10 mL o pipeta volumétrica de 10 mL
- j) Dosificador de 20 a 100 mL o probeta de 100 mL



- k) Perilla para pipeteo.
- l) Jeringas de vidrio de 10 mL
- m) Estándares de calibración de 3 niveles.
- n) Juego de celdas de borosilicato de 12 x 75 mm
- o) Gradilla para celdas de 12 x 75 mm
- p) Licuadora de alta velocidad con vaso de acero inoxidable de 250 mL
- q) Stand de bombeo
- r) Fluorómetro Vicam serie 4.

Reactivos

- a) Solución de metanol al 80%.

Medir 800 mL de metanol grado analítico y mezclar con 200 mL de agua destilada.

Preparar semanalmente.

- b) Cloruro de sodio en cristal
- c) Metanol grado HPLC
- d) Solución reveladora de bromo VICAM
- e) Solución de bromo al 0.03%

1 mL de solución reveladora de bromo se añade a 9 ml de agua destilada. Preparar diariamente.

Calibración de Fluorómetro VICAM Serie 4.

El fluorómetro VICAM Serie 4 mide la cantidad de fluorescencia emitida dentro de la celda e interpolando el valor de la señal obtenida en una curva de calibración predeterminada.

La calibración del aflatox puede ser hecha a diferentes niveles de acuerdo a los gramos equivalentes, en el caso para la determinación de aflatoxinas de maíz 1 gramo equivalente de



aflatoxinas es el más adecuado, es por eso que se utilizan viales de calibración con valores de 22 y -1 ppb.

El procedimiento de la calibración es el siguiente:

1. Encender el fluorómetro VICAM Serie 4.
2. Presionar SELECT TEST seguido de la tecla ENTER.
3. En el display aparecerá:

START CALIBRATION ... OPEN THE LID INSERT RED VIAL

4. Abrir la compuerta e insertar el vial de calibración de micotoxinas. Este vial contiene sulfato de quinina. Es importante asegurar que esté completamente dentro del compartimento de la celda.
5. Aparecerá en el display.

HIGH CAL 22 ppb

Presionar ENTER.

6. El display dará lectura de

READING HIGH CAL ... SAVING HIGH INTENSITY

7. Se leerá:

OPEN THE LID ... INSERT GREEN VIAL

Abrir la compuerta y remover el vial rojo e insertar después el vial rojo, el cual equivale a una concentración de 0 ppb. Cerrar la compuerta.

8. El display dará una lectura:

LOW CAL -1.0 ppb

Presionar ENTER.

9. En el display aparecerá:

READING LOW CAL ... SAVING LOW INTENSITY

y a continuación se leerá:



OPEN THE LID

10. Abrir la compuerta y sacar el vial verde.

11. En el display se leerá:

VICAM V1.1 READY

12. Presionar SELECT TEST y se leerá:

AFLATEST

Presionar ENTER.

13. El display desplegará el siguiente mensaje:

START RUN TEST OPEN THE LID

14. Insertar el estándar de calibración amarillo, el cual equivale a una concentración media entre el vial rojo y el verde. Deberá dar una lectura de 11 ± 2 ppb.

Una vez realizada la calibración el fluorómetro está listo para leer las muestras.

Principales precauciones

- *Antes de empezar la prueba*

Asegurarse de que el equipo este libre de polvo o impurezas que produzcan fluorescencia, para ello el equipo debe ser lavado con un detergente suave y ser enjuagado con agua destilada.

- *Entre ensayos*

Después de cada ensayo la jarra de la licuadora debe ser lavada con una solución de detergente suave y enjuagado con agua purificada, lo mismo para todo el equipo que se reutiliza.

La jeringa debe ser enjuagada con metanol para prevenir contaminación cruzada.



No es recomendable lavar y reutilizar las celdas. Estas están diseñadas para usarlas una vez y ser desechadas.

- *Chequeo de reactivos y celdas.*

1. Calibrar el fluorómetro
2. Pipetear 2 mL de metanol grado HPLC en una celda.
3. Medir su fluorescencia en el fluorómetro. La lectura debe ser cero.
4. Pipetear 2 mL agua purificada en una celda.
5. Medir su fluorescencia en el fluorómetro. La lectura debe ser cero.
6. Pipetear 2 mL de revelador en una celda.
7. Medir su fluorescencia en el fluorómetro. La lectura debe ser cero.
8. Pipetear 1 mL de metanol en una celda y añadir 1 mL de revelador. Mezclar bien.
9. Medir su fluorescencia en el fluorómetro. La lectura debe ser cero.

Si las lecturas no son 0 releer utilizando nuevas celdas. Si la solución no da cero, esta debe ser desechada y preparar una nueva.

Si todas las pruebas de 3 soluciones tienen lecturas superiores a 0, la calibración del fluorómetro debe ser calibrada. Si la calibración es satisfactoria, entonces hay posibilidad de que las celdas sean las defectuosas.

IV. 1.3.4.1.1 Fundamentos Y Principales Observaciones

Del Equipo Aflatest.

En la figura 10 se muestra un diagrama esquematizado del procedimiento en forma general de la determinación de aflatoxinas con el equipo Aflatest VICAM Serie 4.0.

El cloruro de sodio que se añade a la mezcla de maíz molido y metanol antes de licuar, facilita la filtración.



Al moler la muestra y obtener un tamaño de partícula adecuado, se agilita la extracción de las aflatoxinas con metanol al 80%. Las aflatoxinas son moléculas hidrofóbicas y son muy solubles en metanol. La extracción se ve favorecida en el momento en el que la mezcla de maíz / metanol / agua se licua a alta velocidad.

La filtración a través de papel filtro aflautado Whatman no. 1 es necesario para separar la materia gruesa del metanol-agua donde ya se encuentran las aflatoxinas.

Al adicionar 40 ml de agua destilada al extracto de solución filtrada ocurre una precipitación de las proteínas, paso necesario para continuar con la purificación de las aflatoxinas.

Después de una serie de filtraciones y diluciones, el filtrado resultante pasa por una columna de inmunoafinidad. Aquí los antígenos escogen selectivamente a las aflatoxinas y las enlazan. Es importante que la velocidad de 2 gotas por segundo a través de la columna de inmunoafinidad sea respetada pues es el tiempo suficiente para que de la cantidad filtrada, todas las aflatoxinas presentes reaccionen con los anticuerpos.

Después la columna es lavada con agua purificada para eliminar impurezas que pudieran generar fluorescencia. De esta manera es como los anticuerpos aislan y purifican a las aflatoxinas.

Los enjuagues de agua destilada son para eliminar cualquier impureza presente que pueda generar fluorescencia y alterar la lectura en el fluorómetro.

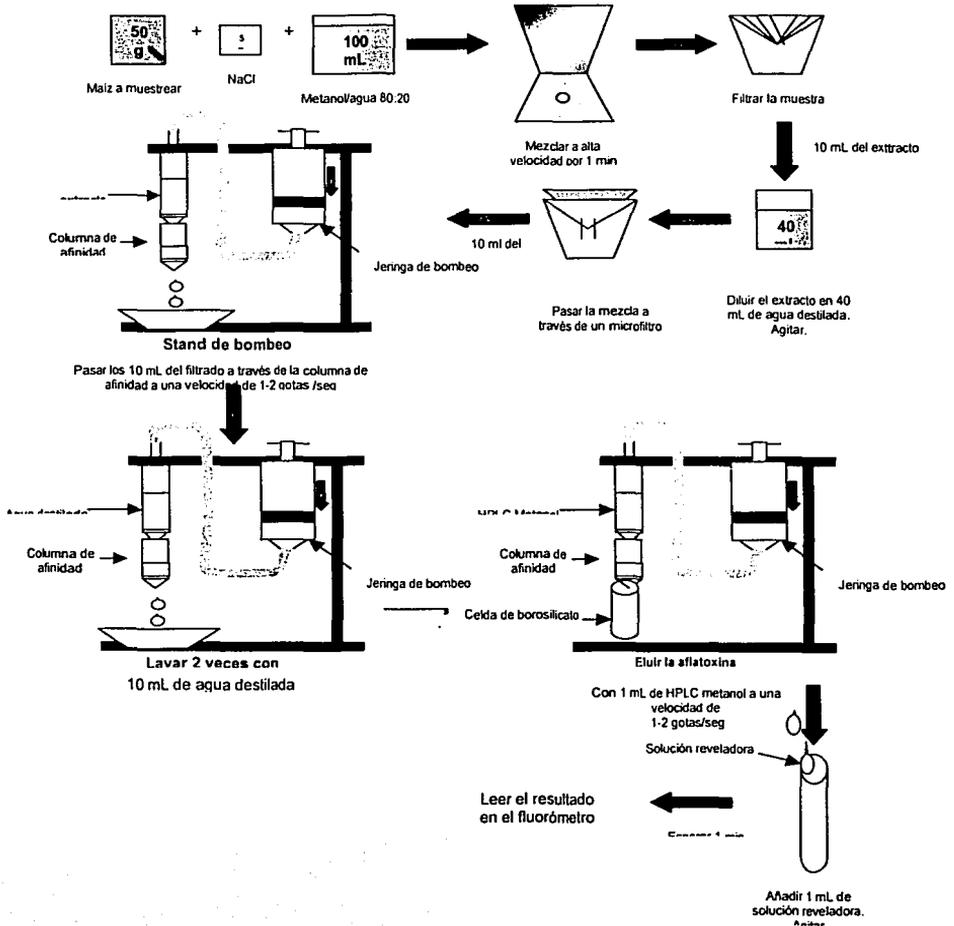
Para que solo se recolecte metanol con aflatoxinas en las celdas de borosilicato es necesario pasar aire por la columna hasta la sequedad.

Puesto que los enlaces antígenos aflatoxinas-anticuerpo son no covalentes, estos pueden ser disociados empleando solventes polares orgánicos, es por eso que las aflatoxinas son removidas de la columna con metanol grado HPLC.



Después de esto las aflatoxinas pueden ser cuantificadas midiendo su fluorescencia después de reaccionar con una solución de bromo (solución reveladora).

Figura 10. Diagrama de determinación de aflatoxinas





RESULTADOS

En la tabla 6 se encuentran los resultados fisicoquímicos y de aflatoxinas obtenidos de los diferentes híbridos de maíz estudiado durante el periodo de abril del 2000 a junio del 2001.

I Análisis Fisicoquímicos.

Los resultados promedios y el rango de variación por variedad de maíz se encuentran en la tabla 7. Aquí se observa que sólo las variedades de Asgrow 791, Pantera y Farmland tuvieron lecturas positivas de aflatoxinas, sin llegar a límites inaceptables, según *PROY-NOM-188-SSA1-2000 Bienes y servicios. Control de Aflatoxianas en cereales para consumo humano y animal*, porque, como se mencionó anteriormente, el maíz se almacena, de forma previa a su procesamiento, en el centro de acopio, lugar en el que se asegura que los granos utilizados sean de la mejor calidad, y era de esperarse que no presentaran niveles elevados. Los otros híbridos no presentaron problemas, pero algunos de ellos sólo hubo una recepción, debido a que hay lotes que se prueban y ese fue el caso de los híbridos con pocas muestras. Esto no permitió que fueran analizados estadísticamente.

Utilizando las pruebas de estadísticas, específicamente la prueba de comparación de medias de dos muestras, se analizaron los datos para ver si había diferencias entre los resultados de aflatoxinas de los híbridos utilizados en este periodo de tiempo. Los resultados se encuentran en la Tabla 7 para una $t_{0.05} = 1.96$ (Walpole R.E., 1992)

Tabla 6. Bitacora de Recepción de Maíz Abril 2000/Abril 2001

Año	Mes	Alfaloasinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongos	%daño insecto	%roto	% estropeado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infección	Descripción	Variedad de maíz	de	Procedencia
2000	ABRIL	0	777.4	1	0	0	3.2	3	95	12.4	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	798.6	1	0	0.9	2.0	2.1	95	13.1	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	789.5	0.8	0	0.6	2.3	2.2	95	13.4	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	824.4	1.8	0	0	1.8	1.7	96	13.8	0.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	801.6	0.7	0	0	1.1	1.1	96	13.3	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	779.3	1.3	1	0.3	1.2	3.6	96	13.9	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	ABRIL	0	784.1	1.4	0	0	1.5	1.5	96	13.8	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	814.9	0	1.2	0.4	4.1	2.3	96	14.8	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	835	1	2	0	1.6	1.4	98	14	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	801	0	3	0	1.9	2	99	12.6	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW7573		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	803	0	2.7	0	2	2.3	97	12.5	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW7573		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	817.1	0.5	1.1	0	3.1	2.5	96	14.4	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW7573		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	830.1	1.2	0.9	0	2.8	1.1	98	13.6	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	815.4	1.1	0.8	0	1.9	1.6	98	13.5	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	830.1	1.2	0.9	0	1.9	1.1	99	13.6	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	820.3	1.4	0.5	0	2.8	1.9	98	13.8	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	820.3	1	1	0	2.8	1.9	99	14	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	728.6	1	1	0	2.8	1.8	99.9	14	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	825.6	1	1.4	0	2.4	2	99	14	1.6	PRESENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		CUILIACAN
2000	MAYO	0	819.3	1.2	0.8	0	1.5	2	99	14.7	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	MAYO	0	820.4	1.2	0.8	0	1.4	3.1	99	14.9	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	836	2	1	0	1.4	1.6	99.8	14	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	838	2	0.3	0	1.7	2.3	98	13.5	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	810.9	1.4	0.4	0	3.6	2.4	97	14.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	838	2	0.3	0	2.3	1.7	99	13.5	0	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	810.9	1.4	0.4	0	3.6	1.4	99	14.1	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	830.1	2	1	0	1.4	1.6	98	14	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	0	832.5	0.2	0.4	0	4.3	0.5	98	13.8	0.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	2	824.4	1.8	0	0	3	1.7	99	10.2	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	2	837.7	1	0	0	3.8	1.5	98	10.4	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	2.3	790.5	1	0	0	3.7	1.1	98	10.9	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JUNIO	2	766.2	1.2	0	0	4	1.1	98	10	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongo	%daño insecto	%roto	% estralado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infección	Descripción	Variedad de maiz	de	Procedencia
2000	JULIO	2	787.2	1.4	0	0	3.7	1.2	98	10.6	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JULIO	2	819.8	2.8	0	0	3	2.5	98	13.8	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JULIO	2	814.1	0	0	0	4.2	1.8	98	10.1	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JULIO	2.1	824.4	2.3	1.3	0	0	2.5	98	10.5	0.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	JULIO	0	801.6	0.9	0	0	1.1	1.4	96	12.5	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	JULIO	0	784.1	1.3	1	0.3	1.2	3.6	98	13.1	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	JULIO	0	789.5	0.5	0	0	1.1	1.3	98	12.8	1.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	JULIO	0	801.6	1	1	0	0.9	1.4	99	12.3	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	800.7	1.7	0	0	3	2.5	99.9	14.2	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	832	1	0.7	0	2.5	1.9	97	12.5	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	833.4	1	1	0	2	1.5	97	12.3	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	832.4	0.3	0	0.4	2.1	3.9	99	13	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	832.5	0.9	0	0.4	2.3	3.6	99	13.1	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	823.9	0	0.3	0	5	3.8	98	13.2	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	AGOSTO	0	799.7	1.1	0.5	0	2.3	1.5	99.2	13.7	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUADAJAJ
2000	AGOSTO	0	765.7	0.9	0.5	0	2.9	1.6	99.5	13.5	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUADAJAJ
2000	AGOSTO	0	768.1	0.9	0.8	0	2.9	1.7	98	13.5	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUADAJAJ
2000	AGOSTO	0	784.1	0.4	0	0	1	2.6	96	12.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUADAJAJ
2000	AGOSTO	0	801.6	0.5	0	0	1.2	2	98	12	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUADAJAJ
2000	AGOSTO	0	818.5	2.2	0	0	3.3	1.5	85	12.2	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	818.3	2.8	0.4	0	3.5	1.6	86	12.5	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	838	3	0	0	1.7	2.3	98	13.5	2.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	836	3	0	0	1.4	1.6	99	13	2.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	829.4	1.2	0.9	0.5	1.1	2.3	95	14.1	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	2	821.4	1.6	0	0	3.2	0.9	96	13.4	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	2	826.1	1.9	0.5	0	0.9	2	98	13.3	0.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	2	808.3	1.3	0.3	0	1.2	0.4	98	13.5	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	2	828.4	2.1	0	0	3.5	2.4	98	12.7	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	2	827	1	1	0	2	1.8	99	13.1	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	819.4	1	0	0	1.9	2.2	99	14.4	2.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	817.1	0	1.5	0	1.8	2	99	14.1	2.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	815.2	0.9	0	0	4.3	1.9	80	13.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ
2000	SEPTIEMBRE	0	812.5	0.8	0	0	2.6	2.1	85	13.2	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADAJAJ

Año	Mes	Allatoomas (ppb)	Densidad (g/L)	% Daño por calor	% Daño por hongos	% Daño por insectos	% Mota	% estropeado	% germinación	% Humedad	% impurezas	Infestación	Descripción	Variedad de maíz	de	Procedencia
2000	SEPTIEMBRE	0	811.3	1.2	0.8	0	3.3	2.8	96	12.8	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUADALAJ
2000	OCTUBRE	0	811.2	2.2	1	0	3.8	3.4	95	13.6	2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	787.1	0.4	0.1	0	3.3	2.6	95	12.8	1.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	809.3	1.2	0.5	0.6	2.6	2.9	98	12.9	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	784	0.4	0	0	3.7	2.9	95	12.9	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	824	4	1	0	3	1	95	12.7	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	874.2	4	1	0	2.8	1.2	97	13.4	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	868.3	3.2	0.5	0.5	3.1	2.7	97	13.3	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		CULIACAN
2000	OCTUBRE	2	880	2.4	0	0	4.5	2.2	98	13.2	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	873.2	1.7	1.5	0	3.7	1.8	98	13.1	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	2	876.6	1.7	1.5	0	4.1	2	98	13.2	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	880	3.2	0.5	0.5	3.1	2.7	98	13.2	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	836.5	0.3	0	0.4	2.8	2.4	99	11.4	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	873.2	1.7	0.8	0.7	2.8	2.7	95	13.2	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	812.3	1.4	0	0.1	3.2	2.2	98	13.8	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	836.9	1.4	0	0	3.9	1	96	10.6	0.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		SINALOA
2000	OCTUBRE	0	780	0.2	0	0.5	3	2	99	14.8	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	0	832.3	1.1	1.8	0	2.4	1	98	11.5	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	OCTUBRE	0	820.2	2.7	0	0	3.4	0.8	98	12.3	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	815	1	1	1	2	2	95	13.7	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	827.4	0.9	0	0	2.7	0.4	99	12.8	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	836.6	1.9	0	0	3.9	0.7	98	13.5	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	831.6	1.2	0	0	1.1	0.9	93	13.9	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	828.5	1.6	1.2	0.7	1.5	2	95	14	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	785	1.1	0	0	2.3	1.9	97	10.4	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	790	1.7	0	0	3	1.2	97	10.5	1.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	789.4	1.3	0	0	2.8	1.3	98	10.1	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	817.3	1.6	0	0	3.2	1.2	98	10.2	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	820	0.8	0	0	2.9	1.4	98	10.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	840.7	1.9	0	0	3.8	1.5	98	10.3	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	2	812.3	2.3	1.1	0	3.9	3.5	96	13.7	2.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	830.5	0.3	0.4	0	4.9	2.5	98	14.3	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	HARTZ-805		GUANAJUATO
2000	NOVIEMBRE	0	822	0.4	0.3	0	4.9	0.8	98	14.2	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	HARTZ-805		GUANAJUATO

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por color	%daño hongo	%daño insecto	%roto	% estropeado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infestación	Descripción	Variedad de maiz	de	Procedencia
2000	DICIEMBRE	0	810.1	0	2.9	1.5	3.9	1.6	99	13.3	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	HARTZ-805		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	763.2	1.1	0	0	3	1.3	99	13	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	798.6	0.8	0	0	3	1.2	99	13.1	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	830.9	0.9	0	0	4	2.1	96	12.6	0.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	2	816.2	1.1	0	0	1.6	1.2	98	12.9	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	2	777.4	1	0	0	3.2	3	99	13.4	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	2	814.3	0.6	0	0	4.5	1.3	98	13.2	0.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	2	792.1	1.1	0	0	3.9	1.2	98	13.1	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	2	797	0.7	0	0	4.4	1.2	98	13.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	777.4	1	0	0	3.2	3	96	12.4	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	802	1.2	0	0	3	2.1	95	13.1	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	802.5	1.2	0	0	2	3.1	95	13.9	1.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	798.6	1.1	0	0	3	1.5	95	13.1	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		MAIZ AMARILLO	SCOUULAR		GUANAJUATO
2000	DICIEMBRE	0	791.8	0.8	0	0	3.9	1.2	98	13	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	793.1	1	0	0	0.9	0.6	99	14.3	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	793.1	1	0.3	0	0.9	0.7	99	14.3	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	805	0.6	0.4	0	5.6	1	99.9	13.1	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	805.9	0.6	0.4	0	5.4	0.9	100	13.5	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	819.5	0.9	0.3	0	4.9	1.6	98	14.3	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	819.3	0.5	0.2	0	4.6	1.9	100	14.1	1.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	839.1	1	0	0	4.9	0.8	100	13.1	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	814.2	0.7	0	0	4.7	0.9	100	13.2	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	818.1	0.6	0.3	0	2.4	1.5	99	13.2	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	818.1	0.6	0.3	0	2.4	1.5	99.9	13.2	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	A-7545		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	815.2	0.9	0.6	0	3.9	2	100	14	2.4	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	A-7597		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	820	1.9	0	0	2.9	2.9	99	13.4	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	ENERO	0	820.1	0.4	1.2	0	3.6	0.6	100	14.6	0.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	810.6	0.6	0.7	0	1.2	2.1	100	13.9	1.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	813.5	0.1	0	0	2.1	0.6	100	14.3	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	835.9	0.8	0	0	2.4	3	100	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	802.4	0.6	0	0	3.8	1.2	100	13.2	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	820	0.6	0.3	0	2.1	3	100	13	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791		GUANAJUATO

52

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongo	%daño insecto	%roto	% estroado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infestación	Descripción	Variedad de maíz	Procedencia
2001	FEBRERO	0	818.1	0.6	0.2	0	2.9	2.6	100	13.1	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	821.4	0.5	0.9	0	3.5	1.8	100	13.8	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	1	783.1	0.2	0.4	0	3.3	2.6	100	12.8	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	2	780	0.2	0	0.2	3.2	2.5	100	12.7	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	3	780.6	0.3	0.3	0	3	2.6	100	13.2	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	2	818	0.6	0.2	0	2.9	2.6	100	11.9	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	2	819.6	0.6	0.8	0	0.9	1.1	100	13	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	782.4	0.5	0.1	0	2.9	3.1	100	14.2	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	FEBRERO	0	792.2	0.4	0.2	0	2.8	2.9	100	14.2	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	1	821.3	0.5	0.9	0	3.5	1.8	100	11.9	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	849.8	1.3	0	0	1.7	3.1	100	13.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	859.8	1.8	0	0	1.4	2.2	100	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	818.3	0.5	1	0.2	2.7	1.2	98	12.8	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	818.3	2.1	0	0	2.3	1.5	96	13.2	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	812.1	0.6	0.8	0	2.4	1.9	99	12.9	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	834.1	0.9	0	0	1.8	2.1	100	14.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	831.5	1.9	0	0	2.1	2.7	100	13.8	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	807.9	0.5	0.2	0.1	3.1	3.1	100	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	818.1	0.6	0.9	0	3.8	1.9	100	14	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	NVO LEON
2001	MARZO	0	835.1	0.6	0	0	0.9	1.4	98	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	830.4	2.1	0	0	0.7	1.2	98	14.3	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW 791	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	823.5	0.5	0.5	0	2.1	1.8	100	13	4.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-3081	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	830	0.9	0.4	0	2.9	2.5	100	12.8	3.1	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-3099	GUANAJUATO
2001	MARZO	0	792.7	1.4	0	0	3.7	1.7	97	12.2	2.4	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-32R21	GUANAJUATO
2001	MARZO	5	822.6	0.2	0.4	0	0.9	1.4	80	12.9	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	800.3	0.4	1.3	0	4.2	3.1	95	14.6	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	798.2	0.5	1.1	0	4.8	3.4	95	14.2	1	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	7	845.7	1.9	0	0	1	2.1	98	12.5	0.5	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	2	846.3	1.7	0	0	1	2.4	98	12.9	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	2	846.2	2.1	0	0	0.9	1.8	98	12.7	0.2	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO
2001	ABRIL	2	845.9	2.3	0	0	0.9	1.7	98	12.5	0.8	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	P-FARMLAND	GUANAJUATO

53

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongos	%daño insecto	%mota	% estropeado	% germinación	% Humedad	% impurezas	Infección	Descripción	Varietas de maíz	de	Procedencia
2001	MARZO	2	819.6	0.6	0.8	0	0.9	1.1	100	13	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	792.4	0.5	0.1	0	2.9	3.1	100	14.2	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	792.2	0.4	0.2	0	2.8	2.9	100	14.2	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	835.1	0.6	0	0	0.9	1.4	98	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	839.4	2.1	0	0	0.7	1.2	98	14.3	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	849.8	1.3	0	0	1.7	3.1	100	13.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	859.8	1.8	0	0	1.4	2.2	100	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	818.3	0.5	1	0.2	2.7	1.2	98	12.8	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	812.1	0.6	0.8	0	2.4	1.9	99	12.9	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	834.1	0.9	0	0	1.8	2.1	100	14.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	831.5	1.9	0	0	2.1	2.7	100	13.8	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	860	1	0	0	2.6	2.2	100	13.2	1.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	1	855	1.5	0	0	2.7	2.3	99	13.2	2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	840.8	1.1	0.7	0	0.8	1.4	100	13.3	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	839.5	1.1	0.8	0	0.8	1.4	100	13.4	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	1	822.2	0	0	1	1.9	1.8	99	14.8	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	1	816	0	0	1.3	2	1.9	99	14.5	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	812	0.8	0.1	0	2.6	2.1	100	13.3	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0.1	814.7	0.9	0	0	2.1	1.9	96	13.2	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	2	809.1	0.5	0.4	0	2.9	2	100	12.6	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	2	857.3	1.6	0	0	2.2	1.9	100	12.4	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	4	857	2.1	0	0	1.7	0.9	100	12.3	0.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	7	838.9	4.8	0	0	0.3	3.1	95	13.6	0.4	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	7	838.8	0	0	0	3.1	4.8	95	13.6	0.5	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	2	807.4	1.4	0.3	0	3.2	2.9	99	13.4	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	2	810.4	1.1	0.4	0	2.9	2.7	98	13.8	0.8	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	5	841.7	0	0.2	0	1.2	1.8	100	12.5	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		NVO LEON
2001	JUNIO	6	843.6	0.9	0.6	0	0	1.4	100	11.2	0.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	7	726.6	1.2	0	0	1.9	3.1	99	14	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	7	800	1.3	0.5	0	1.8	3.5	99	13.7	1.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	5	856.8	1.8	0	0	0	2.1	100	11.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO

54

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongo	%daño insecto	%rotto	% estrofeado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infección	Descripción	Variedad de maíz	de	Procedencia
2001	MARZO	2	819.6	0.6	0.8	0	0.9	1.1	100	13	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	782.4	0.5	0.1	0	2.9	3.1	100	14.2	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	792.2	0.4	0.2	0	2.8	2.9	100	14.2	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	835.1	0.6	0	0	0.9	1.4	98	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	830.4	2.1	0	0	0.7	1.2	98	14.3	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	849.8	1.3	0	0	1.7	3.1	100	13.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MARZO	0	859.8	1.8	0	0	1.4	2.2	100	14.1	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	818.3	0.5	1	0.2	2.7	1.2	98	12.8	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	812.1	0.6	0.8	0	2.4	1.9	99	12.9	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	834.1	0.9	0	0	1.8	2.1	100	14.1	0.3	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	831.5	1.9	0	0	2.1	2.7	100	13.8	0.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	826.9	0.2	0	0	5.1	2.1	100	13.2	1.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	0	860	1	0	0	2.6	2.2	100	13.2	1.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	ABRIL	1	855	1.5	0	0	2.7	2.3	99	13.2	2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	840.8	1.1	0.7	0	0.8	1.4	100	13.3	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	839.5	1.1	0.8	0	0.8	1.4	100	13.4	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	1	822.2	0	0	1	1.9	1.8	99	14.8	1.5	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	1	816	0	0	1.3	2	1.9	99	14.5	1.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0	812	0.8	0.1	0	2.6	2.1	100	13.3	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	0.1	814.7	0.9	0	0	2.1	1.9	96	13.2	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	MAYO	2	809.1	0.5	0.4	0	2.9	2	100	12.6	1.2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	2	857.3	1.6	0	0	2.2	1.9	100	12.4	0.6	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	4	857	2.1	0	0	1.7	0.9	100	12.3	0.4	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	7	838.9	4.8	0	0	0.3	3.1	95	13.6	0.4	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	7	838.8	0	0	0	3.1	4.8	95	13.6	0.5	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	2	807.4	1.4	0.3	0	3.2	2.9	99	13.4	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	2	810.4	1.1	0.4	0	2.9	2.7	98	13.8	0.8	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	5	841.7	0	0.2	0	1.2	1.8	100	12.5	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		NVO LEON
2001	JUNIO	6	843.6	0.9	0.6	0	0	1.4	100	11.2	0.7	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO
2001	JUNIO	7	726.6	1.2	0	0	1.9	3.1	99	14	0.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	7	800	1.3	0.5	0	1.8	3.5	99	13.7	1.9	AUSENTE	MAIZ AMARILLO	FARMLAND		NVO LEON
2001	JUNIO	5	856.8	1.8	0	0	0	2.1	100	11.1	1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791		GUANAJUATO

55

Año	Mes	Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	% daño por calor	%daño hongo	%daño Insecto	%roto	% estrellado	% germinación	% Humedad	% Impurezas	Infestación	Descripción	Variedad de maíz	Procedencia
2001	JUNIO	4	821	0	2	3	0.2	1.5	100	12.8	2	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791	GUANAJUATO
2001	JUNIO	4	834.5	0.3	0.1	0.5	6.3	3.3	96	12.1	1.1	AUSENTE	MAIZ BLANCO	ASGROW791	GUANAJUATO
2001	JUNIO	5	834.5	0	0.9	0	2.9	3.1	100	12.5	0.9	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA	GUANAJUATO
2001	JUNIO	5	833.3	0	1.1	0	3.4	1.9	100	12.7	0.8	AUSENTE	MAIZ BLANCO	PANTERA	GUANAJUATO



Tabla 7. Promedios y variaciones de los principales parámetros de calidad determinados a los híbridos de maíz durante el periodo 2000-2001.

Hibrido		Aflatoxinas (ppb)	Densidad (g/L)	Humedad (%)	Daño por hongo (%)	Daño por calor (%)	Daño por insecto (%)	Grano estrellado (%)	Grano roto (%)	
Asgrow 791	media	0.77	821.96	13.09	0.39	1.20	0.10	2.57	1.93	
	dev std	1.23	23.74	1.17	0.50	0.82	0.34	1.15	0.71	
	n				137					
Asgrow Pantera	media	0.67	802.66	12.96	0.26	1.45	0.04	2.68	2.09	
	dev std	1.40	21.72	0.52	0.40	0.40	0.11	1.12	0.89	
	n				30					
Farmland	media	3.46	817.48	13.42	0.31	1.45	0.00	2.07	2.77	
	dev std	2.73	33.64	0.67	0.44	1.24	0.00	1.43	0.91	
	n				13					
Asgrow 7545	media	0.00	812.44	13.63	0.22	0.75	0.00	3.67	1.14	
	dev std	0.00	13.78	0.55	0.16	0.20	0.00	1.83	0.45	
	n				10					
Asgrow 7597	media	0.00	815.20	14.00	0.60	1.45	0.00	3.90	2.00	
	dev std				1					
	n				3					
Asgrow 7573	media	0.00	807.03	13.17	2.27	0.17	0.00	2.33	2.27	
	dev std	0.00	8.78	1.07	1.02	0.29	0.00	0.67	0.25	
	n				4					
Hartz 805	media	0.00	820.45	14.00	1.10	0.40	0.38	0.48	1.70	
	dev std	0.00	12.87	1.27	0.43	0.11	0.07	0.19	0.34	
	n				1					
Pioneer 3081	media	0.00	823.50	13.00	0.50	0.50	0.00	2.10	1.80	
	dev std				1					
	n				1					
Pioneer 3099	media	0.00	830.00	12.80	0.40	0.90	0.00	2.90	2.50	
	dev std				1					
	n				1					
Pioneer 32R21	media	0.00	792.70	12.20	0.31	1.40	0.00	3.70	1.70	
	dev std				1					
	n				1					

Si observamos los resultados que se muestran en la tabla anterior, podemos ver que el híbrido Farmland aunque se recibió en un periodo corto de tiempo, prácticamente 4 meses (Ver gráfica 4) presenta valores mayores en los análisis de calidad que todos los demás híbridos, esto se ve reflejado en su nivel de aflatoxinas, significativamente mayor al de otros híbridos. Aunque sus variaciones son mayores no sería válida una comparación que nos llevara a concluir que el híbrido Farmland al presentar tal inconsistencia en sus características presenta mayor tendencia a la presencia de aflatoxinas, pues el número de muestras no es igual entre los híbridos pues dependía de las cantidades existentes a la compra.



II. Análisis de aflatoxinas

Tabla 8. Resultados de aflatoxinas comparando medias entre las muestras de los híbridos utilizados durante el periodo 2000-2001.

	Asgrow 791	Asgrow Pantera	Farmland
Asgrow 791	-	0.43	6.54
Asgrow Pantera	0.43	-	4.46
Farmland	6.54	4.46	-
Asgrow 7545	1.98	1.49	3.99
Asgrow 7597	0.67	0.47	1.22
Asgrow 7573	1.09	0.81	2.14
Hartz 805	1.26	0.94	2.48
Pioneer 3081	0.67	0.47	1.22
Pioneer 3099	0.67	0.47	1.22
Pioneer 32R21	0.67	0.47	1.22

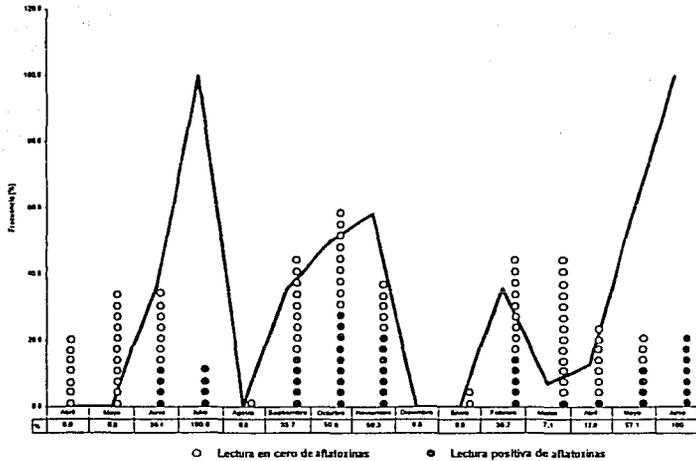
En la tabla 8 se observan los resultados de la comparación de los resultados obtenidos con el método estadístico de "t de student" y se obtiene que el híbrido Farmland tiene una mayor cantidad de aflatoxinas y con niveles más altos que los demás híbridos, específicamente los Asgrow 791, Pantera, 7545, 7573 y Hartz 805. Con los otros híbridos no se puede concluir nada pues la muestra con la que se cuenta no es suficiente para poder hacer un análisis estadístico. El híbrido Asgrow 791 sólo muestra diferencia significativa con los híbridos Asgrow 7545 y Farmland.

Como puede observarse tanto en el año 2000 como en el 2001 Junio y Julio son los meses con niveles más altos, los resultados promedios de los híbridos Asgrow 791, Asgrow



Pantera y Farmland, lo únicos con lecturas positivas, se encuentran en la Tabla 9, además las Gráficas 2, 3 y 4 muestran la frecuencia por mes de cada uno de estos híbridos.

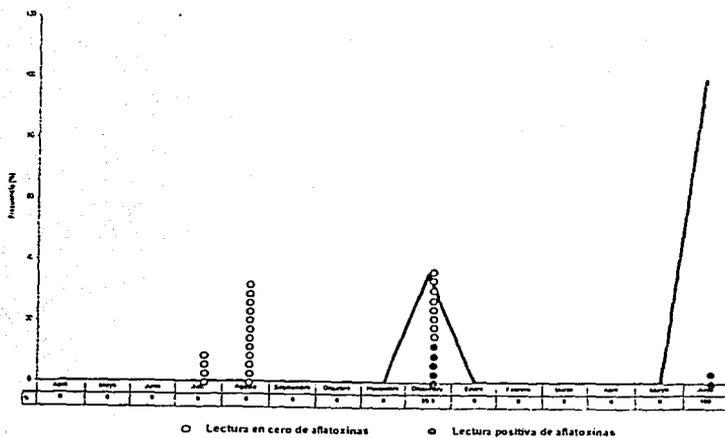
Gráfica 3
Lecturas positivas en Asgrow 791



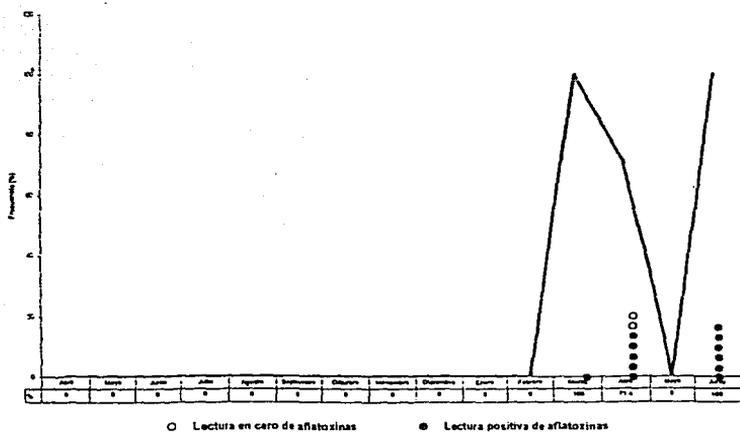
ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



Gráfica 4
Lecturas positivas en Pantera



Gráfica 5
Lecturas positivas en Farmland



Falta

Página

61



Tabla 9 Resultados de aflatoxinas dependiendo de la época del año.

HIBRIDO	2000						2001								
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio
ASGROW791	0.00	0.00	0.75	2.03	0.00	0.71	1.00	1.17		0.00	0.71	0.14	0.13	0.59	4.29
			1.05	0.05	0.00	0.99	1.03	1.03		0.00	1.07	0.48	0.35	0.78	1.25
PANTERA				0.00	0.00				0.77						5.00
				0.00	0.00				1.01						0.00
FARMLAND												5.00	1.33		5.33
												0.00	1.03		2.58
PROMEDIO	0.00	0.00	0.75	1.02	0.00	0.71	1.00	1.17	0.77	0.00	0.71	2.57	0.73	0.59	4.87
DESV. STD.	0.00	0.00	1.05	1.10	0.00	0.00	1.03	1.03	0.77	0.00	1.07	1.00	0.90	0.78	1.80
NO. LECTURAS	7	11	10	8	13	14	18	12	13	2	14	15	15	7	13



Ahora, se observa la representación de los datos de las gráficas anteriores en el año 2000 el maíz Asgrow 791 sólo en el mes de Junio presentó un 100% de lecturas positivas. Ya en el año 2001 tanto para Farmland, Asgrow 791 y Pantera, en junio presentó el 100 % de los ensayos dieron una lectura positiva también.

Haciendo una comparación de varias medias obtuve los resultados comparativos con los que puedo concluir que hay una diferencia significativa entre los resultados de los meses en general. En la tabla 10 se encuentran los resultados obtenidos al comparar los meses entre sí con una t de tablas de 1.96. Aquí se observa que Junio es uno de los meses con mayor incidencia de aflatoxinas al existir entre Mayo y Junio una diferencia significativa tanto en el 2000 como en el 2001. De ahí ninguno de los otros meses se repite en este estudio. Los otros meses que en este estudio presentaron diferencia significativa por su nivel de aflatoxinas fueron Julio, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y Marzo, es decir, que durante estos meses las condiciones ya sea climatológicas o el tiempo de almacenamiento resultaron en una mayor probabilidad de encontrar problemas de aflatoxinas.

Tabla 10 Resultados de aflatoxinas comparandolos entre los meses de duración de este estudio

2000												2001			
Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
-	2.53	0.43	3.40	2.58	0.8	0.5	1.39	1.25	0.91	4.84	5.3	0.33	5.83		

Tratando de buscar una correlación entre las características de calidad de los granos y las aflatoxinas se obtuvo el coeficiente de correlación de las aflatoxinas con los distintos parámetros de calidad, los cuales se encuentran en la tabla 11. El análisis estadístico de estos datos mostró que no hay una correlación muy fuerte entre los parámetros de calidad y las



aflatoxinas, aunque los que grano roto y estrellado son los que tienen mayor correlación.
(Walpole, 1992)

Tabla 11. Factores de correlación entre los resultados de Calidad y Aflatoxinas

Parámetros de Calidad	Coefficiente de correlación con el nivel de aflatoxinas.
Humedad	0.514
Grano roto	0.660
Grano Estrellado	0.624
Daño por Hongo	0.412
Daño por Insecto	0.173
Daño por calor	0.116

Concluyendo, dependiendo de la variedad del híbrido, así como la época del año, tendremos más probabilidad de la existencia de aflatoxinas, y de los parámetros de calidad física del grano los que más están relacionados de forma proporcional son los de grano roto y grano estrellado.



CONCLUSIONES

- La metodología aplicada en este trabajo consistió en la recepción, muestreo, homogeneización, preparación de la muestra. Todas estas operaciones importantes en la cuantificación de aflatoxinas, ya que aseguran los resultados de calidad confiables para la toma de decisión de si se acepta o rechaza el embarque.
- El Aflatest es un método de cuantificación de aflatoxinas con el que se obtiene una respuesta exacta en cuestión de 10 – 20 minutos, su capacidad de lectura es de 30 lecturas por hora, una vez preparadas las muestras, lo cual implica una gran ventaja debido a los niveles de descarga y análisis que se deben realizar para poder definir si un lote se acepta o rechaza.
- En cuanto a las aflatoxinas, tratándose de los híbridos, Farmland es el que muestra mayor susceptibilidad a la presencia de aflatoxinas, aunque los datos de este estudio están muy por debajo del límite máximo permitido en *PROY-NOM-188-SSA1-2000, Bienes y Servicios. Control de Aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones Sanitarias* (DOF, jun 2000), seguido por los híbridos Asgrow 791 y Asgrow Pantera que no presentaron diferencia significativa entre ellos.
- La época de recepción fue otro factor determinante en el nivel de aflatoxinas en los lotes de maíz, siendo las épocas cálidas y húmedas en las que se presenta este problema.
- No se encontró una correlación fuerte desde el punto de vista estadístico entre los parámetros de calidad del grano como humedad, densidad, porcentaje de daño por hongo, calor e insectos y el nivel de aflatoxinas, por lo que no se puede dar una guía para cuidar este factor y así evitar la presencia de las aflatoxinas.
- Los únicos parámetros de calidad que mostraron correlación con las aflatoxinas fueron grano roto y estrellado.



BIBLIOGRAFÍA

1. *Aflatest Instruction Manual*; VICAM. Science Technology; Mayo, p.p. 6-9; 1999.
2. Anderson H.W., et. al., *Aflatoxin contamination of corn in the field*, J. Agricultural, Food Chemistry pp: 23, 775. 1975.
3. Benson G.O., Pearce R.B.; *Corn Perspective and culture*; Department of Agronomy, Iowa pp: 87-96, 174-210. 1997.
4. Watson S.A & Ramstad P.E.; *Corn: Chemistry and Technology*; American Association of Cereal Chemists Inc USA pp: 53-82, 125-196. 1987.
5. Desrosier N.W., *Elementos de Tecnología de Alimentos*, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México pp: 154-167. 1996.
6. *DON: Cuantificación Rápida sin Laboratorio*; Mabbett Terry; Industria Avícola; Febrero 1999.
7. Multon J.L.; *Preservation and Storage of Grains, Seed and their Products. Cereals, oil seeds, pulses and animal feed*; Lavoisier publishing Inc., USA pp: 447-453. 1988
8. Multon J.L., et. al.; *Preservation and Storage of grains seed and their products. Cereals, oil seeds, pulses and animal feed*; Lavoisier publishing Inc., U.S.A. pp 290-307, 446- 465, 526-535, 921-925. 1988
9. Florescano E. y Moreno A.; *Bibliografía del maíz en México*; Biblioteca de la Facultad de Filosofía , Letras y Ciencias, núm. 20, Universidad Veracruzana, Xalapa, pp: 6-34. 1966.
10. *International Corn Conference*; Gothenburg, NE; Octubre 1999.
11. Muker K.G, Garg K.L.; *Biocontrol of plant disease. Volume II* CRC Press Inc, Florida USA pp 60 61. 1988



12. Knight S.C., Anthony V.M., Brandy A.M., Greenland A.J., Heaney S.P., Murria D.C., Powell D.A., Schulz M.A., Spinks C.A., Worthington P.A. y Youle D.; *Annuary Revision Phytopathology*. USA 1997
13. Krogh P., et.al., *Mycotoxins in foods*; Academic Press U.S.A. , pp 35-217. 1988
14. *Las micotoxinas destruyen y envenenan los cereales*; Maldonado Mireya; Información Científica y Tecnológica; 9 (124); pp 64. 1987.
15. Lorito, M., S.L. Woo, G.E. Hrman, P. Sposato, S. Muccifora y F. Scala; *Genes Encoding for chitinolytic Enzymes from bicontrol Fungi: Applications for Plant Disease Control*; Chitin Enzymology, U.S.A. pp: 75-83. 1996
16. Meade J.; *Iziz centli (el maíz). Orígenes y Mitología*, Talleres Gráficos de la Nación, México pp: 10-59. 1998.
17. Muker K.G., et.al., *Biocontrol of Plant Diseases*; Volume II, CRC Press Inc. U.S.A. pp. 60-90. 1998
18. www.FAO.com 2001.
19. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-188-SSA1-2000, Bienes y servicios. Control de Aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones Sanitarias*; DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN; México 2000.
20. *Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios*; Diario Oficial de la Federación 9 de agosto 1999.
21. Solís F., *La cultura del Maiz*, Editorial Clío, México pp: 8-57. 1998.
22. Walpole R. E., Myers R.H., *Probabilidad y Estadística*, McGraw-Hill, 4° Edición, México pp: 46-51. 1992.