

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS EN MAÍZ IMPORTADO
PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS
MANUFACTURADO POR FÁBRICAS, UBICADAS EN LOS
DEPARTAMENTOS DE CABAÑAS, SONSONATE Y LA
LIBERTAD.**

**POR:
DAYSI GUADALUPE LÓPEZ BARAHONA
FAUSTO JAVIER CHÁVEZ ESCAMILLA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2012.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS EN MAÍZ IMPORTADO
PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS
MANUFACTURADO POR FÁBRICAS, UBICADAS EN LOS
DEPARTAMENTOS DE CABAÑAS, SONSONATE Y LA
LIBERTAD.**

POR:

**DAYSY GUADALUPE LÓPEZ BARAHONA
FAUSTO JAVIER CHÁVEZ ESCAMILLA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADO (A) EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2012.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNICAS

DECANO:

ING. AGR. MS.c. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

SECRETARIO:

ING. AGR MS.c. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

M.V.Z. MARIA JOSE VARGAS ARTIGA

DOCENTES DIRECTORES:

M.V.Z. RAMÓN OVIEDO ZELAYA.

ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

M.V.Z. OSCAR LUIS MELÉNDEZ CALDERÓN

RESUMEN

De las especies domesticas para alimentación humana, el cerdo mantiene segundo lugar en capacidad de conversión del alimento consumido en producción de carne. También una especie más susceptible a aflatoxinas entre otros animales. Investigaciones, indican que el cerdo a edad temprana es muy afectado por las aflatoxinas, entre 1 y 4 semanas; el hígado, desarrolla cáncer hepático y en ocasiones mortalidad del cerdo. También produce la presencia de residuos tóxicos que permanecen en los tejidos comestibles; volviéndose un gran problema en salud pública, porque se ingieren toxinas en pequeñas cantidades diariamente; causando actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica.

La investigación establece, comprobar la presencia de aflatoxinas usando la prueba ELISA, y el kit Veratox, muestreando maíz; para elaborar concentrado en cuatro fábricas; situadas en los departamentos de Cabañas, Sonsonate, La Libertad. La investigación cuantifico aflatoxinas presentes en maíz; calculando resultados con el lector de pocillos; a la vez se midió humedad total del maíz por gravimetría; además describió las formas de manejo de materias primas por cuatro fábricas basado en encuestas.

Evaluando las variables: presencia de aflatoxinas, Aptitud del maíz para consumo del cerdo, humedad en maíz y temperatura. El diseño estadístico a utilizar; completamente al azar, analizando 4 tratamientos que son las fabricas, con 10 repeticiones, haciendo un total de 40 muestras, las unidades experimentales están representadas por 10 sacos de maíz, de cada fabrica para manufacturación.

Obteniendo finalmente una respuesta positiva que compruebe las aflatoxinas en piensos de cerdos muestreados en este estudio, para brindar recomendaciones sobre manejo de materias primas ayudando a disminuir la aparición de aflatoxinas a modo que reduzcan las pérdidas de producción de carne y decomiso.

AGRADECIMIENTOS

De la manera más cordial queremos extender nuestra gratitud a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros asesores:

M. V. Z. Ramón Oviedo Zelaya.

Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana

Por Haber colaborado en todo momento con sus conocimientos, dedicación, aportando todo lo posible para terminar esta obra.

A La Facultad de Ciencias Agronómicas:

Donde se encuentran todos los docentes que nos formaron profesionalmente.

Al Decano:

Dr. Reynaldo Adalberto López Landaverde. Quien colaboro como mediador para poder realizar estudios de laboratorio fuera de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Al departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas:

Quienes aportaron con ayuda equipos y asesoría técnica para realizar estudios analíticos de muestras para el estudio.

A otros colaboradores:

Dr. Francisco Lara por su gran colaboración en muchos momentos y también por su aporte de conocimiento en el área de biometría para el diseño estadístico.

Al Departamento de Medicina Veterinaria:

Por su gran apoyo comprensión y su tiempo donde mencionamos especialmente a M.V.Z. Oscar Luis Meléndez Calderón, M. V. Orlando Silva y Doris Rivera.

A los Señores dueños de las fabricas de concentrado. Por permitirnos realizar esta investigación en sus instalaciones.

Daysi Guadalupe López Barahona.

Fausto Javier Chávez Escamilla.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso:

A mí Amada Madre:

María Deysi Barahona de López por apoyarme brindándome estudio desde pequeña hasta terminar mi carrera.

A mí Amado Padre:

Ezequiel López Cortez Que en paz descanse, que aunque no está con nosotros está presente siempre en mi corazón.

A mí Amado Novio:

Saúl Antonio Medina Matus por brindarme todo su amor y comprensión y ayudarme en las dificultades de las distintas fases de la investigación hasta culminar este trabajo.

Daysi Guadalupe López Barahona.

INDICE GENERAL

Número de Página.

RESUMEN-----	iv.
AGRADECIMIENTOS-----	v.
DEDICATORIA-----	vii.
INDICE DE CUADROS-----	xii.
INDICE DE FIGURAS-----	xiv.
INDICE DE ANEXOS-----	xv.
1. INTRODUCCIÓN-----	1.
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	
2.1. ANTECEDENTES-----	2.
2.2. HONGOS EN EL CAMPO Y EL ALMACENAMIENTO-----	5.
2.3. MICOTOXINAS-----	5.
2.3.1. FORMACIÓN DE MICOTOXINAS-----	6.
2.3.2. HONGOS TOXIGÉNICOS Y MICOTOXINAS ‘NATURALES’-----	6.
2.3.3. MICOTOXINAS DE IMPORTANCIA EN INDUSTRIA. PECUARIA Y EN INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO-----	7.
2.4.3. FACTORES QUE DESENCADENAN PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS-----	8.
2.4. MICOTOXICOSIS-----	9.
2.5. GENERALIDADES DE AFLATOXINAS-----	10.
2.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AFLATOXINAS-----	11.
2.7. ETIOLOGIA DE AFLATOXICOSIS-----	11.
2.8. AFLATOXICOSIS EN CERDOS-----	12.
2.8.1. HALLAZGOS CLÍNICOS DE AFLATOXICOSIS EN CERDOS-----	13.
2.8.2. LESIONES DE AFLATOXICOIS EN CERDOS---	13.
2.9. MÉTODOS DE DETECCIÓN PARA AFLATOXINAS--	14.
2.10. MÉTODO DE ELISA-----	15.
2.11. ELISA COMPETITIVO Y SUS PRINCIPIOS ANALÍTICOS PARA DETECTAR AFLATOXINAS-----	16.

2.12.	MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS-----	16.
2.13.	PREVENCION Y REDUCCION DE LAS MICOTOXINAS EN LOS ALIMENTOS. LOS ADSORBENTES COMO ESTRATEGIA-----	17.
2.14.	ESTRATEGIAS PARA PREVENIR CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS-----	18.
3.	MATERIALES Y MÉTODOS-----	21.
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO-----	21.
3.2.	MATERIALES-----	23.
3.2.1.	MATERIALES DEL KIT ELISA DIRECTAMENTE COMPETITIVO-----	23.
3.2.2.	MATERIALES NECESARIOS QUE NO SE INCLUYEN EN EL KIT ELISA-----	24.
3.2.3.	OTROS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INVESTIGACIÓN-----	24.
3.3.	EQUIPO DE ELISA-----	25.
3.4.	EQUIPO DE HUMEDAD TOTAL-----	25.
3.5.	METODOLOGIA DE CAMPO-----	25.
3.5.1.	FASE DE CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE MATERIAS PRIMAS EN LAS FÁBRICAS-----	25.
3.5.2.	FASE DE MUESTREO-----	26.
3.6.	FASE DE LABORATORIO-----	26.
3.6.1.	PREPARACION DE LA MUESTRA Y OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTO-----	26.
3.6.2.	NOTAS DE PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE ELISA-----	27.
3.6.3.	PROCEDIMIENTO ANALITICO DE PRUEBA DE ELISA-----	27.
3.6.4.	PROCEDIMEINTO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD TOTAL-----	29.
3.7.	METODOLOGIA ESTADISTICA-----	30.
3.7.1.	DISEÑO ESTADISTICO-----	30.
3.7.2.	MODELO MATEMATICO-----	30.

3.7.3.	DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO-----	31.
3.7.4.	VARIABLES A MEDIR-----	31.
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	33.
4.1.	PRESENCIA O AUSENCIA DE AFLATOXINAS EN EL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FABRICAS-----	33.
4.2.	APTITUD DEL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS SEGÚN EL NIVEL DE AFLATOXINAS CUANTIFICADO CON PRUEBA DE ELISA-----	34.
4.3.	HUMEDAD TOTAL DE MUESTRAS DE MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS-----	36.
4.4.	TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS DEL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS AL MOMENTO DE TOMA DE MUESTRA-----	38.
4.5.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO, NIVEL DE AFLATOXINAS EN PPB, PORCENTAJE DE HUEMDAD TOTAL Y TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS PARA EL MAIZ AMARILLO DE LAS 4 FÁBRICAS-----	40.
4.6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE ENCUESTA PARA FÁBRICAS DE CONCENTRADO-----	43.
4.6.1.	DATOS DE LA ZONA-----	43.
4.6.2.	MANEJO DE MATERIA PRIMA Y CONCENTRADO-----	43.
4.6.3.	BODEGAJE-----	47.
4.6.4.	TIPIFICACIÓN DE BODEGA Y FÁBRICA-----	50.
5.	CONCLUSIONES-----	53.
6.	RECOMENDACIONES-----	56.
7.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA-----	58.

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

Número de Página.

Cuadros.

- Cuadro 1. Niveles de actuación propuesta por la FDA para la presencia de aflatoxinas en los alimentos-----10.
- Cuadro 2. Distribución estadística (ANVA) -----31.
- Cuadro 3. Preguntas de la encuesta con respecto a la materia prima-----45.
- Cuadro 4. Preguntas de la encuesta con respecto a bodegaje-----48.
- Cuadro 5. Preguntas de la encuesta con respecto a la tipificación de bodega y fábrica-----50.
- Cuadro 6. Cuadro resumen con preguntas de la encuesta que proporcionan información sobre los factores predisponentes a la contaminación con aflatoxinas-----52.
- Cuadro A-1. ANVA para variable aflatoxinas-----72.
- Cuadro A-2. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para variable aflatoxinas-----73.
- Cuadro A-3. ANVA para la variable Humedad-----74.
- Cuadro A-4. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable Humedad -----74.
- Cuadro A-5. ANVA para la variable Temperatura-----75.

- Cuadro A-6. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable Temperatura-----76.

Tablas.

- Tabla 1. Resultados de las 40 muestras de Maíz analizadas con respecto a Presencia y Ausencia de Aflatoxinas -----33.
- Tabla 2. Medias obtenidas con la prueba de ELISA para aflatoxinas Representan el nivel de aflatoxinas en ppb de las muestras de maíz amarillo para las 4 fábricas-----35.
- Tabla 3. Medias obtenidas del porcentaje de humedad de maíz amarillo para las 4 fábricas-----37.
- Tabla 4. Medias obtenidas de la Temperatura en grados Celsius para el maiz amarillo de las 4 fábricas-----39.
- Tabla 5. Medias obtenidas de las variables en estudio de nivel de aflatoxinas en ppb; porcentaje de Huemdad Total y Temperatura en grados Celsius para el maiz amarillo de las 4 fábricas-----42.
- Tabla A-1. Datos obtenidos con la prueba de ELISA para aflatoxinas que representan nivel de aflatoxinas en ppb de las muestras de maíz amarillo-----72.
- Tabla A-2. Datos obtenidos de porcentajes de humedad de las muestras de maíz amarillo con el método de Humedad total-----73.
- Tabla A-3. Datos obtenidos que representan los grados Celsius de temperatura en las muestras de maíz amarillo al momento del muestreo-----75.

INDICE DE FIGURAS

Número de Página.

Figuras.

- Figura 1. Incidencia de micotoxinas por zonas geograficas-----6.
- Figura 2. Factores que afectan el crecimiento fúngico y producción de micotoxinas-----9.
- Figura 3. Gráfico1. Porcentaje de Presencia y Ausencia de Aflatoxinas en las muestras de Maíz de las 4 Fábricas en estudio-----34.
- Figura 4. Gráfico2. Medias del nivel de Aflatoxinas en ppb en muestras de maíz amarillo de las 4 fábricas-----36.
- Figura 5. Gráfico 3. Medias de porcentaje de Humedad Total en muestras de maíz amarillo de las 4 fábricas-----38.
- Figura 6. Gráfico 4. Medias de Temperatura en muestras de maíz amarillo de las 4 fábricas-----40.
- Figura 7. Gráfico 5. Comparación de medias para las variavles en estudio nivel de Aflatoxinas en ppb; Humedad Total y Temperatura en las muestras de maíz de las 4 fábricas -----42.
- Figura 8. Gráfico 6. Preguntas de la encuesta con respecto a la materia prima-----46.
- Figura 9. Gráfico 7. Preguntas de la encuesta con respecto al bodegaje-----49.
- Figura 10. Gráfico 8. Preguntas de la encuesta con respecto a Tipificación de la fábrica y bodega-----51.

INDICE DE ANEXOS

Número de Página.

Anexos.

- PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS CEREALES POR MICOTOXINAS, CON ANEXOS SOBRE LA OCRATOXINA A, LA ZEARALENONA, LAS FUMONISINAS Y LOS TRICOTECENOS-----63.
- Figura A -1. Balanza semianalítica con la que se peso las muestras de maíz amarillo molido-----77.
- Figura A -2. Se observa la forma en cómo se coloca la muestra con cuidado en la caja de aluminio-----77.
- Figura A -3. Se observa el medidor para tomar la muestra y las cajas de aluminio para humedad donde se colocan las muestras-----78.
- Figura A -4 Se observa cómo se colocan las cajas de humedad que contienen la muestra en el desecador de aire circulante-----78.
- Figura A -5. Retiro de las cajas de humedad con la muestra de la Estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70°C-----79.
- Figura A -6. Estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70°C-----79.
- Figura A -7. Balanza analítica-----80.
- Figura A -8. Cajas de aluminio para humedad conteniendo la muestra-----80.
- Figura A -9. Figura A -9. Lector de micropocillos de ELISA-----81.
- Figura A -10. Figura A -10.Contenido del Kit de ELISA VERATOX.-----81.

- Figura A -11. Maíz triturado y ya tamizado a través de una malla número 20 con aspecto de café molido instantáneo-----82.
- Figura A -12. Preparado de la solución de metanol al 70% mezclado en 7 partes de metanol con 3 partes de agua destilada. Con 5gr. de maíz tamizado y agitado por 3 minutos.-----82.
- Figura A -13. Se observa el sustrato filtrado con el papel Whatman #1, que queda dentro de los beaker. -----83.
- Figura A -14. Preparación de los pocillos antes de llevarlos al lector de ELISA.-----83.
- Figura A -15. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 1-----84.
- Figura A -16. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 2-----85.
- Figura A -17. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 3-----86.
- Figura A -18. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 4-----87.
- Figura A -19. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 1-----88.
- Figura A -20. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 2-----89.
- Figura A -21. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 3-----90.
- Figura A -22. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 4-----91.
- Figura A -23. Ubicación de la fábrica 2-----92.
- Figura A -24. Ubicación de la fábrica 2-----92.
- Figura A -25. Ubicación de la fábrica 4-----93.
- Figura A -26. Formato de encuesta para fábricas de concentrado estudiadas.-----94.

- Figura A -27. Análisis de micotoxinas realizados anteriores a materias primas por una de las fábricas en estudio-----98.
- Figura A -28. Análisis de micotoxinas realizados anteriores a materias primas por una de las fábricas en estudio-----99.
- Figura A -29. Análisis de micotoxinas realizados anteriores a materias primas por una de las fábricas en estudio-----100.
- Figura A -30. Análisis de micotoxinas realizados anteriores a materias primas por una de las fábricas en estudio-----101.

1. INTRODUCCION

En El Salvador, hay una escasa documentación sobre la existencia y el daño que producen las aflatoxinas, en cerdos, así como también no se le toma la debida importancia a la aflatoxicosis en estos. Ya que no se registra una gran incidencia de aflatoxinas o simplemente no es detectada por el porcicultor, así como también en la inspección de las carnes en el matadero debido a que solo se busca las lesiones causadas por hongos y por ello es obviado que no es necesario que existan lesiones para que estén presentes las micotoxinas. Sustancias tóxicas naturales que empiezan a ser consideradas de gran importancia en la nutrición humana y animal pudiendo causar daño en cantidades trazas. La aflatoxicosis en cerdos generalmente se presentan por el consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas encontradas en las materias primas, usadas para elaborar concentrados en la cual podemos resaltar al maíz, especialmente si es importado para manufacturar concentrado, al ingerir estos piensos contaminados se reduce el desempeño y deteriora la salud de los cerdos, causando muerte, especialmente los que se encuentran en crecimiento y reproducción. La Aflatoxina es la micotoxina más común en los alimentos para cerdos. El impacto de la aflatoxina depende de la edad del cerdo, así como de la dosis: mientras más joven el animal y más alta la dosis, mayor será el efecto. Los síntomas clínicos de la aflatoxicosis incluyen la disminución del apetito, crecimiento retardado, problemas reproductivos, daños hepáticos, ictericia, y un aumento en susceptibilidad a infecciones bacterianas y virales. Sin mencionar que si no muere por estos problemas su desarrollo es retrasado, lo que ocasiona pérdidas económicas al porcicultor, y si es enviado al matadero y presenta lesiones en sus tejidos ocasiona decomisos. Por medio de esta investigación se pretende aportar información al alcance de la población, que pruebe la existencia de aflatoxinas en maíz que se importa para elaborar concentrado de cerdos manufacturado por dichas fábricas siendo un riesgo para la salud animal y humana.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. ANTECEDENTES

Hace mucho tiempo se sabe del envenenamiento por aflatoxinas. 1950 se reporta envenenamiento por toxinas micóticas en cerdos alimentados con granos, tortas molidas o tortas de girasol contaminadas con hongos. 1952 se aisló cultivos puros de *Aspergillus flavus*, del maíz de los campos de Georgia. En Rusia 1953. Se observó envenenamiento de personas y caballos por toxinas micóticas de trigo, que permaneció en invierno debajo de la nieve. 1956 se estudia el envenenamiento en Missouri y en el sur de Iowa, producido por maíz que había sido guardado por semanas antes de darlo a los cerdos. 1957 se provocó envenenamiento agudo en cerdos experimentalmente. 1958 se aprecian síntomas de intoxicación de cerdos. (Howard. 1967).

El estudio de los hongos como tóxicos se inició en los años 60 con una intoxicación masiva que provocó la muerte de 100 000 aves en Inglaterra por la ingestión de pienso preparado con harina de maíz contaminada con *Aspergillus flavus*, detectándose un metabolito altamente tóxico al que denominaron aflatoxina, que poco tiempo después produjo la muerte a 106 personas de 397 que se intoxicaron. (Bolet. 2005).

Existen alrededor de 150 tipos de mohos que son capaces de producir micotoxinas cuando se desarrollan en condiciones favorables. En el año 1977 la FAO reportó las micotoxinas de mayor importancia: aflatoxinas, ocratoxinas, citrinina, zearalenona, patulina, tricotecanos y esterigmatocistina. (Bolet. 2005).

Las aflatoxinas, se encuentran en condiciones cálidas y húmedas, como las que existen en los países de Latinoamérica, Asia y África, así como en ciertas partes de Australia. Sin embargo, en estos países, la estación de verano es acompañada por altas condiciones de humedad, que favorecen la formación de otras micotoxinas como Zearalenona, Vomitoxina, toxina T-2 Ocratoxina, etc. No se considera que las aflatoxinas sean un problema en regiones frías. Sin embargo, se debe tener cuidado en estas regiones con los alimentos importados, provenientes de climas cálidos y húmedos. (Devegowda .2009). Para la salud humana estas también representan una amenaza latente pues pueden actuar como un "asesino silencioso", ya que su consumo en dosis muy pequeñas no induce síntomas clínicos evidentes, pero con el tiempo puede traer graves consecuencias sobre la calidad y durabilidad de la vida. (Requena. 2005). Según la Organización Panamericana de la Salud en 1983, las aflatoxinas, químicamente son un grupo de metabolitos del grupo bis furano cuamarina producido por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, denominados B1, B2, G1 y G2. Las cuatro sustancias principales se distinguen por sus colores fluorescentes B, correspondiente al color azul, y el G, correspondiente al verde, con subíndices que indican la movilidad cromatográfica relativa. (Requena. 2005).

La USFDA, The Food and Drug Administration, (Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos). Estima un máximo de 20 ppb de Aflatoxina en piensos para animales, en el caso del maíz para pienso de porcinos de engorde mayores a 100 libras es 200 ppb de Aflatoxina y nivel del maíz usado en cerdos reproductores es de 100ppb (Devegowda .2009).

En 1985 la Organización Mundial de la Salud estimó que aproximadamente el 25% de los granos del mundo estaban contaminados por micotoxinas. Esta cifra sin duda ha crecido desde entonces debido al aumento en las importaciones y exportaciones globales de granos y cereales y a los patrones cambiantes en el medio ambiente y el clima. (Devegowda, 1998).

La contaminación por micotoxinas es común en el campo, durante la siembra, desarrollo y cosecha. Los mohos de *Aspergillus* crecen bajo temperatura entre los 25° a 35° C y con una humedad relativa entre 65 a 80% estos hongos se consideran oportunistas por lo que insectos y la falta de agua hacen que las plantas se debiliten, lo cual aprovechan los hongos para entrar e iniciar su proliferación. La contaminación también puede presentarse en los alimentos almacenados, aunque menos frecuente porque estos antes de almacenarse deben ser sometidos a un secado, disminuyendo la humedad, evitando así uno de los factores predisponentes, porque para el maíz se recomienda una humedad inferior al 16% y temperatura relativa entre 20 y 25° C lo que se logra en el almacén con suficiente ventilación. (Peña. 2010). Son numerosos los factores que influyen. Por tanto, la contaminación del producto puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la cosecha, pasando por la recolección, almacenaje, transporte, elaboración y conservación. (Requena. 2005).

Dentro de las fábricas que se eligieron para realizar la fase de campo, se encontraban con problemas de micotoxinas, y para dar un mejor panorama se nos proporciono los resultados analizados por un laboratorio en Estados Unidos de América, para confirmar la presencia de aflatoxinas. (Figura A -27; Figura A -28; Figura A -29; Figura A -30.)

2.2. HONGOS EN EL CAMPO Y EL ALMACENAMIENTO

Los hongos adquiridos en el campo son *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Verticillium*, además de otros fitopatógenos, y las especies difieren según el vegetal, el clima y la región geográfica. Requieren generalmente una humedad relativa entre el 90 y 100% y un contenido de agua en las semillas de 22 a 23% para crecer, con un amplio rango de temperatura entre 0 y 30°C, aunque algunos pueden desarrollarse a 35°C o más. La mayoría de las micotoxicosis animales se deben al consumo de forrajes que han sido deteriorados por la actividad de una compleja microbiota saprobia. Se conocen algunas especies que inhiben la producción de aflatoxinas, por ej. *Trichoderma viride pers.* A su vez *A. flavus* impide la formación de toxinas en un cultivo mixto con *A. alutaceus* o *A. versicolor*. También *A. flavus* y *A. alutaceus* inhiben la formación de toxinas de *M. roridum* en un cultivo mixto. Por otra parte, la rubratoxina B, un metabolito de *Penicillium purpurogenum*, aumenta la producción de aflatoxinas por *A. parasiticus*. (Carrillo 2003.)

Los mohos crecen sobre los materiales vegetales produciendo el deterioro de los mismos. Forman metabolitos secundarios que actúan como antibióticos favoreciendo la prevalencia del moho frente a otros microorganismos, muchos de los cuales son tóxicos para plantas y/o animales. Estos metabolitos que enferman o matan a los animales que los consumen se conocen como micotoxinas y la afección se llama micotoxicosis. (Carrillo 2003.)

2.3. MICOTOXINAS

Son subproductos tóxicos o metabolitos secundarios de ciertos mohos u hongos que pueden desarrollarse en ciertos productos alimenticios antes de la cosecha o después de ella, durante el transporte o almacenamiento en condiciones idóneas. (García. 2002).

2.3.1. FORMACIÓN DE MICOTOXINAS

Los hongos productores de micotoxinas por lo general pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. La formación de micotoxinas depende de la cepa específica del hongo que prolifera en el sustrato y de factores ambientales como la humedad, la temperatura y el oxígeno. Por lo tanto, la contaminación con micotoxinas puede variar según las condiciones geográficas, climáticas, métodos de producción, tipos de almacenamiento y también según el tipo de insumo. Un aspecto importante a recalcar es que no todos los hongos producen micotoxinas, por lo que no todos los granos contaminados con hongos tienen micotoxinas. (Lara. 2003).

Localización	Micotoxina
Europa occidental	Ocratoxina, Vomitoxina, Zearalenona
Europa (Este)	Zearalenona, Vomitoxina
América del Norte	Ocratoxina, Vomitoxina, Zearalenona, Aflatoxina
América del Sur	Aflatoxina, Fumonisina, Ocratoxina, Vomitoxina, T-2 Toxina
Africa	Aflatoxina, Fumonisina, Zearalenona
Asia	Aflatoxina
Australia	Aflatoxina, Fumonisina

Figura 1. Incidencia de micotoxinas por zonas geográficas (Devegowda, 1998)

2.3.2. HONGOS TOXIGÉNICOS Y MICOTOXINAS ‘NATURALES’

Las micotoxinas son ingeridas con alimentos o forrajes contaminados directa o indirectamente. La contaminación directa con un moho y la consecuente producción de toxina puede ocurrir durante la producción, el transporte, el estacionamiento o el procesamiento del alimento o forraje. Mientras que la contaminación indirecta se debe a la presencia de un ingrediente previamente contaminado con un moho toxigénico que ya ha desaparecido y cuya micotoxina persiste. (Carrillo 2003.)

A todo esto debemos añadir los problemas de micosis que pueden ocasionar y la capacidad genética que algunos de ellos tienen para producir metabolitos secundarios tóxicos denominados micotoxinas la consecuente posibilidad de producir micotoxicosis en los animales y en los humanos que consumen el alimento contaminado. Este conjunto de factores hace que los hongos formen un grupo importante dentro de la microbiología alimentaria. (Bermúdez. 2002).

La presencia de una micotoxina, y el peligro asociado, solamente puede ser determinada después de la extracción e identificación de la misma porque:

- la presencia del hongo no asegura que exista una micotoxina,
- la micotoxina continúa en el alimento aunque el moho haya desaparecido,
- un hongo dado puede producir más de una micotoxina,
- una determinada toxina puede ser formada por más de una especie de mohos. (Carrillo 2003.)

2.3.3. MICOTOXINAS DE IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA PECUARIA Y EN LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO

Al hablar de inocuidad de los alimentos se deben considerar no solo la contaminación microbiológica y la contaminación química de origen humano, sino también la contaminación por sustancias tóxicas naturales. Dentro de éstas se incluye a las micotoxinas, sustancias que empiezan a ser consideradas de gran importancia en la nutrición humana y animal. Las micotoxinas son compuestos químicos de bajo peso molecular, producidos por hongos, que tienen efectos patológicos tanto en humanos como en animales. El grado del daño depende de las micotoxinas involucradas, del nivel de contaminación del alimento y del tiempo en que se ha consumido el alimento. (Rojas. 2008)

Estas micotoxinas se encuentran en la mayor parte de los insumos de la industria pecuaria, entre los que se pueden mencionar el maíz, el sorgo, la soya, los ensilados, la pasta de algodón e incluso la leche. (Lara. 2003).

Es necesario prevenir la aparición de micotoxinas en la cadena alimenticia. Para esto se debe ver el problema desde un punto de vista integral que incluya desde la producción de los granos hasta el consumidor final. Es claro que para la industria pecuaria es muy difícil poder influir en la etapa de producción de granos, pero si se puede exigir mejor calidad en los mismos de tal forma que se puedan evitar los problemas consecuentes. Esto es de suma importancia ya que se debe considerar que una vez formadas las micotoxinas es muy difícil evitar sus efectos negativos sobre la productividad. Además existen grandes problemas para obtener una muestra representativa de grandes lotes y por si esto no fuera poco, un análisis de micotoxinas confiable es de alto costo. (Lara. 2003).

2.3.4. FACTORES QUE DESENCADENAN PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS

Muchas son las especies de hongos que pueden producir toxinas en los alimentos, ya sea durante el crecimiento de los cultivos o tras su cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesado y utilización de los piensos en la granja. La temperatura, humedad y la actividad de diferentes insectos son factores ambientales que pueden favorecer la diseminación y crecimiento del hongo y la producción de micotoxinas. Por otra parte, son también importantes las condiciones desarrolladas durante la cosecha, el almacenaje y el transporte (figura 2). Los hongos productores de micotoxinas pueden crecer de forma general en rangos entre -3 y 40°C, a pH entre 2,0-10,0 y por encima de 0,77-0,99 de actividad de agua (aw). Sin embargo, cada género presenta condiciones particulares diferenciadas. (Denli y Pérez, 2006)

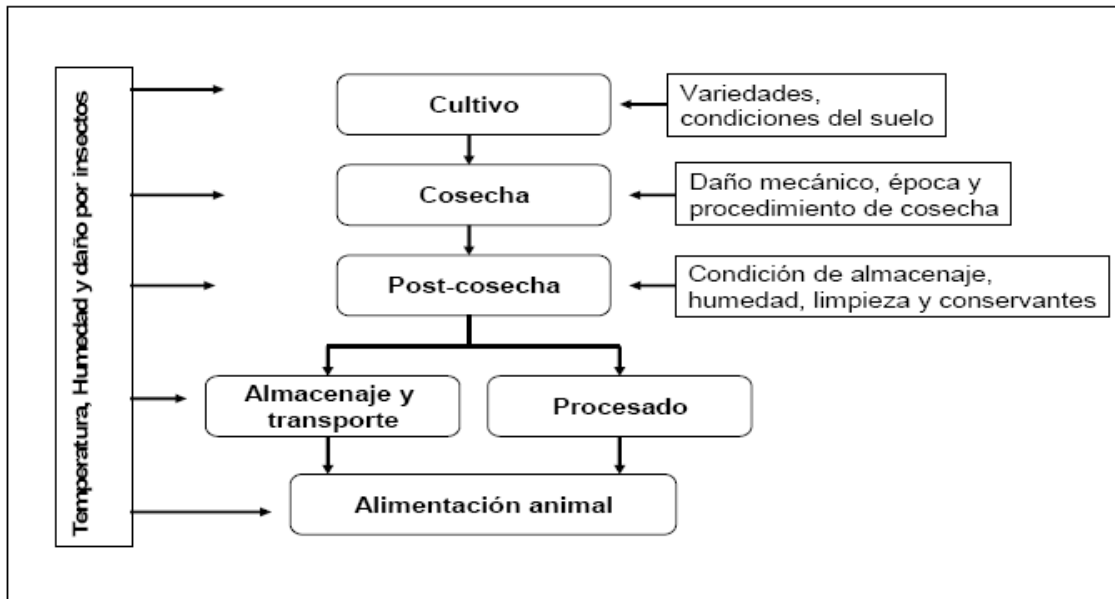


Figura 2. Factores que afectan el crecimiento fúngico y producción de micotoxinas. (Denli y Pérez, 2006)

2.4. MICOTOXICOSIS

Es el nombre que se da al grupo de enfermedades y trastornos originados en el hombre y en los animales, por unos metabolitos secundarios tóxicos que son producidos por algunas especies fúngicas. (Gimeno. 2003).

Las características de una micotoxicosis son las siguientes:

- no es una enfermedad transmisible,
- el tratamiento con drogas o antibióticos tiene poco o ningún efecto,
- en los brotes observados en el campo, el problema es estacional debido a que las condiciones climáticas afectan al desarrollo del hongo,
- el brote está comúnmente asociado a un alimento o forraje específico,
- el examen del alimento o forraje sospechoso revela signos de actividad fúngica. (Carrillo 2003.)

2.5. GENERALIDADES DE AFLATOXINAS

Se han descubierto más de 3500 micotoxinas con diferentes niveles de toxicidad. Sin embargo, las aflatoxinas son las más frecuentes y dañinas en cantidades trazas (microgramos/kg. o partes por billón). Las aflatoxinas no tiene sabor, color ni olor, son fluorescentes con luz ultravioleta, resisten altas temperaturas (de 260 a 320 grados centígrados) sin romperse, de modo que hervir, cocer fermentar, o pasteurizar los alimentos no las elimina. Las aflatoxinas reciben su nombre de "a"= *Asperguillus*, "fla"= flavus y "toxina"= veneno, ósea el veneno del *Asperguillus flavus*, son producidas por 3 especies del hongo *Asperguillus* que son *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*. (Carvajal 2001).

Niveles Max. (ppb)	Ingredientes	Especies
0,5 (AFM1)	Leche	Humanos
20	Todos excepto leche	Humanos
20	Todos los piensos	Todas
Excepciones		
100	Maíz	Vacuno reproductor, cerdas y ponedoras
200	Maíz	Engorde de cerdos (>45 Kg)
300	Maíz	Engorde de terneros
300	Semilla de algodón	Todas las especies

Cuadro 1. Niveles de actuación propuesta por la FDA para la presencia de aflatoxinas en los alimentos para el año 2000. (Denli y Pérez, 2006)

2.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AFLATOXINAS

Las aflatoxinas químicamente son compuestos derivados de la isocumarina: 1. (bifuranocumarinas) que pueden estar acopladas a un grupo de ciclopentanona (aflatoxina B1 y aflatoxina B2). 2. Un anillo lactónico, (aflatoxina G1 y aflatoxina G2). Presenta propiedad de fluorescer al ser expuestas a la luz ultravioleta de longitud de onda larga 365 nanómetros. Se reconoce actualmente más de 20 toxinas siendo las más comunes en alimentos la aflatoxina B1, B2, G1 Y G2. Son solubles en metanol, acetonitrilo, cloroformo pero poco soluble en agua y en hidrocarburos. Son termoestables alcanzando punto de ebullición por arriba de 200° C (260-320° C) sin romperse son de bajo peso molecular, las aflatoxinas son dañinas en cantidades trazas (microgramos por kilogramo de peso o partes por billón). Todas presentan efecto teratogeno, mutágeno, y cancerigeno siendo más toxicas las aflatoxinas B1 y G1. (Peña. 2010).

2.7. ETIOLOGIA DE AFLATOXICOSIS

Aspergillus flavus y *Aspergillus parasiticus*, se encuentran en el suelo y crecen rápidamente sobre materia orgánica corrupta. Sus colonias son generalmente amarillas, verde amarillo, amarillo-marrones, o verdes; granulares, aterciopeladas, o algodonosas; y tienen una saliente periférica blanca y un margen distintivo. Las aflatoxinas producidas por las especies del *Aspergillus* son ubicuas en climas húmedos y calientes. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden crecer o producir aflatoxinas en sustratos con actividad de agua menor de 0.7; humedad relativa menor a 70% y temperaturas por debajo de 10.C. Bajo condiciones de stress tales como sequía o infestación por insectos, la contaminación por aflatoxinas es probablemente alta. (Cornejo. Villarroel, S.f.)

Generalmente condiciones ambientales de humedad relativa y temperaturas altas conducen a aumentar el crecimiento del hongo en el alimento almacenado y a la producción de altos niveles de aflatoxinas. En definitiva, el crecimiento de *Aspergillus* y la contaminación de los productos con aflatoxinas son consecuencia de la interacción entre el hongo, el anfitrión y el ambiente. La combinación apropiada de estos factores determina la infestación y la colonización del sustrato, y el tipo y la cantidad de aflatoxina producidos. Sin embargo, se requiere para el crecimiento del hongo y la producción subsiguiente de la toxina un sustrato conveniente, aunque el factor(s) exacto que inicia la formación de la toxina no está bien entendido.

(Cornejo. Villarroel, S.f.)

2.8. AFLATOXICOSIS EN CERDOS.

El consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas reduce el desempeño y deteriora la salud de los cerdos y causa muerte, especialmente los que se encuentran en etapas de crecimiento y reproducción. La Aflatoxina es la micotoxina más común en los alimentos para cerdos. El impacto de la aflatoxina depende de la edad del cerdo, así como de la dosis: mientras más joven el animal y más alta la dosis, mayor será el efecto. Los síntomas clínicos de la aflatoxicosis incluyen la disminución del apetito, crecimiento retardado, daños hepáticos, ictericia, y un aumento en susceptibilidad a infecciones bacterianas y virales. Este último efecto aumenta la severidad de las enfermedades existentes, tales como la influenza, el PRRS, y el micoplasma. Los productores porcícolas puede que posiblemente no observen muy a menudo las aflatoxicosis agudas, sin embargo, la toxicosis crónica producida por la ingestión de bajos niveles de aflatoxinas es muy común y resulta en severas pérdidas económicas por la reducción en el rendimiento animal. (Devegowda. 1998).

2.8.1. HALLAZGOS CLÍNICOS DE AFLATOXICOSIS EN CERDOS

En los brotes agudos, las muertes ocurren después de un corto periodo de inapetencia. Los brotes subagudos son más comunes, pudiendo aparecer malestar general, debilidad, anorexia, y muerte súbita. (Merck. 2002).

2.8.2. LESIONES DE AFLATOXICOSIS EN CERDOS.

En los casos agudos hay hemorragias difusas e ictericia. El hígado es el principal órgano filtración. Microscópicamente, el hígado muestra acumulaciones notables de tejido adiposo y necrosis centrilobular masiva y hemorragias. En los casos sub agudos, los caso hepáticos no son tan pronunciados, pero el hígado esta mas dilatado y firme de lo normal puede haber un edema de la vesícula biliar. Microscópicamente el hígado muestra proliferación y fibrosis de los conductillos biliares, en los riñones puede haber degeneración y regeneración tubulares, la alimentación con concentraciones bajas de aflatoxinas puede ocasionar cirrosis y carcinoma de los conductos biliares y/o del hígado. (Merck. 2002).

En los casos de toxicidad más crónicos, son importantes las modificaciones de la grasa en el interior de las células hepáticas, la reducción de la función hepática, son secuelas de las lesiones hepáticas inducidas por aflatoxinas. Con menores dosis de aflatoxinas se observan trastornos de la coagulación de la sangre, hemorragias en las serosas y en las mucosas, ictericia y disminución del índice de crecimiento. Con dosis más elevadas se observa insuficiencia hepática aguda y hemorragias masivas que conduce a la muerte. Además de las repercusiones económicas debido a las perdidas por muerte súbita, en los lechones, en los terneros y aves de corral intoxicados de forma crónica, existe una considerable reducción del índice de crecimiento. Esta falta de crecimiento es uno de los primeros síntomas de aflatoxicosis y es posible que se presente sin que se observe otros síntomas de intoxicación. (Biberstein. 1994.)

2.9. MÉTODOS DE DETECCIÓN PARA AFLATOXINAS

La química es la ciencia en el que el estudio sobre micotoxinas se encuentra mas avanzados. Existen numerosos métodos para su detección pero casi todos son complejos, costosos, demandan tiempo y en consecuencia no son aptos para la identificación y cuantificación de gran cantidad de muestras como las que seria necesario procesar en el campo. (Boletín Porcinos 2010)

Se necesitan otros procedimientos precisos y rápidos, con este propósito en forma reciente se desarrollaron pruebas de ELISA que detectan la mayoría de micotoxinas en muestras complejas sin requerir de su purificación a la vez que son aptas para evaluar numerosas muestras. Dichas pruebas de ELISA poseen una sensibilidad, especificidad y exactitud tales que dan resultados similares obtenidos por métodos analíticos físicos. Están disponibles en forma comercial para Aflatoxinas, Zearalenona, Tricotecenos, Fumorisina, que permiten el control constante durante el recibimiento y distribución de las materias primas para evitar pérdidas económicas. (Carrillo.2003).

2.10. MÉTODO DE ELISA

principio general de esta técnica es sencillo, pues se basa en el reconocimiento de un antígeno por parte de un anticuerpo que, fundamentado en una reacción colorimétrica mediante el uso de un anticuerpo marcado con una enzima, se puede cuantificar el grado de positividad de una muestra de suero problema. La transformación del sustrato por la enzima es proporcional a la concentración de anticuerpo o antígeno desconocido presente en la solución problema. De esta manera, los anticuerpos específicos pueden ser estimados cuantitativamente y en poco tiempo. (FAO, 1998). El ensayo inmunoenzimático ELISA se presenta como una alternativa muy especialmente para el serodiagnóstico. En este sentido, así como en otros ensayos serodiagnósticos, puede utilizarse un antígeno crudo, es decir, aquel que contiene una mezcla de los componentes del organismo a detectar, o un antígeno con grados de purificaciones diversas, que finalmente dependerán de la sensibilidad y especificidad que se desea conferir al ensayo. Así como existe una gran variedad en cuanto al antígeno a utilizar también la hay en relación a los conjugados, de lo cual se derivan los diversos tipos de ELISA que existen actualmente; siendo los más utilizados:

- ELISA directo: cuando los anticuerpos conjugados a la enzima son dirigidos directamente contra el antígeno unido a la placa,
- ELISA indirecto: cuando los anticuerpos conjugados son dirigidos contra inmunoglobulinas humanas o de animales que sufren la enfermedad en cuestión,
- ELISA sándwich: cuando se utilizan dos anticuerpos específicos que reconocen un mismo antígeno, uno de ellos marcado radiactivamente o unido a una enzima. Este tipo de ensayo permite la captura de antígenos circulantes (solubles). (TAVARES, S.f).

2.11. ELISA COMPETITIVO Y SUS PRINCIPIOS ANALÍTICOS PARA DETECTAR AFLATOXINAS

El ensayo ELISA competitivo es una técnica analítica inmunológica. El método se basa en el uso de un anticuerpo monoclonal de alta especificidad y sensibilidad, lo cual convierte al Kit VERATOX ELISA competitivo en el método más exacto y preciso para cuantificar con fiabilidad de el gluten contenido en los alimentos, incluso aunque hayan sufrido procesos de hidrólisis. Veratox para aflatoxina es un enzimoimmunoanálisis por adsorción (ELISA, por sus siglas en ingles) directo competitivo en un formato de pocillos que le permite al usuario obtener concentraciones exactas expresadas en partes por billón (ppb). Se permite que la aflatoxina libre de muestras y controles compita con la aflatoxina enzimomarcada (el conjugado) por los sitios de adsorción de los anticuerpos. Tras un lavado, se agrega un sustrato que reacciona con el conjugado adsorbido para producir el color azul. Más color azul significa menos aflatoxina. El análisis se lee en un lector de posillos para obtener densidades ópticas. (Neo-gen. 2009)

2.12. MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS

Abarca una variedad de técnicas en la que la masa de un producto se utiliza para determinar la cantidad original del analito (la especie que se analiza). Estos métodos gravimétricos son considerados como técnicas clásicas de separación. Algunos son importantes en el campo agropecuario y veterinario como: la determinación de humedad, sólidos en agua, sulfatos en agua, hierro, calcio, magnesio, fósforo, cloruros, sodio, potasio, en tejidos vegetales, animales, sangre, heces, saliva, orina, etc. (Horwitz. 2004)

Las determinaciones gravimétricas se caracterizan por mediciones de masa o peso. Un análisis gravimétrico comprende dos determinaciones de peso, “la primera”, el peso de la muestra inicial, y la segunda; el peso final. Para conocer el porcentaje del elemento o analito de interés se deben tomar en consideración todas las pesadas que se efectúan durante el proceso del análisis; para ello es necesario también, recordar los pesos atómicos y pesos fórmula y así poder deducir matemáticamente el determinado valor o contenido de un elemento o compuesto. Este valor comúnmente se expresa en tanto por ciento aunque en algunos casos para muestras de agua si los valores encontrados son pequeños se pueden expresar en partes por millón (ppm) y en caso de muestras de suelo en miliequivalentes por 100 gramos de suelo. (Horwitz. 2004).

2.13. PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LAS MICOTOXINAS EN LOS ALIMENTOS. LOS ADSORBENTES COMO ESTRATEGIA

Las recomendaciones propuestas por el Codex Comité on Food Additives and Contaminants (CCFAC) para la reducción de micotoxinas en los ingredientes destinados a alimentación animal se dividen en dos partes: La adopción de Buenas Prácticas Agrícolas y del Procesado de los productos; y la adopción de los protocolos de elaboración de Puntos Críticos y Control de Riesgos (HACCP) Codex, (2002). La adopción general de estas medidas minimizaría el riesgo de contaminación a lo largo del proceso productivo y permitiría identificar los lotes y productos contaminados. (Denli y Pérez, 2006)

2.14. ESTRATEGIAS PARA PREVENIR CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS

La prevención de la producción de micotoxinas en los cultivos implica el control de la biosíntesis de la toxina y el metabolismo de los hongos en el campo. El manejo adecuado de los cultivos se considera el método ideal de control de la contaminación de las cosechas con micotoxinas. Sin embargo, en la práctica es difícil controlar factores ambientales como la temperatura y humedad de los cultivos. (Cornejo. Villarroel, S.f.)

1) Estrategias agronómicas

- Reducir el estrés sufrido por las plantas,
- Control de insectos,
- Eliminación de residuos vegetales y la rotación de terrenos,
- Utilización de agentes antifúngicos,
- Desarrollo de variedades de plantas resistentes a la contaminación fúngica;

2) Estrategias posteriores a la cosecha

- Control medioambiental de conservación: contenido de agua, presión de O₂ y temperatura,
- Control de plagas: insectos y roedores,
- Separar granos partidos y cosecha dañada antes de su almacenaje,
- Antifúngicos como ácido propiónico. (Cornejo. Villarroel, S.f.)

La detoxificación son tratamientos posteriores a la cosecha para eliminar o reducir las micotoxinas. Las estrategias pueden dividirse en tres, como son las físicas, químicas y microbiológicas destinados a destruir, modificar o adsorber las micotoxinas, y por lo tanto eliminar o disminuir sus efectos tóxicos. Entre los métodos químicos, se ha utilizado la amonización y nixtamalización. Otros agentes utilizados han sido los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono), o algunos ácidos y álcalis. Sin embargo, estas aproximaciones son caras y no efectivas en su totalidad para eliminar las micotoxinas. Por ejemplo, la amonización puede alcanzar un coste aproximado del 5 al 20% del valor del ingrediente. La descontaminación biológica mediante la utilización de microorganismos es otra de las estrategias utilizadas. Algunas bacterias lácticas o levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que se utilizan ampliamente en la fermentación de los alimentos poseen estructuras de pared con capacidad para adherir micotoxinas. (Denli y Pérez, 2006)

Algunos métodos físicos utilizados son la inactivación de las micotoxinas con elevadas temperaturas, los rayos UV y X o las irradiaciones con microondas. Otros métodos que pueden resultar efectivos son la limpieza de las semillas, su fraccionamiento mediante cribados y la extrusión. Sin embargo, la mayoría de estas técnicas son poco prácticas, no eficientes en su totalidad o pueden disminuir el contenido en micronutrientes de los alimentos. (Denli y Pérez, 2006)

Recientemente los mayores esfuerzos se han dirigido a eliminar o reducir el impacto de las micotoxinas en los animales mediante el uso de diferentes productos adsorbentes. En la actualidad, la utilización de adsorbentes de micotoxinas en el contenido digestivo es el método considerado de elección en la protección de los animales frente al consumo de ingredientes contaminados. Los sustratos más utilizados son los aluminosilicatos (zeolitas naturales, clinoptilolita, aluminosilicatos de sodio y calcio hidratados (HSCAS), bentonitas naturales, montmorillonita), seguidos por el carbón activo o diferentes polímeros especiales. La eficacia de los adsorbentes de micotoxinas depende principalmente de la estructura química del adsorbente y la toxina. Así, muchos de estos adsorbentes tienen capacidad de adsorción para un pequeño grupo de micotoxinas pero no para todas. Por ejemplo, el HSCAS tiene capacidad de reducir los efectos negativos de la AFB1 pero no es efectiva con las Fusarotoxinas. La bentonita puede ligar AFB1 y toxina T-2 pero no actúa sobre ZEN o el nivalenol. Algunos adsorbentes como la colestiramina y polivinilpolipirrolidona tienen capacidad de adhesión de AFB1 y OTA. Sin embargo, debemos destacar también el riesgo de que algunos adsorbentes puedan fijar algunos micronutrientes, y reducir la biodisponibilidad de algunos minerales y vitaminas. En consecuencia, la certificación de nuevos adsorbentes de micotoxinas pasa por su evaluación experimental, con especial atención en lo que se refiere a su efectividad y seguridad en animales sensibles, y a la posible interacción con diferentes micronutrientes. En la figura 3 se presenta la influencia de diferentes adsorbentes y el ácido linoleico conjugado (CLA) sobre la productividad de pollos broiler expuestos al consumo de aflatoxina. Es importante destacar el incremento productivo determinado por el CLA en estas condiciones, posiblemente asociado a su actividad antioxidante y hepatoprotectora. (Denli y Pérez, 2006)

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.

La investigación se realizó en los departamentos de Cabañas, Sonsonate y La Libertad.

En el departamento de Cabañas; se encuentran los municipios de Sensuntepeque e Ilobasco donde se realizó parte del estudio.

Sensuntepeque está limitado de la siguiente forma: al N, por Cancasaque, San Antonio de La Cruz, Nombre de Jesús (todos del Departamento de Chalatenango), Victoria y la República de Honduras; al E, por la República de Honduras y Dolores; al S, Por Dolores, Santa Clara (Departamento de San Vicente), Guacotecti, San Isidro e Ilobasco; al W, por Guacotecti, San Isidro, Ilobasco, Jutiapa y Nombre de Jesús (Departamento de Chalatenango). Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 14°00'03''LN (Extremo septentrional) y 13°47'08''LN (Extremo meridional); 88°29'29''LWG (Extremo oriental) y 88°48'44'' LWG (Extremo occidental). Con clima cálido, pertenece al tipo tierra caliente. El monto pluvial anual oscila entre 1800 y 2000mm. Además vegetación constituida por una flora de bosque húmedo subtropical. Las dimensiones de área rural 304.33 Kms²; área urbana 2.0 Kms².

Ilobasco está limitado por los siguientes municipios: al N, por Jutiapa y Sensuntepeque; al E, por Sensuntepeque y San Isidro; al S, por San Sebastián (Departamento de San Vicente), San Rafael Cedros y El Rosario (ambos Departamento de Cuscatlán) y al W, por Tenancingo (Departamento de Cuscatlán) y Tejutepeque. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°55'59'' LN (Extremo septentrional) y 13°45'35'' LN (Extremo meridional); 88°44'10''LWG (Extremo oriental) y 88°55'21'' LWG (Extremo occidental). Con clima cálido, pertenece al tipo tierra caliente. El monto pluvial anual oscila entre 1800 y 2000mm.

Además vegetación constituida por una flora de bosque húmedo subtropical. Las dimensiones de área rural 248.41 Kms²; área urbana 1.28 Kms².

En el departamento de Sonsonate; se encuentran el municipio de Santa Isabel Ishuatán, municipio del distrito de Izalco, está limitado por los siguientes municipio: al N, por San Julián y Cuisnahuat; al E, por Teotepeque (departamento de La libertad); al S, por el Océano Pacifico; y al W por Sonsonate y Cuisnahuat. Se encuentra Ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°39'36''LN. (Extremo septentrional) y 13°31'09''LN. (Extremo meridional) y 89°31'34''LWG. (Extremo Oriental) y 89°39'33''LWG. (Extremo occidental). Con clima fresco, pertenece al tipo tierra caliente. El monto pluvial anual oscila entre 1700 y 2000mm.

En el departamento de La Libertad; se encuentran el municipio de Colón del distrito de Nueva San Salvador. Esta limitado por los siguientes municipios: al N, por San Juan Opico; al E, por Nueva san Salvador (Santa Tecla); al S, por Jayaque, Talnique y Nueva San Salvador; al W, por Ciudad Arce y Sacacoyo. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°46'34''LN. (Extremo septentrional) y 13°40'58''LN. (Extremo meridional); 89°17'09''LWG. (Extremo oriental) y 89°25'25''LWG: (Extremo occidental). Con clima fresco, pertenece al tipo tierra caliente, templada y tierra fría, estos últimos a escala menor. El monto pluvial anual oscila entre 1600 y 2200mm

El estudio se realizo en cuatro fábricas en las zonas descritas:

- Fábrica 1: ubicada en kilometro 63. A la carretera de Sensuntepeque, Municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, Cantón Maquilishuat, Caserío el Limón.

Fábrica 2: ubicada en el municipio de Sensuntepeque, departamento de Cabañas, final Barrio Santa Barbará, 30 metros al norte del cuerpo de bomberos.

- Fábrica 3: ubicada en el municipio de Santa Isabel Ishuatán, departamento de Sonsonate, calle hacia El mango.
- Fábrica 4: ubicada en Km. 29 ½ carretera a Sonsonate antes de gasolinera Texaco, Municipio de Lourdes Colon.

3.2. MATERIALES.

3.2.1. MATERIALES DEL KIT ELISA DIRECTAMENTE COMPETITIVO

Materiales contenidos en el Kit:

1. 48 pocillos con revestimiento de anticuerpo
2. 48 pocillos de mezclar marcados en rojo
3. 4 frascos con etiquetas amarillas de controles de aflatoxina de 0; 5; 15 y 50 ppb (ver las precauciones para la manipulación de la solución de metanol)
4. 1 frasco con etiqueta azul de solución del conjugado de aflatoxina y peroxidasa de rábano (HRP)
5. 1 frasco con etiqueta verde de solución de sustrato K-Blue
6. 1 frasco con etiqueta roja de solución “Red Stop”

3.2.2. MATERIALES NECESARIOS QUE NO SE INCLUYEN EN EL KIT ELISA

1. materiales para obtención de extractos:
 - Solución de metanol al 70% de calidad ACS.
 - Probeta graduada de 250 ml
 - Recipiente de 125 ml de capacidad
 - Jeringuillas filtrantes , papel de filtro Whatman numero 1
 - Tubos para recolección de muestras
2. Mezclador de alta velocidad (si se cuenta con el)
3. Triturador Agri-Grind
4. Balanza capaz de pesar 5 – 50 gramos
5. Lector de pocillos con un filtro de 650 nm
6. Pipeta de 12 canales
7. pipeta de 100 μ l
8. puntas para pipetas de 100 μ l y pipetas de 12 canales
9. toallas de papel o de un material absorbente equivalente
10. Cubo de plástico para utilizarlo como recipiente de desechos
11. Soporte de pocillos
12. Cronómetro
13. marcador resistente al agua.
14. 2 cubetas de reactivo para pipeta de 12 canales
15. agua destilada o desionizada

3.2.3. OTROS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Entre estos materiales usados durante la investigación se encuentran bolsas de plástico de 2 lb, hielera, bata, cuaderno de apuntes

3.3. EQUIPO DE ELISA

Lector de ELISA marca Human, Lavador de placas de ELISA marca Human, Set de pipetas de diferentes volúmenes.

3.4. EQUIPO DE HUMEDAD TOTAL

Estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70 °C, Balanza analítica, Desecador de gabinete con su desecante pinza tipo tijera de metal, termómetro graduado de 0-150 °C, caja de aluminio para análisis de Humedad.

3.5 METODOLOGIA DE CAMPO.

La investigación consto de tres fases que comprenden: fase de caracterización del manejo de materias primas en las fábricas, fase de muestreo, fase de laboratorio.

3.5.1. FASE DE CARACTERIZACION DEL MANEJO DE MATERIAS PRIMAS EN LAS FÁBRICAS.

Esta fase se realizo en un periodo de tiempo de seis meses en todo el estudio, inicialmente se recolecto información por medio de una encuesta, que estaba elaborada y orientada a la limpieza, desinfección, manipulación y almacenaje en las fábricas tomándose en cuenta los factores biológicos, ambientales y físico-químicos, que influyen en la aparición de hongos que producen aflatoxinas; en donde los biológicos, incluye presencia de roedores que quiebran granos; ambientales tales como temperatura del lugar, humedad y aire; físico-químicos, como pH se considera que *A. Flavus* y *A. parasiticus* crecen en un rango de pH óptimo entre 3.42 y 5.47, temperatura de maíz 10-25°C ideal para almacenar, humedad del maíz ideal 12.5% para almacenar, esto con el fin de identificar puntos donde hay malos manejos dentro de las fabricas que ayuden a indagar sobre como brindar un mejor control de estos factores y permita orientar hacia medidas preventivas que disminuyan las aflatoxinas en las materias primas.

3.5.2. FASE DE MUESTREO.

La fase de muestreo se extendió en seis meses, el muestreo fue en el maíz amarillo importado para elaborar concentrados por las distintas fabricas, donde se observo la presencia de aflatoxinas y se cuantifico; debido a que el maíz lo almacenan en sacos; el procedimiento consto de sacar la muestra de 1 libra de la parte central del saco, tomando en cuenta que la temperatura ambiente, el aire y la humedad del ambiente podían afectar la muestra, esta al ser obtenida se peso, e inmediatamente se introdujo en una bolsa plástica y después se deposito en un embalaje secundario que no permita la entrada de calor, humedad o aire. Se procedió a la toma de 10 muestras de 1 libra, por cada una de las 4 fábricas que son consideradas cada una como los tratamientos, donde se espera ver el efecto por el manejo reflejado en los niveles de aflatoxinas; haciendo un total de 40 muestras, cantidad a la que está limitada el kit ELISA Veratox pues solo cuenta con reactivos para 40 análisis.

3.6 FASE DE LABORATORIO.

3.6.1. PREPARACION DE LA MUESTRA Y OBTENCION DEL EXTRACTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ELISA

La recolección de la muestra que se analice se hace según técnicas de muestreo aceptadas y analizada el mismo día. La muestra se tritura y mezcla bien antes de iniciar la obtención del extracto. Almacenando las muestras a 2- 8 grados centígrados hasta que se analizaran. Para preparar la solución, se hace obtención del extracto se procede según lo siguiente:

1. Se obtiene una solución de metanol al 70% mezclando 7 partes de metanol de calidad ACS con 3 partes de agua destilada o desionizada por cada muestra que se analice.
2. Se obtiene una muestra representativa. Esta es triturada de manera que al menos un 75% del material triturado pase a

través de un tamiz de malla 20, con partículas cuyo tamaño sean como las de un café instantáneo de grano fino.

3. Se agita enérgicamente durante 3 minutos, a mano, 50 gramos de muestra triturada con 25 ml de metanol al 70%.

Usando el Método AOAC se agita enérgicamente durante 3 minutos, con una mano, 50 gramos de muestra triturada con 250ml de metanol al 70%.

4. Se Filtra el extracto, vertiendo al menos 5 ml a través de un filtro whatman numero 1 (o una jeringuilla filtrante) y se recoge el liquido filtrado como muestra.
5. Después de lo anterior la muestra ya está lista para el análisis.

3.6.2 NOTAS DE PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR PRUEBA DE ELISA

1. Sustrato azul K -Blue El color de este debe oscilar entre transparente y azul claro; se vierte solo el volumen necesario de sustrato en una cubeta de reactivo. Se cubre la cubeta de reactivo para proteger el sustrato de los efectos de la luz hasta que se necesite.
2. Pocillos de anticuerpos: estos pocillos se mantienen sellados en la bolsa de papel metálico hasta que se necesiten. Extrayendo los pocillos de la bolsa de papel metálico solo después de obtener los extractos de las muestras y cuando el procedimiento de análisis esté listo.

3.6.3. PROCEDIMIENTO ANALÍTICO DE PRUEBA DE ELISA

Todos los reactivos se llevan a temperatura ambiente (18-30°C, 64-86°F) antes de ser utilizados.

1. Retirar un pocillo de mezclar marcado en rojo por cada muestra que deba analizarse mas 4 pocillos marcados de

color rojo para los controles y se debe colocar en el soporte de pocillos.

2. Retirar la misma cantidad de pocillos con revestimiento de anticuerpo. Devuelva los pocillos de anticuerpos que se vayan a utilizar inmediatamente al paquete de papel metálico con desecante. Cerrar el paquete de papel metálico para proteger el anticuerpo. Se marca un extremo de la tira reactiva con un "1" y este se coloca en el soporte de pocillo con el extremo marcado a la izquierda.
3. Mezcle cada reactivo agitando enérgicamente el frasco antes de utilizarlo.
Vierta 100µl del conjugado procedente del frasco con la etiqueta azul en cada pocillo de mezclar marcado en rojo.
4. Mediante una nueva punta de pipeta para cada uno, se trasfiera 100 µl de los controles y muestras a los pocillos de mezclar marcados en rojo.
5. Mediante una pipeta de 12 canales, se mezcla el líquido de los pocillos pipeteándolos hacia arriba y hacia abajo tres veces. Se trasfiere 100 µl a los pocillos con revestimiento de anticuerpos. Desechando los pocillos de mezclar marcados con rojo.
6. Fijando el cronómetro en 2 minutos, mezclar los pocillos en los primeros 10 - 20 segundos de las incubaciones a temperatura ambiente; para ello, deslice el soporte de los pocillos hacia atrás y hacia delante sobre una superficie plana, sin derramar los reactivos que los pocillos contienen.
7. Agitar los pocillos de anticuerpos para vaciar su contenido. Llène los pocillos con agua destilada o desionizada y luego vacíelos. Repita esta operación 5 veces, luego invierta los pocillos y golpéelos ligeramente sobre una toalla de papel, hasta extraer el agua restante.

8. Vierta el volumen necesario de sustrato procedente del frasco con etiqueta verde en la cubeta del reactivo con etiqueta verde.
9. Con una pipeta de 12 canales con puntas nuevas, pipetee 100 μ l de sustrato en los pocillos.
10. Fije el cronometro en 3 minutos y mezcle los pocillos durante los primeros 10 – 20 segundos deslizando el soporte de los pocillos hacia tras y hacia delante sobre una superficie plana. Deseche el sustrato restante y enjuague la cubeta de reactivo con agua.
11. Vierta la solución “Red Stop” procedente del frasco con etiqueta roja en la cubeta de reactivo con etiqueta roja.
12. Expulse el sustrato sobrante de la pipeta de 12 canales. pipetee 100 μ l de reactivo “Red Stop” en cada pocillo. mezcle deslizando hacia atrás y hacia delante sobre una superficie plana. Deseche las puntas.
13. Pase una toalla o un paño seco en el fondo de los pocillos y lea el resultado en un lector de pocillos utilizando un filtro de 650nm. Elimine las burbujas de aire, porque podrían perjudicar los resultados analíticos, los resultados deberán leerse dentro de los 20 minutos siguientes a la adición de “Red Stop”.
14. lea y calcule los resultados con el lector de pocillos. calcule los resultados con un software.

3.6.4. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD TOTAL.

- Deberá calentarse a 105°C la estufa corriente y colocando las cajas de aluminio durante un período de 2 horas. Enfriarla en desecador durante 30 minutos, pesarla en balanza analítica (anotar el peso).

- En la misma caja pesarle \pm dos gramos de muestra previamente homogenizada (anotar el peso).
- Se colocara destapada la caja de aluminio más la muestra en la estufa de vacío, previamente calentada, a 105°C, durante 5 horas. Ajústese bien la presión del vacío.
- Se retirara la caja de la estufa, ya tapada, se colocara en desecador para que enfríe durante 30 minutos (anotar el peso).

3.7. METODOLOGIA ESTADISTICA.

3.7.1. DISEÑO ESTADISTICO.

El diseño estadístico que se utilizo en la investigación, fue un diseño completamente al azar, analizando 4 tratamientos que son cada una de las 4 fábricas, que producen un efecto diferente en maíz amarillo, midiendo este efecto en el nivel de aflatoxinas, de esta materia prima para concentrado de cerdos, con 10 repeticiones en cada fabrica.

Donde 1 saco de 100lbs. Formara cada unidad experimental (10 sacos de 100lbs en cada día de muestreo con un total de 40 sacos). A los tratamientos con efecto significativo se les aplico la prueba de Tukey) con un nivel de significancia del $\alpha=0.01$ para determinar el mejor tratamiento.

3.7.2. MODELO MATEMATICO

$$Y_{ij} = \mu + \tilde{I}_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Cualquier observación del tratamiento.

μ = Media Experimental

\tilde{I}_i = Efecto de cualquiera de los tratamiento ("i")

ϵ_{ij} = Error Experimental de la celda (i, j)

i = 1, 2, 3..., a = número de tratamientos.

j = 1, 2, 3..., r = número de repeticiones de cada tratamiento.

CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA (ANVA).

fuentes de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	frecuencia calculada
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Tratamiento	4-1=3	$1/n \sum Y_i^2 - Y^2 \dots / na$	S.C.tx/a-1	C.M.tx/C.
Error Experimental	39-3=36	S.C.total-S.C.tx	S.C.EE/a(n-1)	M.E.
TOTAL	40-1=39	$\sum \sum y^2_{ij} - y^2 \dots / ra$		

3.7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

T 1 = Fábrica 1; T 2 = Fábrica 2; T 3 = Fábrica 3; T 4 = Fábrica 4.

3.7.4. VARIABLES A MEDIR

Las variables a estudiar se describen a continuación:

- 1) El porcentaje de humedad en el maíz importado para la elaboración de concentrados de cerdos se medio por medio de la determinación de humedad total con la fórmula siguiente:

FORMULA PARA CALCULAR % DE HUMEDAD TOTAL

$$\% \text{ de humedad total} = \frac{\text{Pérdida de peso g.} \times 100}{\text{Peso de muestra g.}}$$

- 2) Presencia o Ausencia de aflatoxinas en maíz importado para la elaboración de concentrados de cerdos se determino mediante el análisis en laboratorio con la prueba de ELISA competitiva. Se observo la reacción de los conjugados del kit que solo se produce en presencia de Aflatoxina pues es especifica.
- 3) Aptitud del maíz para consumo del cerdo. Se calculo los resultados cuantificados en ppb. con el lector de pocillos para ELISA para verificar que estuviesen en los valores permisibles.
- 4) Temperatura en grados Celsius de las muestras de maíz al momento de obtención, se consiguió por medio de un termómetro de pincho que se introduce en el maíz.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

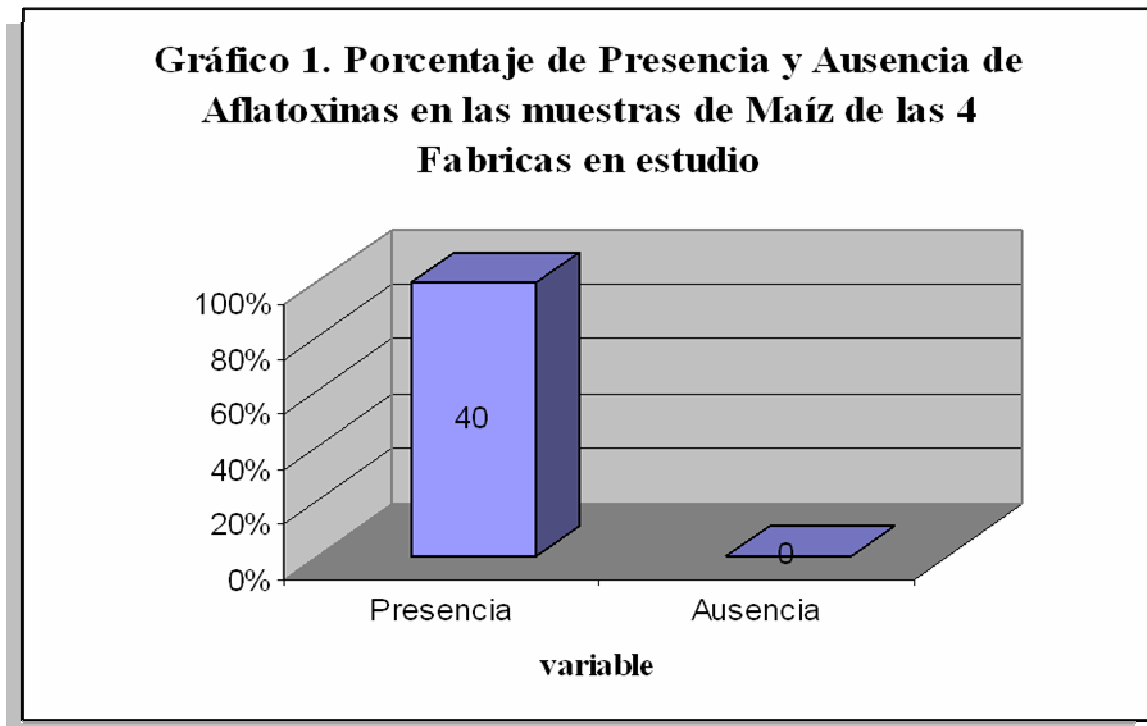
4.1. PRESENCIA O AUSENCIA DE AFLATOXINAS EN EL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS.

Se demostró estadísticamente por medio del ANVA para variable aflatoxinas que existe una diferencia significativa entre los 4 tratamientos que se evaluaron, (Cuadro A-1 y Tabla A-1) por lo tanto todas las fabricas tienen un efecto diferente con respecto a la presencia de aflatoxinas en maíz amarillo importado, además al observar los resultados de los análisis de la prueba de ELISA competitivo realizadas en el maíz, (Figura A -15; Figura A -16; Figura A -17; Figura A -18.). Que de las 40 muestras de maíz utilizada para elaborar concentrado de cerdos tomadas en las 4 fabricas, el 100% de estas resultaron positivas a la presencia de aflatoxinas (Tabla 1. y figura 3.). Esto posiblemente estuvo influenciado por factores tales como los que establece Denli y Pérez, (2006). El momento de la cosecha de maíz, manejo del grano, transporte, almacenamiento, factor biológico, como roedores, plagas que dañan el grano, el clima y factores físicos y químicos, que favorecen el desarrollo de los hongos que producen aflatoxinas. Viendo este nivel de contaminación del 100% en las muestras se recuerda lo citado por Devegowda (1998) en su investigación más del 25% de los granos del mundo están contaminados con micotoxinas y además esta cifra sigue creciendo.

Tabla 1. Resultados de las 40 muestras de Maíz analizadas con respecto a Presencia y Ausencia de Aflatoxinas.

Presencia de Aflatoxinas en Maíz	Ausencia de Aflatoxinas en Maíz
40	0

Figura 3.



4.2 APTITUD DEL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS SEGÚN EL NIVEL DE AFLATOXINAS CUANTIFICADO CON PRUEBA DE ELISA.

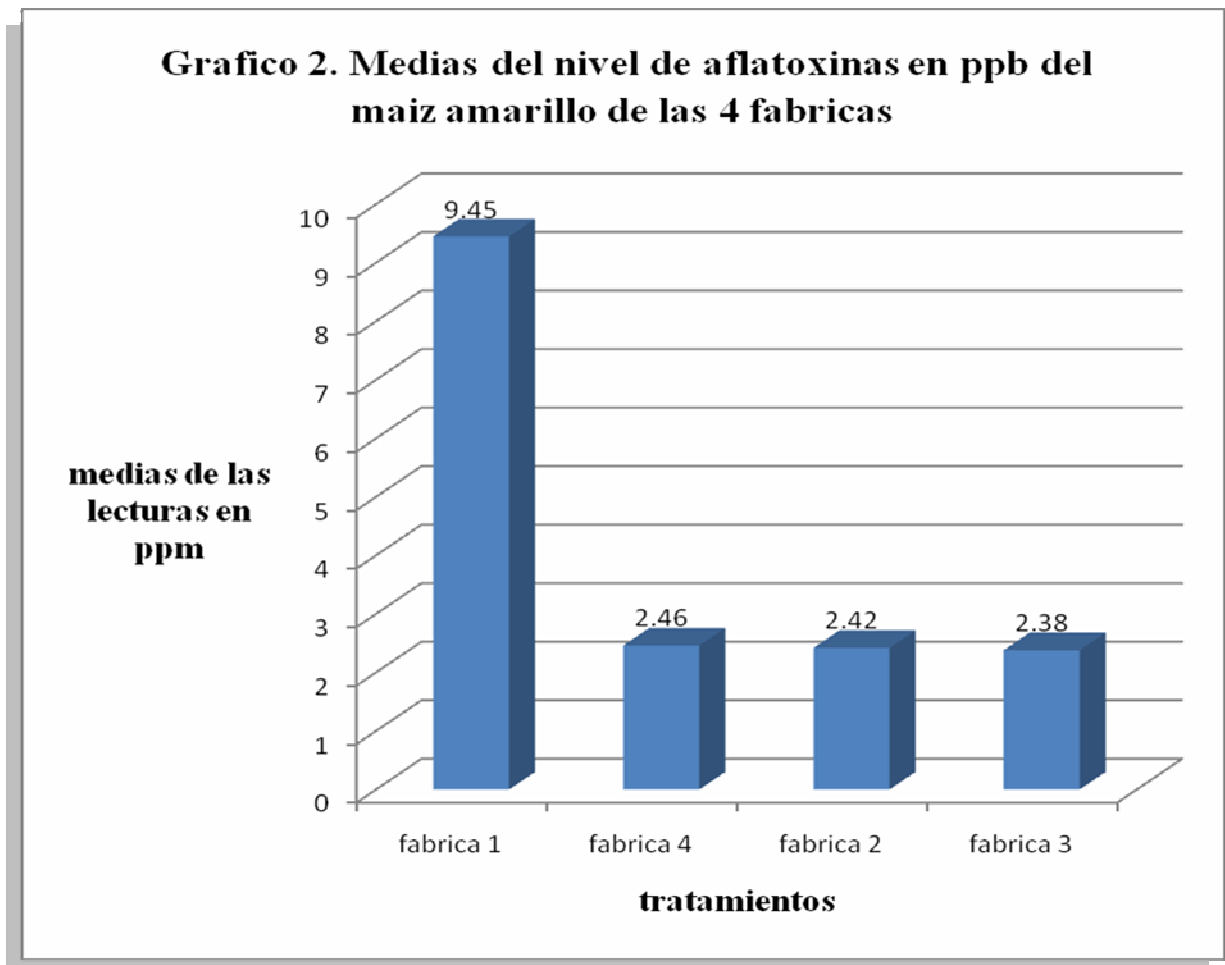
Se demostró estadísticamente para la variable aflatoxinas a un (α 1%) y con un f calculado de 31.69 y un F tablas de 4.38 que hay diferencias significativa entre los tratamientos, lo que quiere decir que existe uno o varios tratamientos o fábricas en estudio con los niveles más altos de aflatoxinas en el maíz que se importa para elaborar el concentrado de los cerdos, (Cuadro A-1 y Tabla A-1) siendo el tratamiento 1, es decir Fabrica 1, la que presentaba niveles mas altos de aflatoxinas como lo demuestra la prueba de Tukey, (Cuadro A-2) al mostrar la significancia de la media de este tratamiento, teniendo así las fabricas 2, 3 y 4 las Medias, (Tabla 2. y figura 4.). obtenidas con la prueba de ELISA de nivel de aflatoxinas en ppb más bajas. Esto debido posiblemente a la fuente donde se compro el maíz, que tuvo mejor manejo en la cosecha, eliminando mayor humedad del maíz, no

hubo fuente de contaminación con hongos en la manipulación y transporte, pero si algún mal manejo en la fábrica, por lo que se recalca Denli y Pérez, (2006). (Figura 2). Donde se ve los factores que afectan en el desarrollo de hongos, micotoxinas y la importancia del control de la cadena alimenticia. Y debido a que si se manifestó presencia de aflatoxinas se revisó la referencia que nos permite decir si es apto o no el maíz (Cuadro 1). Para usarse en concentrado, observándose que tiene niveles aceptables por estar debajo de 200ppb que es lo permitido mientras se trate de maíz para ser usado en cerdos de engorde de 100lb. Según Denli y Pérez (2006). Mencionan en su investigación que The Food and Drug Administración, (Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos), para el año 2000 dice que para piensos de animales, es decir cualquier especie lo permisible es 20ppb. En un saco de pienso. Por lo que debe decirse que si bien en el análisis cuantitativo hecho en el maíz de aflatoxinas la media más alta es de 9.45 correspondiendo a la fábrica 1, que representa la cantidad que posee una libra de maíz y si un concentrado de un quintal está representado en un 40% de maíz o 40lbs del mismo no quiere decir que al mezclarlo, no sobrepase las 20 ppb de un quintal (100lb.) considerando también que otras materias primas del concentrado son harinas que también pueden estar contaminadas con aflatoxinas.

Tabla 2. Medias obtenidas con la prueba de ELISA para aflatoxinas Representan el nivel de aflatoxinas en ppb de las muestras de maíz amarillo para las 4 fábricas.

Tratamientos	Medias de nivel de aflatoxinas en ppb.
Fábrica 1	9.45
Fábrica 2	2.42
Fábrica 3	2.38
Fábrica 4	2.46

Figura 4.



4.3 HUMEDAD TOTAL DE MUESTRAS DE MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS.

Según el análisis de varianza que se realizó para la variable Humedad (Cuadro A-3 y Tabla A-2) que se obtuvo del análisis de Humedad Total a las 40 muestras de maíz colectadas en 4 fábricas en estudio (Figuras, A -19; A -20; A -21; A -22), donde se usó un nivel de significancia (α 1%) y se obtuvo un F calculado de 14.42 y un F tablas de 4.38, lo que probó estadísticamente una diferencia significativa para esta variable, por lo se dice, que sí existe una diferencia entre los porcentajes de humedad total de las muestras de maíz de las 4 fábricas en estudio, siendo el Tratamiento 3, o Fábrica 3, con 15.999% la que tuvo medias de

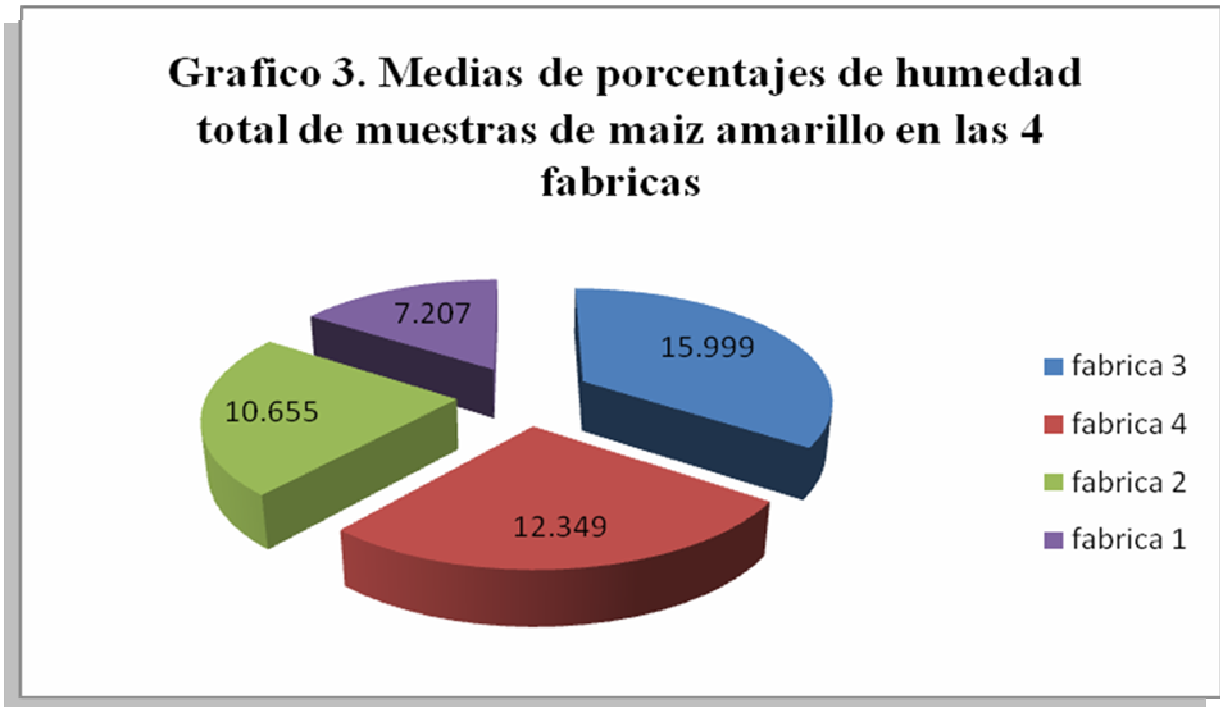
Humedad Total más altas, (Tabla 3 y figura 5) seguida de la fábrica 4, 1 y 2, como se demuestra en la prueba de Tukey, (Cuadro A-4). Peña (2010). Menciona que los mohos que producen aflatoxinas son oportunistas, y cuando la planta en el campo se debilita por insectos y falta de agua, los hongos aprovechan a entrar en la planta y proliferar, también menciona que en alimentos almacenados puede haber contaminación, aunque es menos frecuente y por ello antes de almacenarse debe someterse a un secado. Disminuyendo la humedad del maíz evitando uno de los factores predisponentes porque para el maíz se recomienda una humedad inferior a 16%.

Sin embargo, en estos países, la estación de verano es acompañada por altas condiciones de humedad, que favorecen la formación de otras micotoxinas como Zearalenona, Vomitoxina, toxina T-2 Ocratoxina, etc. No se considera que las aflatoxinas sean un problema en regiones frías. Se debe tener cuidado en estas regiones con los alimentos importados, provenientes de climas cálidos y húmedos. (Devegowda .2009)

Tabla 3. Medias obtenidas del porcentaje de humedad de maíz amarillo para las 4 fábricas.

Tratamientos	Medias de porcentaje de Humedad Total
Fábrica 1	7.207 %
Fábrica 2	10.655 %
Fábrica 3	15.999 %
Fábrica 4	12.349 %

Figura 5.



4.4 TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS DEL MAÍZ IMPORTADO PARA ELABORAR CONCENTRADO DE CERDOS EN LAS 4 FÁBRICAS AL MOMENTO DE TOMA DE MUESTRA.

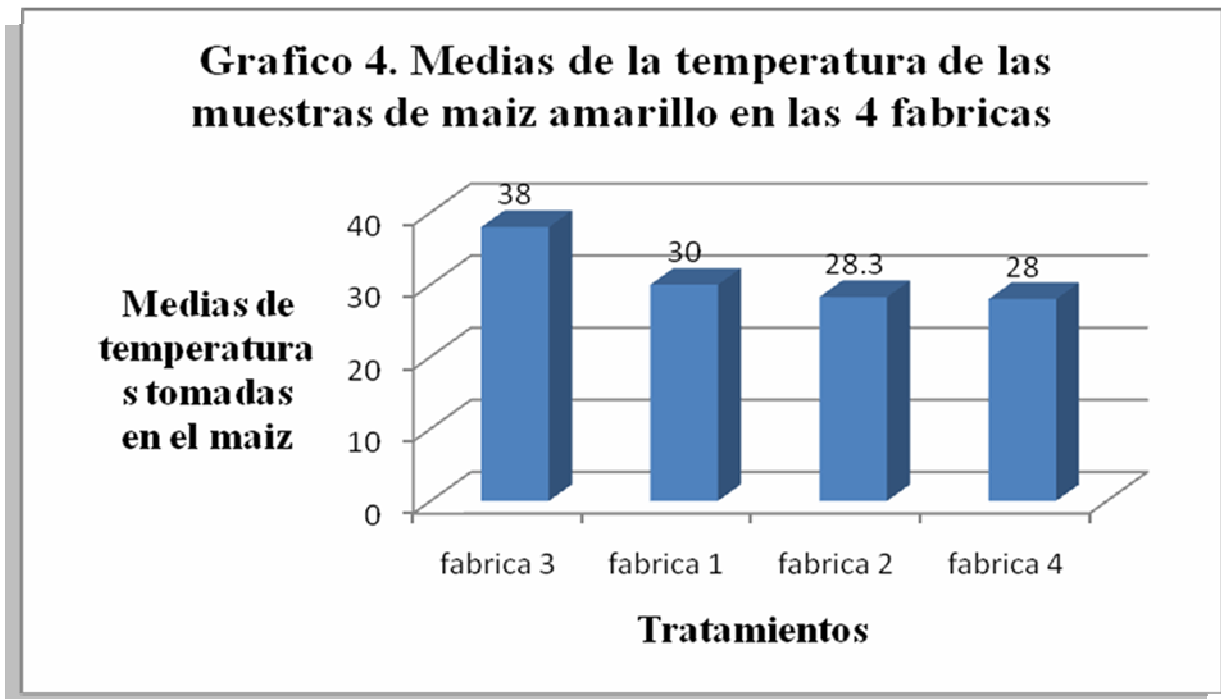
Según el análisis de varianza que se realizó para la variable temperatura (Cuadro A-5 y Tabla A-3.) que se tomó a las 40 muestras de maíz en el momento de la colecta, donde se usó un nivel de significancia (α 1%) y con un F calculado de 3786.71 y un F tablas de 4.38, lo que probó estadísticamente una diferencia significativa, podemos decir que hay una verdadera diferencia entre las temperaturas de las muestras de maíz de las 4 fábricas en estudio, siendo el Tratamiento 3, o Fábrica 3, la que tuvo medias de temperatura más altas, (Tabla 4 y figura 6) seguida de la fábrica 1, 2 y 4, teniendo esta una significancia de la comparación de medias de 10, como se demuestra en la prueba de Tukey, (Cuadro A-6) lo anterior se debe a que en el momento en que se recolectaron las muestras de maíz de la fábrica 3 el grano de la muestra fue molido en ese momento y la fricción que hace el grano al molerse gracias al molino, provoco que este se calentara, dando

una temperatura de 38C°. sin embargo no fue de esta manera en el caso de la fábrica 1,2 y 4. que si se encontraba en reposo porque ya estaba molido, en tal caso se puede seguir apreciando una diferencia de temperatura entre las medias (Tabla 4). Con lo anterior podemos decir que la temperatura si puede influir en la presencia de aflatoxinas; como lo menciona Devegowda (2009). Las aflatoxinas, se encuentran en condiciones cálidas, como las que existen en los países de Latinoamérica (El Salvador), Asia y África, así como en ciertas partes de Australia. Además Peña (2010). Dice la contaminación por micotoxinas es común en el campo Los mohos de *Aspergillus* crecen bajo temperatura entre los 25° a 35C°. También nos dice que se evite el crecimiento almacenando el maíz en temperatura relativa entre 20 y 25C° lo que se logra en el almacén con suficiente ventilación. Con esto podemos ver que posiblemente ninguna fábrica cuenta con condiciones que mantengan el maíz en condiciones frescas para almacenamiento por lo que se obtuvieron valores de temperatura muy altos.

Tabla 4. Medias obtenidas de la Temperatura en grados Celsius para el maíz amarillo de las 4 fábricas.

Tratamientos	Medias de Temperatura en grados Celsius
Fábrica 1	30°C
Fábrica 2	28.3°C
Fábrica 3	38°C
Fábrica 4	28°C

Figura 6.



4.5 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO, NIVEL DE AFLATOXINAS EN PPB; PORCENTAJE DE HUEMDAD TOTAL Y TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS PARA EL MAÍZ AMARILLO DE LAS 4 FÁBRICAS.

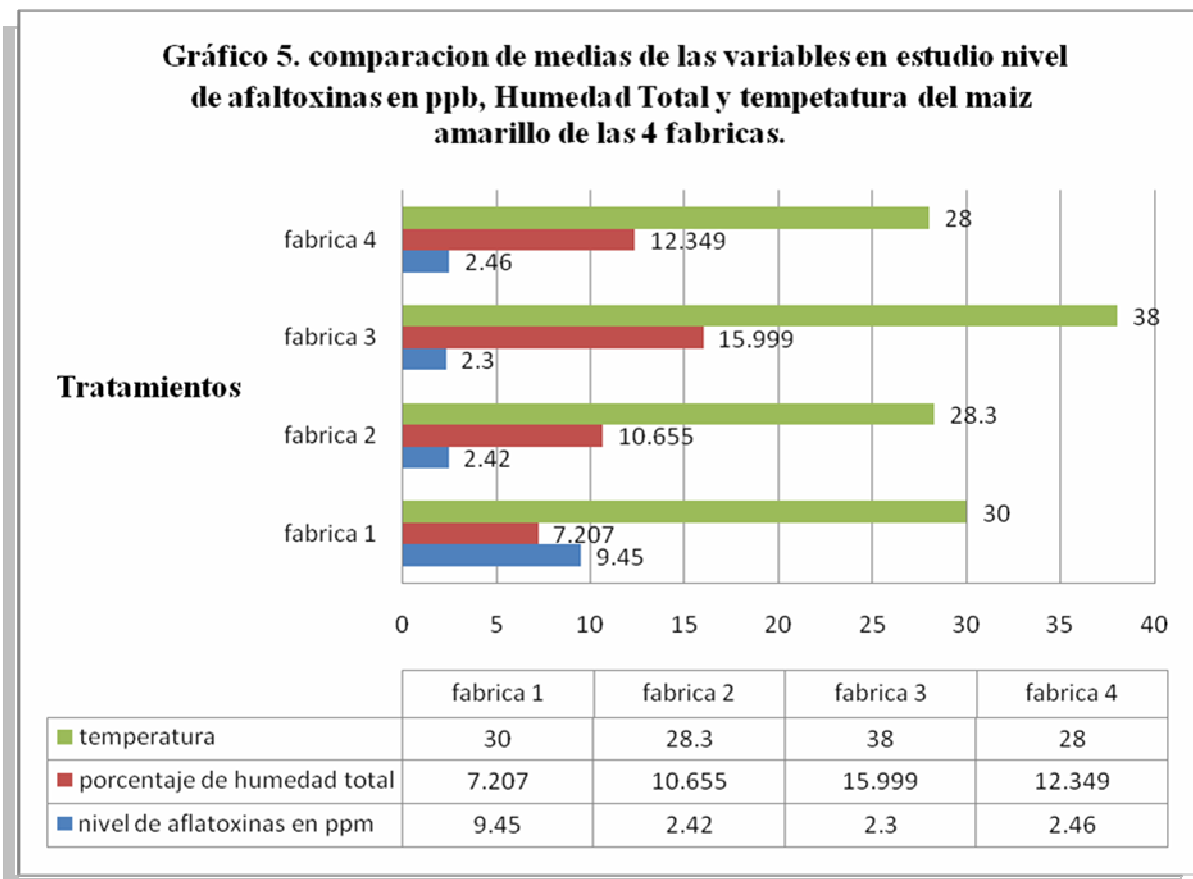
Teniendo los análisis estadísticos arrojados por los ANVA para las variables nivel de aflatoxinas en ppb; porcentaje de Humedad Total y Temperatura en grados Celsius (Cuadro A-1; Cuadro A-3; Cuadro A-5) para el maíz amarillo de las 4 fábricas, los cuales fueron sinificativos, usando las medias de estas variables (tabla 5). Se realizo una comparación de estos datos (Fiura 7). En el cual se observa como interactua las variables Humedad Total, Temperatura en grados Celsius con el nivel de aflatoxinas en ppb, presentes en el maíz, para este caso debe recordarse como se vio en el punto (4.3) de esta investiación, como aparece lo descrito por Peña (2010). Para el maíz se recomienda una humedad inferior a 16%. Y en cuanto a la variable Humedad Total, aunque se

obtuvieron datos sinificativos, en ninguna fábrica se sobrepaso en cuanto a sus medias al 16%. Entendiendose que el Maíz tenia un porcentaje de humedad aceptable. Por otro lado el numeral (4.4). Peña (2010). Menciona que los Mohos de *Asperguillus* crecen bajo temperatura entre los 25° a 35°C. Para la variable Temperatura en grados Celsius en las cuatro fábricas, a excepción de la fábrica 3. Con un temperatura media 38°C. La cual se considera bastante alta, fue registrada asi, por efectos de procesamiento, como ya se explico anteriormente. Pero si se observa una variación significativa a tomar en cuenta puesto que en la (figura 7), se aprecia mayor nivel de aflatoxinas en ppb, cuando la temperatura es mas alta; siendo la fábrica 1, con medias de 30°C. La que tiene mayor nivel de aflatoxinas con medias de 9.45ppb en cuanto a la fábrica 3. Aunque la temperatura fue alta no se afecto mas el desarrollo de las aflatoxinas, porque seguramente el maíz fue bien manejado desde su lugar de origen pues presenta el nivel de aflatoxinas más bajo con 2.3 ppb. Y ahora con respecto a la presencia de las aflatoxinas en la muestras, Requena (2005). Hace hincapié en que son numerosos los factores que influyen en la contaminación y que puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la cosecha, recolección, almacenaje, transporte, elaboración y conservación. Por utimo cabe destacar lo descrito por Peña (2010). Donde habla sobre como mantener los factores predisponentes como son Temperatura y Humedad del maíz en niveles óptimos para disminuir la aparición de aflatoxinas son bastante fiables pues, con solo mantener el maíz por debajo de 16% de humedad el nivel de aflatoxinas se redujo bastante.

Tabla 5. Medias obtenidas de las variables en estudio de nivel de aflatoxinas en ppb; porcentaje de Humedad Total y Temperatura en grados Celsius para el maíz amarillo de las 4 fábricas.

Tratamientos	Medias de nivel de aflatoxinas en ppb.	Medias de porcentaje de Humedad Total	Medias de Temperatura en grados Celsius
Fábrica 1	9.45	7.207 %	30°C
Fábrica 2	2.42	10.655 %	28.3°C
Fábrica 3	2.38	15.999 %	38°C
Fábrica 4	2.46	12.349 %	28°C

Figura 7.



4.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE ENCUESTA PARA FÁBRICAS DE CONCENTRADO

En esta investigación sobre determinación de aflatoxinas en maíz importado para elaborar concentrado de cerdos manufacturado por fábricas ubicadas en tres departamentos de El Salvador, que son Cabañas, Sonsonate y la Libertad, se realizó una encuesta en cada fábrica, con el propósito de caracterizar el manejo de las materias primas, desde que las obtienen las fábricas hasta que elaboran el concentrado. (Figura A -26).

4.6.1. DATOS DE LA ZONA

Apreciando los resultados de estas encuestas en cuanto a los datos de la zona (Figura A -26). Obtuvimos la ubicación que se puede apreciar en numeral 3.1. Descripción de la zona de estudio, donde aparecen las direcciones de las 4 fábricas, 3 de estas están en zonas rurales correspondientes a la número 2, 3, 4 y una en zona urbana que corresponde a la número 1, en estos lugares de estudio los propietarios no manejan datos ambientales de su propiedad.

4.6.2. MANEJO DE MATERIA PRIMA Y CONCENTRADO

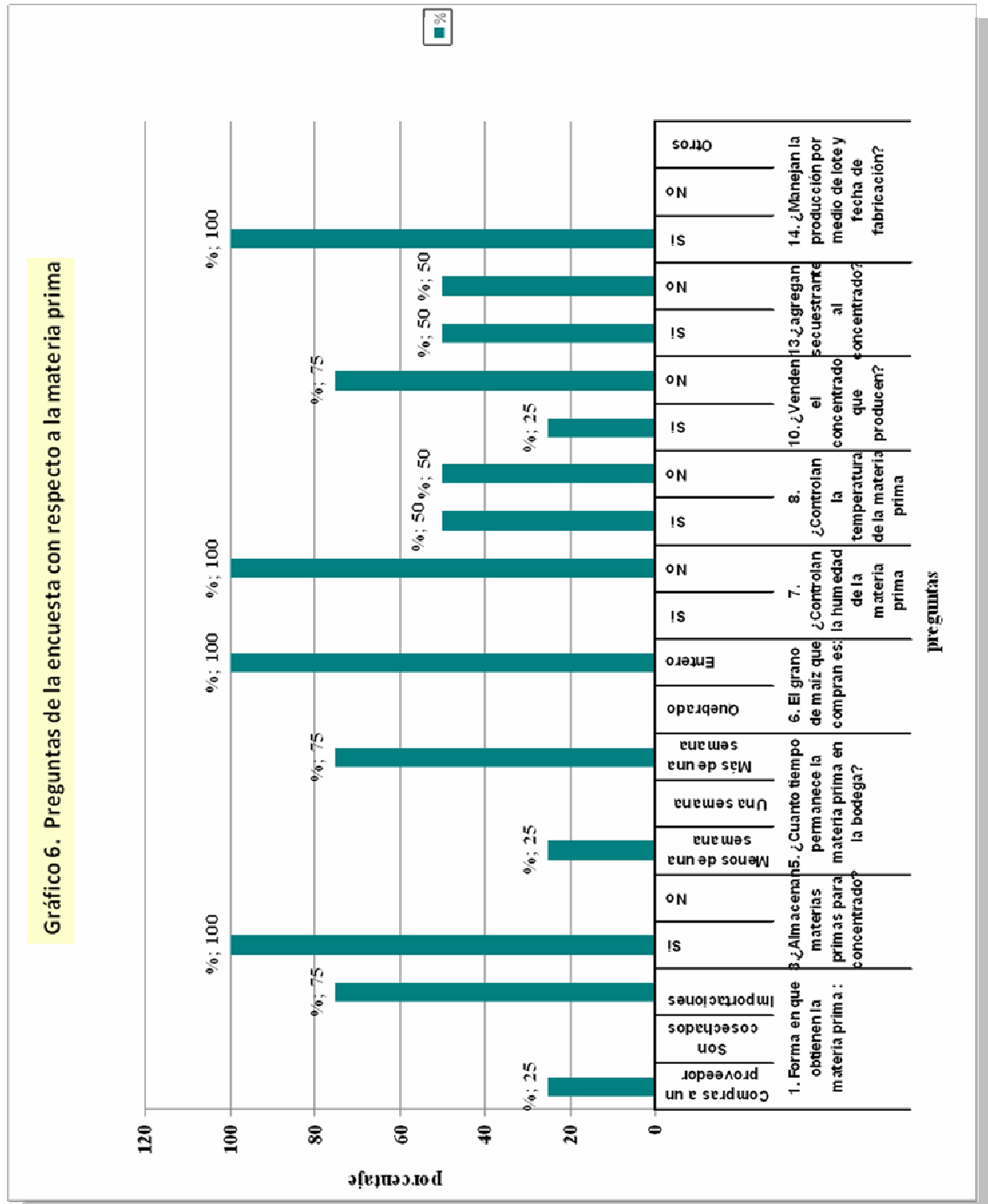
En cuanto a los datos obtenidos referidos al apartado de Materia prima. Podemos darnos cuenta que el 75% de las fábricas obtiene su materia prima de importaciones, y un 25% la obtiene por medio de un proveedor nacional según la pregunta 1. (Cuadro 3; figura 8); pregunta 2, las materias primas que compran son (afrecho, maíz amarillo, soya, sémola de maíz, carbonato de calcio, melaza, pulido de arroz, y minerales), en todas fábricas almacenan las materias primas previas a la elaboración en un 100% como lo vemos en la pregunta 3. Además el tiempo en que permanecen las materias primas en bodega es más de una semana antes de su utilización en un 75% y solo en un 25% menos de una semana, ver pregunta 5. (Cuadro 3; figura 8); pregunta 4; la cantidad de materia prima que almacenan va desde 200qq hasta 12 toneladas siendo la fábrica 1 la que mas almacena; pregunta 6. El grano de

maíz que compran las fábricas es entero en un 100%; pregunta 7, las fábricas no le controlan la humedad al grano en un 100%; pregunta 8. La temperatura de la materia prima solo la controlan el 50% de las fábricas mientras que el otro 50% no lo hace. (Cuadro 3; figura 8); la cantidad diaria de concentrado que producen las fábricas va de 20 hasta 400qq. Pregunta 9; el concentrado que producen las fábricas es vendido solo por el 25% de estas mientras que el otro 75% dice que es solo para su consumo ver pregunta 10; la fábrica que vende concentrado tienen un promedio de 50 clientes al mes; pregunta 13, en la elaboración del concentrado solo el 50% de las fábricas agrega secuestrantes que son la número 1 y la 3, mientras el otro 50% no agrega secuestrantes al concentrado; pregunta 14, el 100% de las fábricas maneja su producción de concentrado por medio de fecha de fabricación.

Cuadro 3. Preguntas de la encuesta con respecto a la materia prima.

Preguntas	Respuestas	%
1. La forma en que obtienen la materia prima es por	Compras a un proveedor nacional	25
	Son cosechados dentro de la empresa	
	Importaciones	75
3. ¿Almacenan materias primas previas a la elaboración de concentrado?	Si	100
	No	
5. ¿Cuanto tiempo permanece la materia prima en la bodega?	Menos de una semana	25
	Una semana	
	Más de una semana	75
6. El grano de maíz que compran es:	Quebrado	
	Entero	100
7. ¿Controlan el porcentaje de humedad al comprar la materia prima?	Si	
	No	100
8. ¿Controlan la temperatura al comprar la materia prima?	Si	50
	No	50
10. ¿Venden el concentrado que producen?	Si	25
	No	75
13. ¿En la elaboración del concentrado agregan secuestrantes?	Si	50
	No	50
14. ¿Manejan la producción por medio de lote y fecha de fabricación?	Si	100
	No	
	Otros	

Figura 8.



4. 6. 3. BODEGAJE

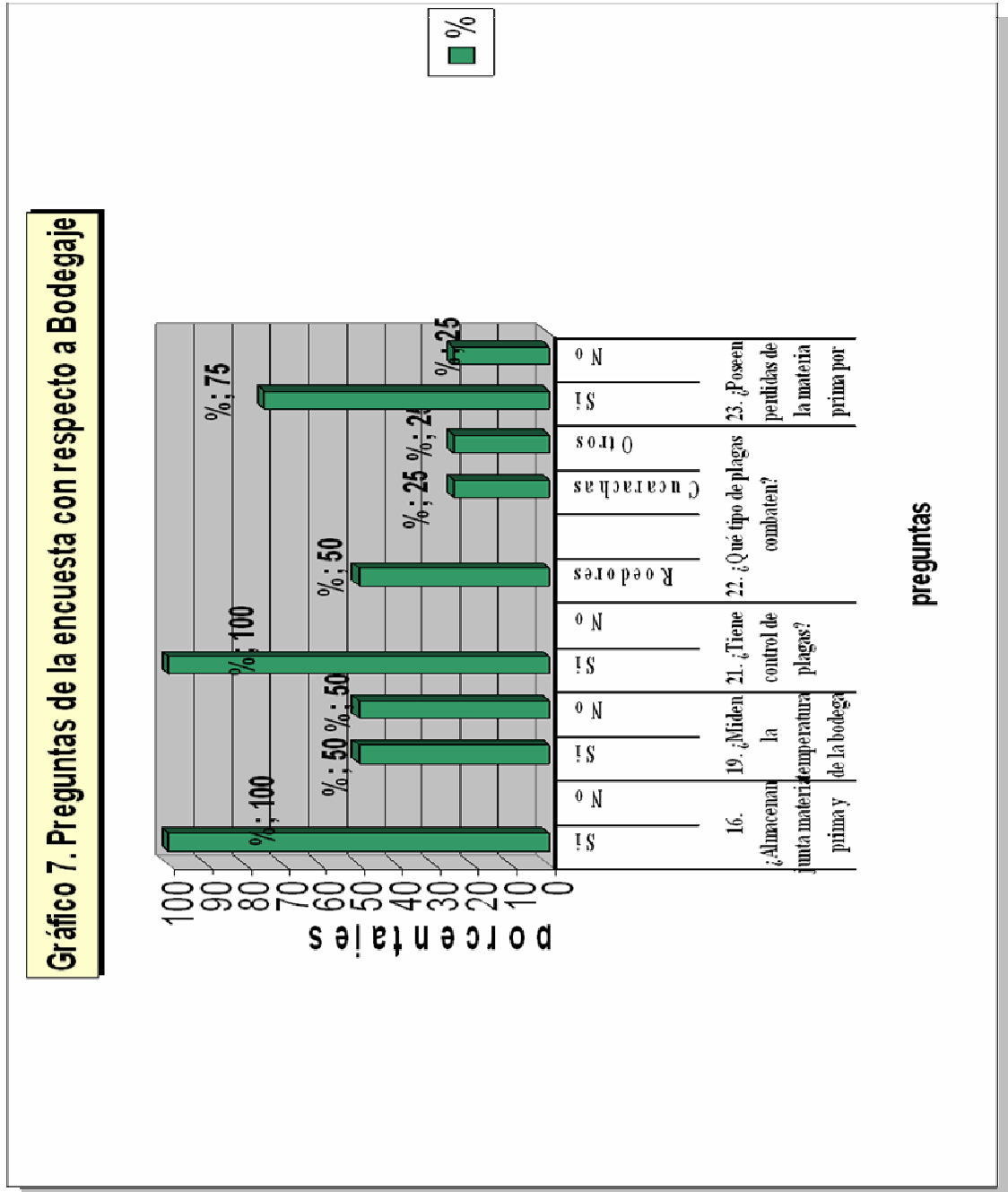
El apartado bodegaje de la encuesta en su segunda página (Figura A -26). Pregunta 15, la bodega en los sitios de estudio se encuentra dentro de la fábrica de concentrados, por lo que está rodeado de todos los elementos con los que elaboran el concentrado, a excepción de la fábrica que almacena las materias primas en una especie de silos, aunque siempre dentro de la fábrica. Pregunta 16, el 100% de las fábricas del estudio almacena la materia prima y el concentrado en el mismo lugar, dentro de la fábrica. (Cuadro 4; figura 9). Pregunta 17, solo la fábrica uno nos dijo que el área asignada para la materia prima de los silos es para 120qq. Por silo, y la fábrica 2, menciona que son 400 mts², por otro lado la fábrica 3 y 4 no pudieron darnos este dato. Pregunta 18, las dimensiones asignadas para el concentrado en la fábrica 1 es igual que para la materia prima 120qq; así también en la fábrica 2 el área asignada es de 400 mts², mientras la fábrica 3 y 4 no lo reportan. Pregunta 19, el 50% de las fábricas controla solo la temperatura ambiental de de la bodega pero no controlan la humedad haciéndolo así solo la fábrica 1 y 3, la fabrica 2 y 4 no tienen ninguno de estos controles. Pregunta 18, la fábrica 1 reporta la temperatura promedio de 30 grados centígrados, al igual que la fábrica 3; la fábrica 2 nos dicen que su temperatura promedio es según la temperatura de la zona. Que es del tipo tierra caliente; la temperatura de fábrica 4 es mas fluctuante, pues de tierras frías y templadas según MOP monografías del departamento de Cabañas y La Libertad (1982). Pregunta 21, el 100% de las fábricas tiene un control de plagas. Entre las plagas que más combaten están los roedores representando el 50%, seguido de cucarachas con 25% y tenemos otros, como gorgojos y escarabajos con un 25%. Pregunta 23, el 75% de las fábricas tiene perdidas por plaga mientras el 25% que representa la fábrica 1, que asegura que no tienen perdidas de materia prima por plagas. Pregunta 24 las fábricas de concentrado

están ubicadas, alrededor de las instalaciones para los cerdos. Pregunta 25, las fábrica 1 y 2, realizan la limpieza antes de comenzar la manufacturación de concentrado y al terminar, la fábrica 3 y 4 solo lo hace al terminar. Pregunta 26, la limpieza semanal que hacen estas fábricas según los datos es de la siguiente forma, la fábrica 1, realiza limpieza diaria, la fábrica 2 realiza la limpieza por cada 10qq. Manufacturado porque ellos venden su concentrado, la fábrica 3 menciona que lo hacen una vez por semana, la fábrica 4 cada 15 días.

Cuadro 4. Preguntas de la encuesta con respecto a bodegaje.

Preguntas	Respuestas	%
16. ¿Almacenan la materia prima y el concentrado en el mismo lugar?	Si	100
	No	
19. ¿Utilizan termómetro ambiental para medir la temperatura interna de la bodega y miden el porcentaje de humedad?	Si	50
	No	50
21. ¿Tiene control de plagas?	Si	100
	No	
22. ¿Qué tipo de plagas combaten?	Roedores	50
	Cucarachas	25
	Otros insectos	25
23. ¿Poseen perdidas de la materia prima por plagas?	Si	75
	No	25

Figura 9.



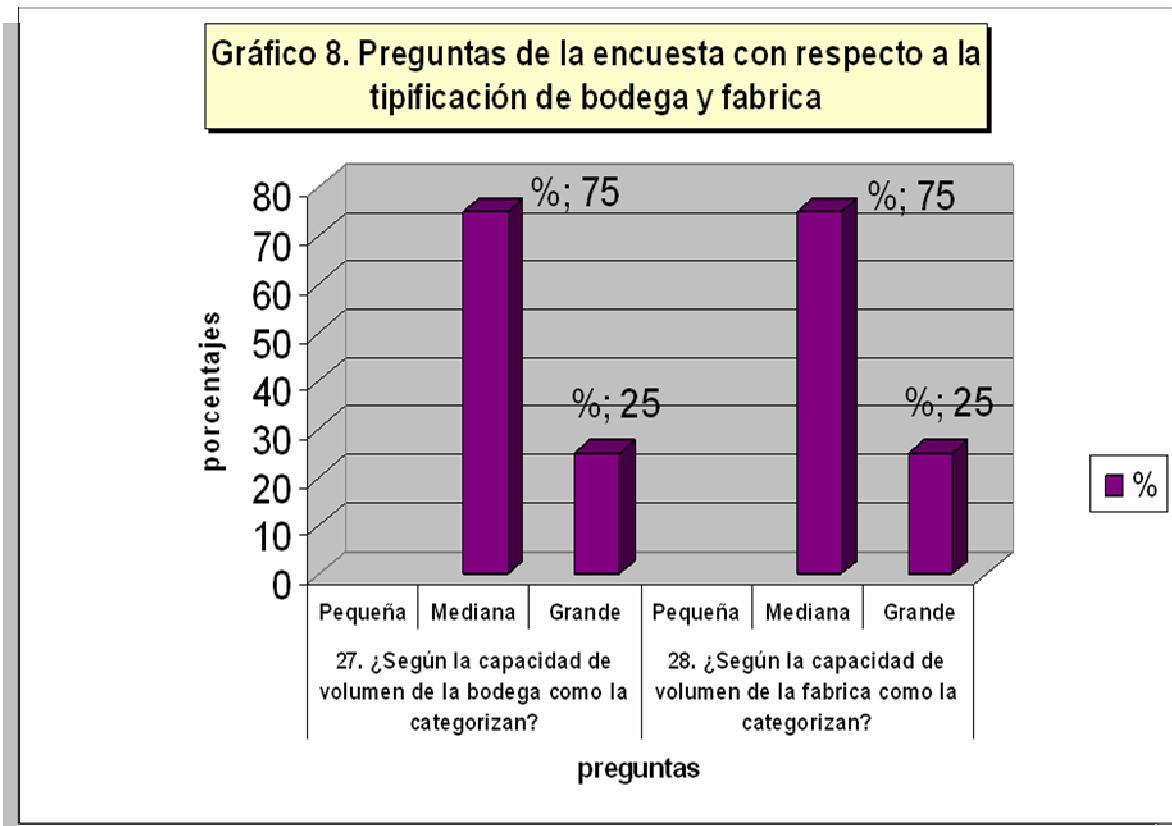
4.6.4. TIPIFICACIÓN DE BODEGA Y FÁBRICA

Pregunta 27, La capacidad de volumen de la bodega de las Fábricas 2, 3 y 4 es mediana representando el 75%, mientras el 25% lo representa la fábrica 1, la cual se categoriza como grande. (Cuadro 5; figura 10). Pregunta 28, la capacidad de volumen de la fábrica es idéntico que para la pregunta 27; pues el 75% lo representa la capacidad mediana y el 25% es Grande recordando que la fabrica 1, produce 100qq diarios de concentrado. Para las preguntas 29 y 30 tanto los techos de bodega y fábrica son de lámina, muros de ladrillos y el suelo es tierra, a excepción de la Fábrica 2, que en ambas estructuras ó Bodega y fábrica el suelo es de concreto. Pregunta 31, Fábrica 1 tiene Micro y Macro Mezcladoras para 20qq, la fábrica 2 utiliza, tres Mezcladoras Horizontales, fábrica 3 tiene dos mezcladoras de Paleta o Cinta; fábrica 4, tiene dos Mezcladoras horizontales. Pregunta 32, la fábrica 1, pesa la materia prima en báscula digital; Fábrica 2, 3 y 4 Utiliza una báscula de plataforma. Pregunta 33. Las Fábricas en general tienen Molinos de martillo

Cuadro 5. Preguntas de la encuesta con respecto a la tipificación de bodega y fábrica.

Preguntas	Respuestas	%
27. ¿Según la capacidad de volumen de la bodega como la categorizan?	Pequeña	
	Mediana	75
	Grande	25
28. ¿Según la capacidad de volumen de la fábrica como la categorizan?	Pequeña	
	Mediana	75
	Grande	25

Figura 10.



Cuadro 6. Cuadro resumen con preguntas de la encuesta que proporcionan información sobre los factores predisponentes a la contaminación con aflatoxinas

Preguntas	Respuestas	%
1. La forma en que obtienen la materia prima es por	Compras a un proveedor nacional	25
	Son cosechados dentro de la empresa	0
	Importaciones	75
3. ¿Almacenan materias primas previas a la elaboración de concentrado?	Si	100
	No	0
5. ¿Cuánto tiempo permanece la materia prima en la bodega?	Menos de una semana	25
	Una semana	0
	Más de una semana	75
6. El grano de maíz que compran es:	Quebrado	0
	Entero	100
7. ¿Controlan el porcentaje de humedad al comprar la materia prima?	Si	0
	No	100
8. ¿Controlan la temperatura al comprar la materia prima?	Si	50
	No	50
13. ¿En la elaboración del concentrado agregan secuestrantes?	Si	50
	No	50
19. ¿Utilizan termómetro ambiental para medir la temperatura interna de la bodega y miden el porcentaje de humedad?	Si	50
	No	50
21. ¿Tiene control de plagas?	Si	100
	No	0
23. ¿Poseen perdidas de la materia prima por plagas?	Si	75
	No	25

5. CONCLUSIONES

- La presencia de aflatoxinas totales en el maíz importado utilizado por las cuatro fábricas según los análisis realizados con la prueba de Elisa es de un 100%.
- La presencia de aflatoxinas en el maíz importado está influenciada por factores predisponentes ya descritos por Denli y Pérez, (2006). que afectan en la cadena alimenticia tales como, el momento de la cosecha de maíz, manejo del grano, transporte, almacenamiento, factores biológicos, clima, factores físicos y químicos, que favorecen el desarrollo de los hongos que producen aflatoxinas.
- Con el método ELISA se pudo apreciar que de los 4 tratamientos o fábricas en estudio; la fábrica 1. Presenta los niveles más altos con una media de 9.45ppb superando en sus medias a las fábricas 3, 2, 4.
- El nivel de aflatoxinas presentes en el maíz está en un límite permisible, (Cuadro 1.) factores predisponentes pueden incrementar estos valores. Según la tabla de referencia donde aparece el nivel de actuación propuesto por, The Food and Drug Administración, (Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos), para el año 2000 citada por Denli y Pérez (2006).
- Analizando las muestras de maíz amarillo en época seca; la fábrica 3 presento porcentajes de humedad más altos con un nivel de 15.99% lo cual para términos de almacenaje es aceptable, aunque esta en el límite pues lo óptimo es que esté por debajo de 16% de humedad.

- Según el análisis de varianza que se realizó para la variable temperatura tomada al momento de la colecta de la muestra, se probó estadísticamente una diferencia significativa, entre las temperaturas de las muestras de maíz de las 4 fábricas, siendo la Fábrica 3, la que tuvo medias de temperatura más altas, 38°C. con respecto a las fábricas 1, 2 y 4. Peña (2010). Menciona que los Mohos de *Aspergillus* crecen bajo temperatura entre los 25° a 35°C. Por lo que sus temperaturas no son óptimas para almacenar.
- Con el análisis hecho en la temperatura del maíz, ninguna fábrica cuenta con medios que mantengan el maíz en condiciones frescas para almacenamiento, influyendo en forma negativa en la proliferación de mohos que producen aflatoxinas pues se observa la fabrica 1 con un nivel de 9.45 ppb de estas, superando a las demás fábricas.
- Teniendo los análisis estadísticos arrojados por los ANVA para las variables nivel de aflatoxinas en ppb; porcentaje de Humedad Total y Temperatura en grados Celsius, (Cuadro A-1; Cuadro A-3; Cuadro A-5) para el maíz amarillo de las 4 fábricas, se observó que todos fueron significativos.
- En cuanto al manejo de la materia prima se corroboró por medio de encuesta que el 100% de esta es almacenada y un 75% señala que la almacena más de una semana.
- Las fábricas no controlan ni registran datos ambientales de su propiedad, no tiene control de la humedad en las materias primas que compran en un 100%; y la temperatura solo la controla el 50% siendo estas la Fábrica 1 y 3, mencionan agregar secuestrantes a sus piensos. La fábrica 1 es la que tiene mayor producción de concentrado, con 400qq diarios.

- Es importante destacar que la Fábrica 1. Presenta los niveles mas altos de contaminación con Aflatoxinas como nos permite evaluar la encuesta con la caracterización; está ligada al tener mayor producción de piensos, y tomando en cuenta la falta de control de parámetros ambientales aumenta el riesgo de la contaminación por mover mas volumen de materia prima; aunado al no hacer monitoreo de Temperatura de la zona, la Humedad relativa, en épocas secas y lluviosas; además de tener perdidas en materia prima por plagas, y la obtención importada de materias primas, suman todos los factores que promueven el crecimiento de Aflatoxinas.

6. RECOMENDACIONES

- Las fábricas que se dedican a la elaboración de concentrados para cerdos de engorde deben de realizar controles de calidad integrales periódicos del maíz.
- Debido a la incidencia de contaminación en todas las muestras de maíz, desarrollar futuras investigaciones tanto en la época seca como la lluviosa para comparar si el nivel de contaminación incrementa el riesgo potencial de aflatoxinas.
- Se sugiere analizar las demás materias primas, los embalajes y concentrado. Debido a que el nivel de aflatoxinas que se cuantifico en el maíz, fue aceptable por no sobrepasar las 200ppb que es lo permitido para usar el maíz cuando se mezcla con las otras materias primas.
- Los lugares del estudio y otras con condiciones semejantes deben implementar un mejor control de los factores predisponentes a la contaminación con mohos productores de aflatoxinas. Siendo estos mejor manejo de las materias después del transporte, almacenado; bodegas ventiladas, utilización de tarimas, mayor control de plagas, y controles de parámetros ambientales dentro y fuera de la fábrica.
- Las fábricas de concentrados deberían evitar adquirir productos o materias primas con la idea de almacenarla por mucho tiempo, además para el almacenaje de estas, deben tener una bodega con mejor ventilación y colocar los sacos sobre tarimas.

- Los productores de concentrado no deben reciclar los sacos o embalajes ya utilizados por ser reservorios de aflatoxinas.
- Todas las fábricas que elaboran concentrado deberán implantar el uso de secuestrantes de aflatoxinas en sus concentrados para evitar o disminuir el riesgo de su proliferación.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

1. Bermúdez Almada, M. 2002. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Hermosillo, Sonora, México EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS EN MUESTRAS DE HÍGADO Y MÚSCULO DE CERDOS. (en línea). Consultado 15 de Mayo de 2010. Disponible en http://www.fcv.luz.edu.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=243&Itemid=242.
2. Biberstein, E. C. 1994. Tratado de Microbiología Veterinaria, editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España.
3. Bolet Astoviza, M. 2005. Hospital Universitario “General Calixto García”. Ciudad de La Habana, Cuba. Revista Cubana Invest Biomed 2005; 24(1):54-9. Micotoxinas y cáncer. (en línea). Consultado 20 de Marzo de 2010. Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol24_1_05/ibi07105.htm.
4. Boletín. DIRECTRIZ 2002/32/EC DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DEL 7 DE Mayo de 2002 sobre sustancias indeseables en el alimento animal. (en línea). Consultado 29 de Marzo de 2010. Disponible en <http://www.knowmycotoxins.com/es/regulations.htm>.
5. Boletín Porcinos Micotoxinas: Zearalenona, la Peor de todas. Sitio argentino de Producción Animal 2010, (en línea). Consultado 10 de Mayo de 2010. Disponible en http://www.produccionbovina.com/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/09-micotoxinas.pdf (sin fecha).

6. Carvajal M. 2001. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Investigación sobre Aflatoxinas. (en línea). Consultado 12 abril 2010. Disponible en <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/aflattox.htm>.
7. Carrillo, Leonor. 2003. Universidad Nacional de Salta. LOS HONGOS DE LOS ALIMENTOS Y FORRAJES. (en línea). Consultado 15 de Mayo de 2010. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/02htextoestructuras.pdf>.
8. Cornejo C, J; Villarroel G, O. S.f. División de Políticas Públicas Saludables y Promoción Departamento de Alimentos y Nutrición. Chile. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LAS AFLATOXINAS Y OTRAS MICOTOXINAS Y ELEMENTOS A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE PRÁCTICAS CORRECTAS DE CULTIVO Y ELABORACIÓN DE NUECES (en línea). Consultado 15 de julio de 2011. Disponible en <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/72fd6274dad8792ee04001011f0109e4.pdf>
9. De Paz Véliz, E R. 2009. MICOTOXICOSIS PORCINA RESUMEN. Guatemala.
10. Denli, M; Pérez, J F. 2006. CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS EN LOS PIENSOS: EFECTOS, TRATAMIENTO PREVENCIÓN. (en línea). Consultado 15 de julio de 2011. Disponible en http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_I.pdf

11. Devegowda, G. 1998. Boletín informativo Head, Division of Animal Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Agricultural Sciences Bangalore, India. EL EFECTO DE LAS MICOTOXINAS EN LA PRODUCCION PORCINA (en línea). Consultado 10 de Mayo de 2010. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia/devegowda.htm>.
12. Devegowda, G. 2009. Micotoxinas: Nuevas soluciones para su contraataque. 6 de abril 2010. (en línea). Consultado Disponible en <http://www.infoganaderoamericano.com/files/infoganadero-abril-2009.pdf>.
13. El Manual Merck de Veterinaria. 2000. Quinta Edición, Océano Grupo editorial, S. A. Barcelona, España.
14. FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS), 1998, the diagnosis, Treatment and Prevention, of African animal, consultado 12 de junio 2011. Disponible en el World Web: <http://www.fao.org/docrep/006/Xo413E00.htm#TOC>.
15. García Suárez, O. 2002. Coordinador Regional de Inocuidad de Alimentos OIRSA. Temas de Actualidad Micotoxinas: aflatoxinas (parte I). (en línea). Consultado 12 Mayo de 2010. <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/Volumen1Numero22002.pdf>.
16. Gimeno, A. 2003. Micotoxinas y Micotoxicosis en animales y humanos. Talleres gráficos del SRL, Buenos Aires, Argentina.
17. Howard, W. D. 1967. Enfermedades del Cerdo. Traducción de la segunda edición en ingles editorial UTEHA impreso en México D.F.

18. Horwitz, W. 2004. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official, Washington DC.
19. Lara Arellano, J. 2003. Asociación Mexicana de Nutrición Animal (AMENA). (en línea). Consultado 12 Mayo de 2010. Disponible en [http:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
20. MOP. 1982. Monografía del Departamento y Municipios de La Libertad. Ciudad Delgado, SV. Edit. Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 185 p.
21. MOP. 1982. Monografía del Departamento y Municipios de Cabañas. Ciudad Delgado, SV. Edit. Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 185 p.
22. MOP. 1982. Monografía del Departamento y Municipios de Sonsonate. Ciudad Delgado, SV. Edit. Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 185 p.
24. Neo-gen. 2009. Análisis cuantitativo de Aflatoxinas, performante tested A.O.A.C. Research Institute UDSA-GIPSA, Estados Unidos.
25. Nuila, J. A; Mejía Mejía, M. A. 1990. Manual de Diseños Experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Impreso en San Salvador, El Salvador.

26. Peña Betancourt, S. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, División de ciencias Biológicas y de la salud. Departamento de producción Agrícola y Animal Algunas consideraciones sobre la contaminación por micotoxina en alimentos agropecuarios en México y en el mundo (en línea). Consultado 12 abril 2010. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/senasica/8a13pena.htm>. (sin fecha).
27. Requena, F. 2005. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Unidad de Producción Animal. Maracay, Aragua, Venezuela. Micotoxinas: Riesgos y prevención. (en línea). Consultado 20 de Marzo de 2010. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692005000400005&script=sci_arttext&tlng=es.
28. Rojas, J. J. 2008. EFADAEXPORT Laboratorio de Microbiología y Micotoxinas Comparación entre los sistemas ELISAS y el HPLC usando los kits de NEOGEN “VERATOX” y R-BIOPHARM para análisis de ocratoxina en muestras de pprika. (En línea). Consultado 29 de Marzo de 2010. Disponible en http://www.engormix.com/comparacion_entre_sistemas_elisas_s_articulos_1991_MYC.htm
29. Steciow, M. S.f. Aflatoxinas (en línea). Consultado 29 de Marzo de 2010. Disponible en <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Aflatox.htm>.
30. TAVARES, L; ELEIZALDE, M.; BETHENCOURT, A. Elisa para el diagnostico de la tripanosomiasis bovina. Red de identificación y diagnostico molecular de hemoparasitos. Consultado. 12 de junio de 2011. Disponible en el world web: www.redhemoparasitos.org/protocolos/Elisa.pdf.

ANEXOS

PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS CEREALES POR MICOTOXINAS, CON ANEXOS SOBRE LA OCRATOXINA A, LA ZEARALENONA, LAS FUMONISINAS Y LOS TRICOTECENOS

1. En la actualidad no es factible eliminar por completo los productos contaminados por micotoxinas. La elaboración y aceptación por parte del Codex de un Código de Prácticas General proporcionará unas pautas uniformes que todos los países podrán tomar en cuenta en sus esfuerzos de control y gestión de la contaminación por diferentes micotoxinas. Para que este Código de Prácticas sea eficaz, será necesario que los productores de cada país consideren los principios generales que en él se enuncian teniendo en cuenta los cultivos, condiciones climáticas y prácticas agrícolas locales, antes de intentar aplicar las disposiciones del Código. Es importante que los productores sean conscientes de que las buenas prácticas agrícolas (BPA) constituyen la primera línea de defensa contra la contaminación de los cereales por micotoxinas, seguida por la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) durante la manipulación, el almacenamiento y la distribución de los cereales destinados a la alimentación humana y animal.

2. Las recomendaciones para la reducción de las micotoxinas en los cereales se dividen en dos partes: las prácticas recomendadas sobre la base de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF); un sistema de gestión complementario que ha de considerarse en el futuro es el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP).

3. Este Código de Prácticas General contiene unos principios generales para la reducción de diferentes micotoxinas en los cereales, que deben sancionar las autoridades nacionales. Éstas

deben educar a los productores en cuanto a los factores ambientales que favorecen la infección, la proliferación fúngica y la producción de toxinas en los cultivos de cereales en las explotaciones agrícolas. Se debería destacar el hecho de que las estrategias que han de aplicarse para la plantación y antes o después de la cosecha de un cultivo determinado dependerán de las condiciones climáticas del año y han de tomar en cuenta los cultivos locales y las condiciones de producción tradicionales en el país o región específicos. Es necesario crear materiales de ensayo que sean rápidos, abordables y precisos, y los correspondientes planes de muestreo, para poder efectuar pruebas en los cargamentos de cereales sin perturbar excesivamente las operaciones. Se deberán establecer procedimientos para manejar de manera apropiada, separándolos reacondicionándolos, retirándolos o desviándolos, los cultivos de cereales que puedan suponer una amenaza para la salud de las personas y/o los animales. Las autoridades nacionales deben apoyar la investigación sobre métodos y técnicas para prevenir la contaminación fúngica en el campo y durante la cosecha y el almacenamiento de los cereales.

I. PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

PLANTACIÓN

4. Considerar la posibilidad de elaborar y mantener un plan de rotación de cultivos para evitar que se plante el mismo cultivo en el mismo campo en dos años consecutivos. Se ha comprobado que el trigo y el maíz son especialmente sensibles a las especies de *Fusarium* y, por lo tanto, no se debería efectuar la rotación entre ambos. Cultivos como las papas, otras hortalizas, el trébol y la alfalfa, que no son huéspedes de especies de *Fusarium*, se

deben utilizar en rotación para reducir el nivel de inóculo presente en el campo.

5. Siempre que resulte posible y práctico, preparar el terreno para la siembra de cada nuevo cultivo destruyendo, eliminando o arando por debajo de las espigas antiguas, los tallos y otros rastrojos que puedan servir o haber servido de sustrato para el desarrollo de hongos productores de micotoxinas. En zonas vulnerables a la erosión quizás sea necesario aplicar prácticas que excluyan la labranza, en aras de la conservación del suelo.

6. Utilizar los resultados de los análisis del suelo para determinar si se requieren fertilizantes y/o acondicionadores del suelo con objeto de garantizar que su pH, así como la nutrición de las plantas, sean adecuados para evitar condiciones adversas a las mismas, especialmente durante el desarrollo de las semillas.

7. Cultivar, siempre que sea posible, variedades de semillas desarrolladas especialmente para resistir a los hongos que podrían infectarlas y a las plagas de insectos. En cada zona de un país sólo se deberían plantar las variedades de semillas recomendadas para esa zona concreta.

8. Siempre que resulte práctico se elegirá, para plantar los cultivos, un momento que permita evitar altas temperaturas y tensión debida a la sequía durante el período de desarrollo y maduración de las semillas.

9. Evitar el hacinamiento de las plantas, manteniendo entre éstas y entre los surcos la distancia recomendada para las especies/variedades cultivadas. Las empresas que proporcionan las semillas pueden brindar información sobre el espaciamiento necesario.

ANTES DE LA COSECHA

10. Reducir al mínimo los daños provocados por insectos y por infecciones fúngicas en las proximidades del cultivo, mediante el uso apropiado de insecticidas y fungicidas registrados y otras prácticas idóneas comprendidas en un programa de lucha integrada contra las plagas.

11. Controlar la presencia de malas hierbas en el cultivo por medio de métodos mecánicos o herbicidas registrados, o aplicando otras prácticas seguras y adecuadas de erradicación de malezas.

12. Reducir al mínimo los daños mecánicos a las plantas durante el cultivo.

13. Si se utiliza riego, cerciorarse de que éste se aplica de manera uniforme y de que todas las plantas del campo reciben un suministro de agua adecuado. El riego es un método útil para reducir la tensión de las plantas en algunas situaciones de crecimiento. Las precipitaciones excesivas durante la antesis (floración) crean condiciones favorables para la diseminación e infección por *Fusarium spp*; por consiguiente se debería evitar el riego durante la antesis y la maduración de los cultivos, y específicamente del trigo, la cebada y el centeno.

14. Programar la recolección de manera que el grano tenga un bajo contenido de humedad y esté en plena madurez, a no ser que esto último suponga someterlo a condiciones extremas de calor, precipitaciones o sequía. El retraso en la recolección del cereal que ya esté infectado por especies de *Fusarium* puede provocar un incremento importante de su contenido de micotoxinas.

15. Antes de la recolección, asegurarse de que todos los equipos que se vayan a utilizar para la misma y para el almacenamiento de las cosechas están en buen estado. Una avería en este período crítico puede causar pérdidas de calidad del grano y fomentar la formación de micotoxinas. Disponer de piezas de recambio importantes en la explotación agrícola para perder el

menor tiempo posible en reparaciones. Cerciorarse de que se dispone del equipo necesario para efectuar las mediciones del contenido de humedad, y de que dicho equipo está calibrado.

DURANTE LA RECOLECCIÓN

16. Los contenedores (vagones, camiones) que vayan a utilizarse para recoger el grano recolectado y transportarlo del campo a las instalaciones de secado, y de éstas a los almacenes, deberán estar limpios, secos y exentos de insectos y proliferación fúngica visible antes de su utilización o reutilización

17. En la medida de lo posible, evitar daños mecánicos al cereal y el contacto con el suelo durante la recolección. Se deberán adoptar medidas para reunir las espigas, paja, tallos y rastrojos de plantas infectadas y reducir al mínimo su dispersión hacia el suelo, donde las esporas pueden inocular futuros cultivos.

18. Durante la recolección, es necesario comprobar el contenido de humedad en varios puntos de cada cargamento de grano recolectado, puesto que dicho contenido puede variar considerablemente dentro del mismo campo.

19. Inmediatamente después de la recolección, determinar los niveles de humedad de la cosecha; cuando corresponda, secarla hasta el contenido de humedad recomendado para el almacenamiento del cultivo en cuestión. Las muestras que se tomen para efectuar las mediciones de la humedad deben ser tan representativas del lote como sea posible. Para reducir la variación del contenido de humedad dentro del lote, el grano puede transportarse a otra instalación (o silo) después del proceso de secado.

20. Los cereales deben secarse de manera que se reduzca al mínimo el daño sufrido por los granos y los niveles de humedad se

mantengan por debajo de los que permiten el desarrollo de mohos durante el almacenamiento (por lo general, menos de 15 por ciento), a fin de evitar la proliferación de una serie de especies de hongos, sobre todo de *Fusarium*, que pueden estar presentes en los granos frescos.

21. Los cereales recién recolectados deben limpiarse para eliminar los granos dañados y otras materias extrañas. Los métodos habituales de limpieza no permiten eliminar los granos que contienen infecciones asintomáticas. Mediante procedimientos de limpieza de semillas como tablas gravitacionales es posible eliminar parte de los granos infectados. Se necesitan más investigaciones a fin de desarrollar sistemas prácticos para separar los granos infectados asintomáticos de los granos que no contienen infección.

DURANTE EL ALMACENAMIENTO

22. Evitar el apilamiento o amontonamiento de producto húmedo recién recolectado por un lapso superior a unas pocas horas antes del secado o la trilla, a fin de reducir el riesgo de proliferación de hongos. El secado al sol de algunos productos en condiciones de humedad elevada puede tener como consecuencia la infección fúngica. Ventilar los productos mediante circulación forzada de aire.

23. Asegurarse de que las instalaciones de almacenamiento cuentan con estructuras secas y bien ventiladas que las protegen de las precipitaciones, permiten el drenaje de las aguas subterráneas y evitan la entrada de roedores y pájaros, y de que las fluctuaciones de la temperatura son mínimas.

24. Las cosechas que se van a almacenar deben secarse hasta niveles de humedad seguros y enfriarse lo más rápidamente posible después de la cosecha. Se reducirá al mínimo la presencia de materias extrañas y granos dañados en los cereales

almacenados. Remitirse al párrafo 29 para evaluar la utilización de plaguicidas aprobados.

25. Cuando esto se justifique se deberá vigilar el nivel de micotoxinas del grano que entra y sale del almacén, utilizando programas apropiados de muestreo y ensayo.

26. Para los productos ensacados, asegurarse de que los sacos estén limpios, secos y apilados en paletas, o de que existe una capa impermeable al agua entre los sacos y el suelo.

27. En la medida de lo posible, ventilar el grano mediante circulación continua de aire para conservar una temperatura y humedad adecuadas en toda la zona de almacenamiento. Comprobar el contenido de humedad y la temperatura del grano a intervalos regulares durante el almacenamiento.

28. Medir la temperatura del grano a intervalos fijos durante su almacenamiento. Un incremento de la temperatura de 2°C a 3°C puede indicar proliferación microbiana y/o infestación por insectos. Separar las partes del grano que parezcan infectadas y enviar muestras para su análisis. Una vez separado el grano infectado, reducir la temperatura del cereal restante y ventilarlo. Evitar la utilización de grano infectado para producir alimentos o piensos.

29. Adoptar buenos procedimientos de limpieza para reducir al mínimo la presencia de hongos e insectos en las instalaciones de almacenamiento. Esto puede incluir el uso de insecticidas y fungicidas registrados y adecuados, o métodos alternativos apropiados. Se cuidará de seleccionar únicamente productos químicos que no supongan interferencia o daño considerando el uso al que esté destinado el grano, y se limitará estrictamente el empleo de tales sustancias.

30. La utilización de un agente conservador idóneo aprobado (por ejemplo ácidos orgánicos, como ácido propiónico) puede ser beneficiosa. Dichos ácidos son eficaces para matar los distintos

hongos y evitar así la producción de micotoxinas, en el grano destinado únicamente a la fabricación de piensos. Las sales de los ácidos suelen ser más eficaces en el almacenamiento a largo plazo. Es necesario tener cuidado porque estos compuestos pueden tener un efecto negativo en el sabor y el olor del cereal.

31. Documentar los procedimientos de recolección y almacenamiento utilizados en cada temporada tomando nota de las mediciones (por ejemplo la temperatura y la humedad) y de cualquier desviación o cambios con respecto a las prácticas tradicionales. Esta información puede ser muy útil para explicar la(s) causa(s) de la proliferación de hongos y la formación de micotoxinas en una campaña agrícola concreta, y ayudar a evitar que se cometan los mismos errores en el futuro.

DURANTE EL TRANSPORTE DESDE EL LUGAR DE ALMACENAMIENTO

32. Asegurarse de que los contenedores empleados para el transporte están exentos de proliferación visible de hongos, de insectos y de cualquier material contaminado. Si es necesario habrá que limpiarlos a fondo antes de que se utilicen o de que se vuelvan a utilizar; además deberán ser idóneos para la carga prevista. Puede resultar útil el empleo de fumigadores o insecticidas registrados. En el momento de la descarga, el contenedor deberá vaciarse completamente de la carga y limpiarse según sea apropiado.

33. Los cargamentos de grano deberán protegerse de la acumulación de humedad adicional utilizando contenedores cubiertos o herméticos, o lonas alquitranadas. Evitar las fluctuaciones térmicas y las medidas que puedan ocasionar condensación en el grano, ya que esto podría dar lugar a una acumulación local de humedad y al consiguiente desarrollo de hongos con formación de micotoxinas.

34. Evitar la infestación por insectos, pájaros y roedores durante el transporte mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos y los roedores o tratamientos químicos repelentes de los mismos que estén aprobados para el uso al que está destinado el grano.

II. UN SISTEMA DE GESTIÓN COMPLEMENTARIO QUE HA DE CONSIDERARSE EN EL FUTURO

35. El Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) es un método de gestión de la inocuidad de los alimentos que se utiliza para identificar y controlar los peligros en el sistema de producción y elaboración. Los principios generales del HACCP se han descrito en varios documentos.

36. El concepto de HACCP se refiere a un sistema de gestión integrado y global. Si se aplica de manera apropiada, este sistema debería permitir una reducción de los niveles de micotoxinas en muchos cereales. La utilización del HACCP como sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos tiene muchas ventajas con respecto a otros tipos de sistemas de control de la gestión en ciertos sectores de la industria alimentaria. En el ámbito de las explotaciones agrícolas, especialmente en el campo, muchos factores que influyen en la contaminación de los cereales por micotoxinas están relacionados con el medio ambiente, como las condiciones climáticas y los insectos, y es difícil o imposible controlarlos. En otros términos, a menudo los puntos críticos de control no existen en el campo. No obstante, tras la recolección se pueden identificar puntos críticos de control para las micotoxinas producidas por hongos durante el almacenamiento. Por ejemplo, un punto crítico de control podría encontrarse al final del proceso de secado, y un límite crítico sería el contenido de agua/la actividad hídrica.

Tabla A-1. Datos obtenidos con la prueba de ELISA para aflatoxinas que representan nivel de aflatoxinas en ppb de las muestras de maíz amarillo

Repeticiones	Tratamientos				TOTAL
	T1	T2	T3	T4	
1	6.7	2.0	2.1	2.2	13
2	10.1	2.7	2.1	2.6	17.5
3	5.7	2.5	2.1	2.2	12.5
4	9.6	2.0	3.7	2.2	17.5
5	13.4	2.4	2.2	2.6	20.6
6	7.8	1.7	2.0	2.6	14.1
7	8.6	2.4	1.9	2.5	15.4
8	18.5	3.2	2.1	2.4	26.2
9	7.3	2.4	2.2	2.5	14.4
10	6.8	2.9	3.4	2.8	15.9
Total	94.5	24.2	23.8	24.6	167.1
Media	9.45	2.42	2.38	2.46	

Cuadro A-1. ANVA para variable aflatoxinas

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	F.CAL.	F.TABLA α 1%
Tratamientos	3	370.689	123.563	31.69**	4.38
Error experimental	36	140.381	3.899		
Total	39	511.07			

Cuadro A-2. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para variable aflatoxinas

Medias	T1 9.45	T4 2.46	T2 2.42	T3 2.38
T3 - 2.38	7.07*	0.08 ^{N/S}	0.04 ^{N/S}	-
T2 - 2.42	7.03*	0.04 ^{N/S}	-	-
T4 - 2.46	6.99*	-	-	-
T1 - 9.45	-	-	-	-

$$W = qt \times \sqrt{s^2 / 2(1/n^1 + 1/n^2)}$$

$$W = 4.8 \times 0.6244 = 2.99 \text{ es el valor de Tukey}$$

Tabla A-2. Datos obtenidos de porcentajes de humedad de las muestras de maíz amarillo con el método de Humedad total.

Repeticiones	Tratamientos				TOTAL
	T1	T2	T3	T4	
1	5.75	10.08	15.87	12.69	44.39
2	6.29	11.41	16.82	11.88	46.4
3	5.83	10.41	18.79	10.57	45.6
4	5.35	10.60	17.19	26.22	59.36
5	15.32	10.75	15.41	10.82	52.30
6	5.89	10.80	15.16	9.45	41.3
7	6.00	10.81	14.86	8.39	40.06
8	9.50	9.76	15.60	9.63	44.49
9	6.08	11.66	15.28	11.05	44.07
10	6.06	10.27	15.01	12.79	44.13
Total	72.07	106.55	159.99	123.49	462.10
Media	7.207	10.655	15.999	12.349	

Cuadro A-3. ANVA para la variable Humedad

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	F.CAL.	F.TABLA α 1%
Tratamientos	3	400.9465100	133.6488367	14.42**	4.38
Error experimental	36	333.6386400	9.2677400		
Total	39	734.5851500			

Cuadro A-4. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable Humedad.

Medias	T3	T4	T2	T1
	15.999	12.349	10.655	7.207
T1 - 7.207	8.792*	5.142*	3.448 ^{N/S}	-
T2 - 10.655	5.335*	1.694 ^{N/S}	-	-
T4 - 12.349	3.65 ^{N/S}	-	-	-
T3 - 15.999	-	-	-	-

$$W = qt \times \sqrt{s^2 / 2(1/n^1 + 1/n^2)}$$

$$W = 4.8 \times 0.96269104 = 4.62 \text{ es el valor de Tukey}$$

Tabla A-3. Datos obtenidos que representan los grados Celsius de temperatura en las muestras de maíz amarillo al momento del muestreo

Tratamientos					TOTAL
Repeticiones	T1	T2	T3	T4	
1	30	28	38	28	124
2	30	29	38	28	125
3	30	29	38	28	125
4	30	29	38	28	125
5	30	28	38	28	124
6	30	28	38	28	124
7	30	28	38	28	124
8	30	28	38	28	124
9	30	28	38	28	124
10	30	28	38	28	124
Total	300	283	380	280	1243
Media	30	28.30	38	28	

Cuadro A-5. ANVA para la variable Temperatura

Fuentes de variación	G. L	S.C	C.M	F.CAL.	F.TABL A α 1%
Tratamientos	3	662.6750000	220.8916667	3786.71*	4.38
Error experimental	36	2.1000000	0.0583333		
Total	39	664.7750000			

Cuadro A-6. Cuadro de doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable Temperatura.

Medias	T3 38 C°	T1 30 C°	T2 28.3 C°	T4 28 C°
T4 - 28 C°	10*	2*	0.3*	-
T2 - 28.3 C°	9.7*	1.7*	-	-
T1 - 30 C°	8*	-	-	-
T3 - 38 C°	-	-	-	-

$$W = qt \times \sqrt{s^2 / 2(1/n^1 + 1/n^2)}$$

$$W = 4.8 \times 0.002415238768 = 0.012 \text{ es el valor de Tukey}$$

Figura A -1 . Balanza semianalítica con la que se peso las muestras de maíz amarillo molido



Figura A -2. Se observa la forma en cómo se coloca la muestra con cuidado en la caja de aluminio



Figura A -3. Se observa el medidor para tomar la muestra y las cajas de aluminio para humedad donde se colocan las muestras



Figura A -4. Se observa cómo se colocan las cajas que contienen la muestra en el desecador de aire circulante.



Figura A -5. Retiro de las cajas de humedad con la muestra de la Estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70 °C

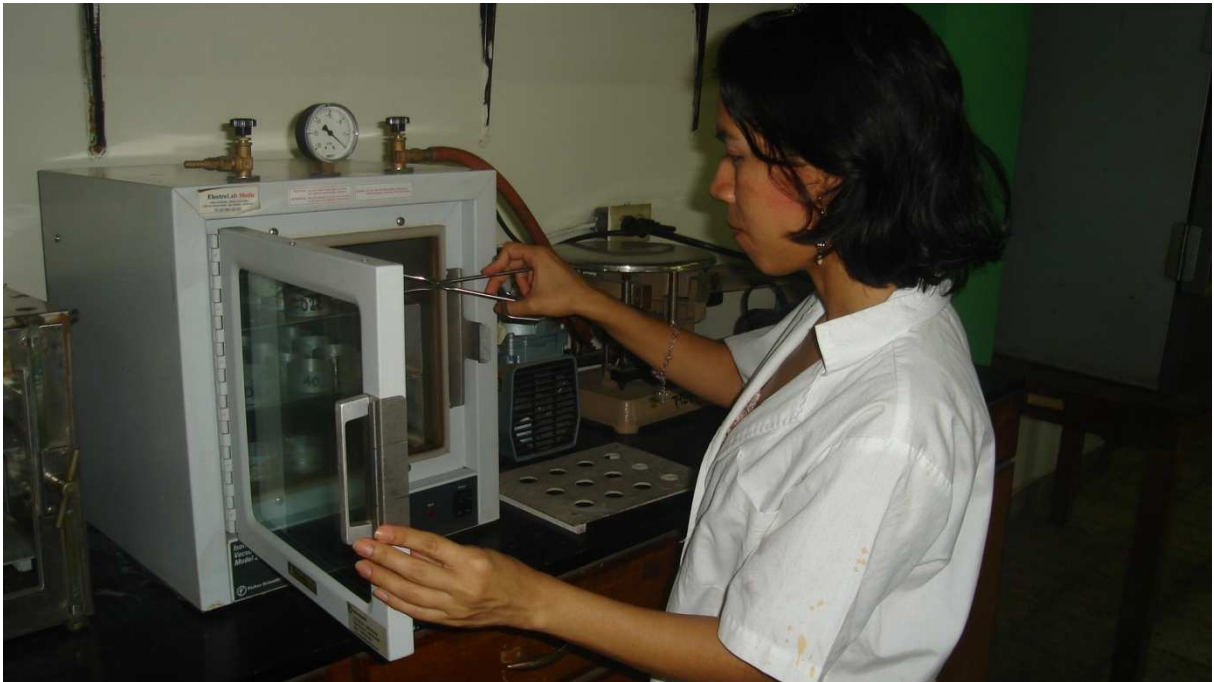


Figura A -6. Estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70 °C.



Figura A -7. Balanza analítica



Figura A -8. Cajas de aluminio conteniendo la muestra ya habiéndole extraído la humedad.



Figura A -9. Lector de micropocillos de ELISA.

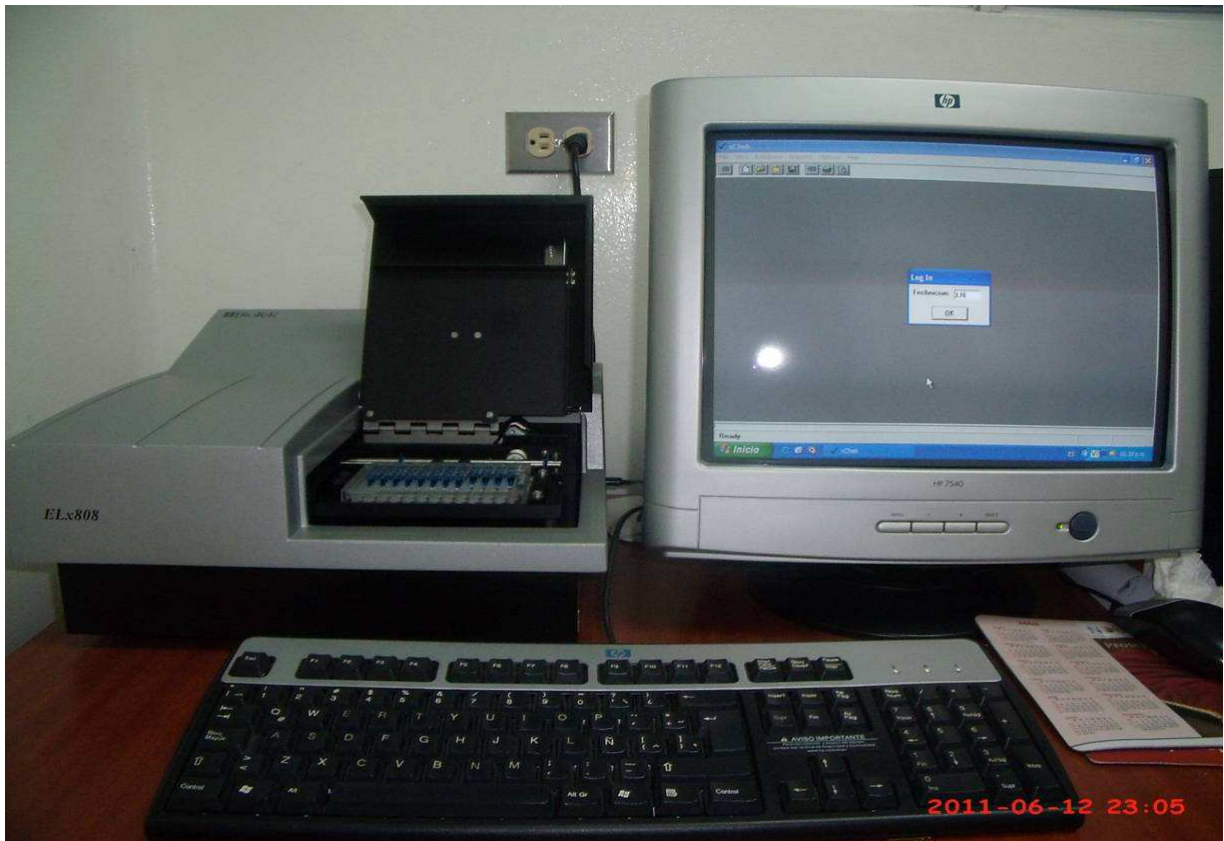


Figura A -10. Contenido del Kit de ELISA VERATOX



Figura A -11. Maíz triturado y ya tamizado a través de una malla número 20 con aspecto de café molido instantáneo.



Figura A -12 Preparado de la solución de metanol al 70% mezclado en 7 partes de metanol con 3 partes de agua destilada. Con 5gr. de maíz tamizado y agitado por 3 minutos.



Figura A -13. Se observa el sustrato filtrado con el papel Whatman #1, que queda dentro de los beaker.

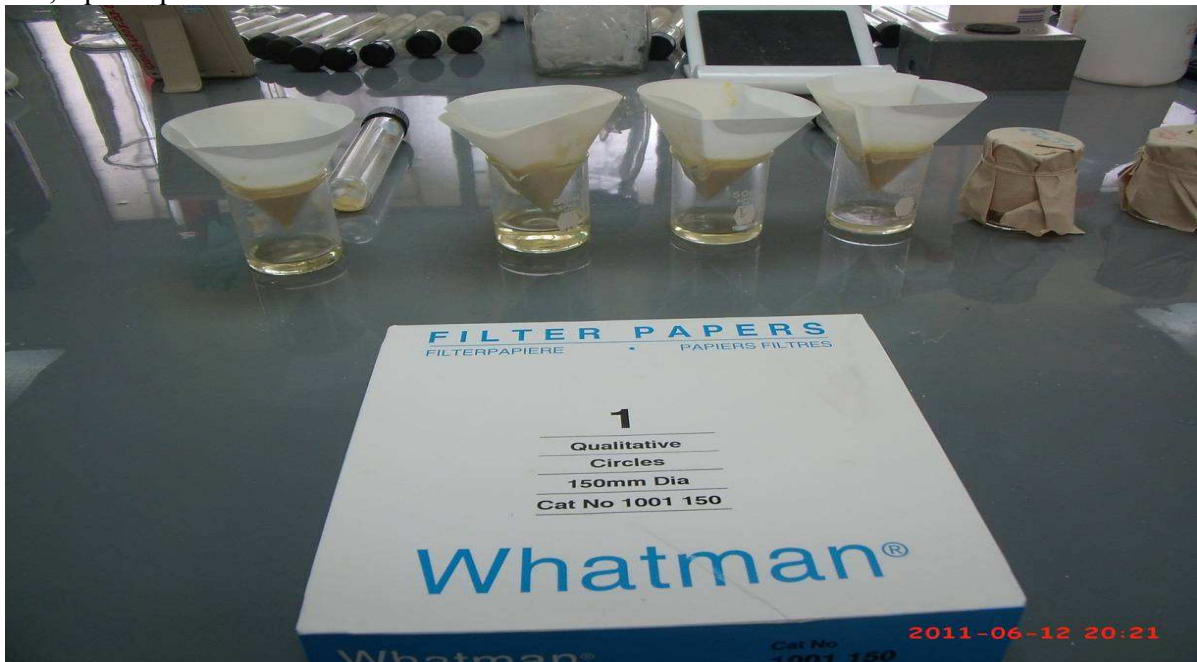


Figura A -14. Preparación de los pocillos antes de llevarlos al lector de ELISA



Figura A -15. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 1.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO VETERINARIO Y CONTROL DE CALIDAD

Textistepeque 2470-0212 Laboratorio Central El Matazano, Soyapango Tel / Fax 2297-8402 San Miguel 2667-0558



LABORATORIO DE ELISA

INFORME DE RESULTADOS

DATOS GENERALES. No de Certificado 81106.02

CODIGO DE MUESTRA: **CF11061301 - 1310**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE: **DAYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**
 EMPRESA: **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**
 DIRECCIÓN: **SAN SALVADOR**
 TELEFONO: **7157 - 8351**
 FECHA DE RECOLECCIÓN: **12/JUNIO/11**
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: **13/JUNIO/11**
 FECHA DE ANÁLISIS: **17/JUNIO/11**
 FECHA DE REPORTE: **17/JUNIO/11**
 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA MUESTRA: **DEYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AFLATOXINAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	RESULTADOS/ ppb*
T1 MUESTRA 1	CF11061301	6.7
T1 MUESTRA 2	CF11061302	10.1
T1 MUESTRA 3	CF11061303	5.7
T1 MUESTRA 4	CF11061304	9.6
T1 MUESTRA 5	CF11061305	13.4
T1 MUESTRA 6	CF11061306	7.8
T1 MUESTRA 7	CF11061307	8.6
T1 MUESTRA 8	CF11061308	18.5
T1 MUESTRA 9	CF11061309	7.3
T1 MUESTRA 10	CF11061310	6.8

*ppb = Unidades Parte Por Billón
Método = ELISA Competitivo Directo


MVZ. Luis Ernesto Romero
Técnico Encargado


Ing. Margarita Arango de Cisneros
Jefe de la Red Nacional de Laboratorio

Nota: Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.
 Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Jefatura del Laboratorio

Figura A -16. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 2.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO VETERINARIO Y CONTROL DE CALIDAD

Textistepeque 2470-0212 Laboratorio Central El Matazano, Soyapango Tel / Fax 2297-8402 San Miguel 2667-0558



LABORATORIO DE ELISA

INFORME DE RESULTADOS

DATOS GENERALES. No de Certificado **81106.02**

CODIGO DE MUESTRA: **CF11061311 - 1320**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE: **DAYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**
 EMPRESA: **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**
 DIRECCIÓN: **SAN SALVADOR**
 TELEFONO: **7157 - 8351**
 FECHA DE RECOLECCIÓN: **12/JUNIO/11**
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: **13/JUNIO/11**
 FECHA DE ANÁLISIS: **17 /JUNIO/11**
 FECHA DE REPORTE: **17 /JUNIO/11**
 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA MUESTRA: **DEYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AFLATOXINAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	RESULTADOS/ ppb*
T2 MUESTRA 1	CF11061311	2.0
T2 MUESTRA 2	CF11061312	2.7
T2 MUESTRA 3	CF11061313	2.5
T2 MUESTRA 4	CF11061314	2.0
T2 MUESTRA 5	CF11061315	2.4
T2 MUESTRA 6	CF11061316	1.7
T2 MUESTRA 7	CF11061317	2.4
T2 MUESTRA 8	CF11061318	3.2
T2 MUESTRA 9	CF11061319	2.4
T2 MUESTRA 10	CF11061320	2.9

*ppb = Unidades Parte Por Billón
Método = ELISA Competitivo Directo





MVZ. Luis Ernesto Romero
Técnico Encargado



Ing. Margarita Arango de Cisneros
Jefe de la Red Nacional de Laboratorio

Nota: Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.
Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Jefatura del Laboratorio

Figura A -17. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 3.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO VETERINARIO Y CONTROL DE CALIDAD

Textistepeque 2470-0212 Laboratorio Central El Matazano, Soyapango Tel / Fax 2297-8402 San Miguel 2667-0558

LABORATORIO DE ELISA

INFORME DE RESULTADOS


DATOS GENERALES. No de Certificado 81106.02

CODIGO DE MUESTRA: **CF11061321 - 1330**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE: **DAYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**
 EMPRESA: **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**
 DIRECCIÓN: **SAN SALVADOR**
 TELEFONO: **7157 - 8351**
 FECHA DE RECOLECCIÓN: **12/JUNIO/11**
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: **13/JUNIO/11**
 FECHA DE ANÁLISIS: **17 /JUNIO/11**
 FECHA DE REPORTE: **17 /JUNIO/11**
 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA MUESTRA: **DEYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**



RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AFLATOXINAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	RESULTADOS/ ppb*
T3 MUESTRA 1	CF11061321	2.1
T3 MUESTRA 2	CF11061322	2.1
T3 MUESTRA 3	CF11061323	2.1
T3 MUESTRA 4	CF11061324	3.7
T3 MUESTRA 5	CF11061325	2.2
T3 MUESTRA 6	CF11061326	2.0
T3 MUESTRA 7	CF11061327	1.9
T3 MUESTRA 8	CF11061328	2.1
T3 MUESTRA 9	CF11061329	2.2
T3 MUESTRA 10	CF11061330	3.4

*ppb = Unidades Parte Por Billón
 Método = ELISA Competitivo Directo




MVZ. Luis Ernesto Romero
Técnico Encargado

Ing. Margarita Arango de Cisneros
Jefe de la Red Nacional de Laboratorio

Nota: Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.
 Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Jefatura del Laboratorio


Figura A -18. Resultados de las pruebas por el método de ELISA para Fábrica 4.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO VETERINARIO Y CONTROL DE CALIDAD

Texistepeque 2470-0212 Laboratorio Central El Matazano, Soyapango Tel / Fax 2297-8402 San Miguel 2667- 0558



LABORATORIO DE ELISA

INFORME DE RESULTADOS


DATOS GENERALES. No de Certificado **81106.02**


CODIGO DE MUESTRA: **CF11061331 - 1340**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE: **DAYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**
 EMPRESA: **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**
 DIRECCIÓN: **SAN SALVADOR**
 TELEFONO: **7157 - 8351**
 FECHA DE RECOLECCIÓN: **12/JUNIO/11**
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: **13/JUNIO/11**
 FECHA DE ANÁLISIS: **17/JUNIO/11**
 FECHA DE REPORTE: **17/JUNIO/11**
 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA MUESTRA: **DEYSI GUADALUPE LOPEZ BARAHONA**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AFLATOXINAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	RESULTADOS/ ppb*
T4 MUESTRA 1	CF11061331	2.2
T4 MUESTRA 2	CF11061332	2.6
T4 MUESTRA 3	CF11061333	2.2
T4 MUESTRA 4	CF11061334	2.2
T4 MUESTRA 5	CF11061335	2.6
T4 MUESTRA 6	CF11061336	2.6
T4 MUESTRA 7	CF11061337	2.5
T4 MUESTRA 8	CF11061338	2.4
T4 MUESTRA 9	CF11061339	2.5
T4 MUESTRA 10	CF11061340	2.8

*ppb = Unidades Parte Por Billón
 Método = ELISA Competitivo Directo


MVZ. Luis Ernesto Romero
 Técnico Encargado


Ing. Margarita Arango de Cisneros
 Jefe de la Red Nacional de Laboratorio

Nota: Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.
 Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Jefatura del Laboratorio

Figura A -19. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfonos: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 11 de agosto de 2011.

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD TOTAL PARA MUESTRAS DE MAÍZ AMARILLO

DATOS GENERALES.

Nombre de los solicitantes: Daysi Guadalupe López Barahona; Fausto Javier Chávez Escamilla.
Dirección: Urbanización San Rafael block "J" casa #5 pasaje 8 mejicanos, San Salvador
Teléfono: 71578351
Lugar de la recolección: Fabrica 1 (Tratamiento 1).
Fecha de recolección: 12/junio/11
Fecha de recepción de muestra: 13/junio/11
Fecha de análisis: 14/junio/11
Fecha de reporte: 14/junio/11
% = porcentaje de humedad total en una libra de maíz
Método: Humedad total.

Muestra	Identificación de caja	Peso de caja vacía	Peso de la muestra	Peso de caja mas muestra antes de secar	Peso de caja mas muestra seca	Perdida de peso	% de Humedad
M1 A	013	14.53g	10.184g	24.714g	24.109g	0.605g	5.940%
M1 B	20	17.178g	10.127g	27.305g	26.741g	0.564g	5.569%
M2 A	017	15.647g	11.570g	27.217g	26.523g	0.694g	6.852%
M2 B	42	14.421g	9.169g	23.59g	23.063g	0.527g	5.747%
M3 A	Lup. 3	14.230g	10.288g	24.518g	23.911g	0.607g	5.900%
M3 B	03	15.649g	9.457g	25.106g	24.560g	0.546g	5.773%
M4 A	52	14.887g	11.332g	26.219g	25.689g	0.53g	4.677%
M4 B	27	14.467g	9.749g	24.216g	23.627g	0.589g	6.041%
M5 A	011	14.829g	10.290g	25.119g	24.493g	0.626g	6.083%
M5 B	23 / 46	16.162g	9.031g	26.872g	24.653g	2.219g	24.570%
M6 A	31/ 43 / 120	15.211g	11.882g	27.093g	26.393g	0.7g	5.891%
M6 B	38 / 40b	15.622g	10.710g	26.332g	25.700g	0.632g	5.901%
M7 A	43	15.677g	11.525g	27.202g	26.502g	0.7g	6.073%
M7 B	46	15.542g	8.582g	24.124g	23.614g	0.51g	5.942%
M8 A	24 / lup3	15.663g	11.945g	27.608g	26.871g	1.562g	13.327%
M8 B	8	14.990g	11.722g	26.712g	26.046g	0.666g	5.681%
M9 A	FRE 2 / 42b	15.662g	9.539g	25.201g	24.627g	0.574g	6.017%
M9 B	02	14.598g	10.195g	24.793g	24.166g	0.627g	6.150%
M10 A	MIL 1	14.490g	11.676g	26.166g	25.445g	0.721g	6.175%
M10 B	2	15.886g	13.812g	29.698g	28.875g	0.823g	5.958%

Analista: Daysi Guadalupe López Barahona

Licda. Ada Yanira Arias de Linares
Jefa del Departamento de Química Agrícola




Figura A -20. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 2.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfonos: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 11 de agosto de 2011.

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD TOTAL PARA MUESTRAS DE MAÍZ AMARILLO

DATOS GENERALES.

Nombre de los solicitantes: Daisy Guadalupe López Barahona; Fausto Javier Chávez Escamilla.
Dirección: Urbanización San Rafael block "J" casa #5 pasaje 8 mejicanos, San Salvador
Teléfono: 71578351
Lugar de la recolección: Fabrica 2 (Tratamiento 2).
Fecha de recolección: 12/junio/11
Fecha de recepción de muestra: 13/junio/11
Fecha de análisis: 14/junio/11
Fecha de reporte: 14/junio/11
% = porcentaje de humedad total en una libra de maíz
Método: Humedad total.

Muestra	Identificación de caja	Peso de caja vacía	Peso de la muestra	Peso de caja mas muestra antes de secar	Peso de caja mas muestra seca	Perdida de peso	% de Humedad
M1 A	49	14.936g	9.240g	24.176g	23.203g	0.973g	10.530%
M1 B	33 / 44	15.468g	8.740g	24.208g	23.365g	0.843g	9.645%
M2 A	30	15.661g	12.732g	28.393g	26.907g	1.486g	11.671%
M2 B	014 / 34	15.616g	12.358g	27.974g	26.596g	1.378g	11.150%
M3 A	48 / 18	16.254g	10.718g	26.972g	25.883g	1.089g	10.160%
M3 B	7 / 51	15.652g	7.932g	23.584g	22.738g	0.846g	10.665%
M4 A	51 / lup1	14.302g	9.313g	23.615g	22.618g	0.997g	10.705%
M4 B	38	15.980g	9.968g	25.948g	24.900g	1.048g	10.513%
M5 A	33	14.686g	11.022g	25.708g	24.477g	1.231g	11.168%
M5 B	6 / 49	14.996g	8.916g	23.911g	22.988g	0.923g	10.352%
M6 A	015	15.641g	10.897g	26.538g	25.334g	1.204g	11.048%
M6 B	40	15.647g	7.460g	23.107g	22.318g	0.789g	10.576%
M7 A	47 / 37	14.303g	7.749g	22.052g	21.227g	0.825g	10.646%
M7 B	4	15.624g	8.959g	24.583g	23.600g	0.983g	10.972%
M8 A	05 / 35	14.494g	10.484g	24.978g	23.861g	1.117g	10.651%
M8 B	MIL 4	15.032g	9.919g	24.951g	24.071g	0.88g	8.871%
M9 A	34	15.568g	9.555g	25.123g	23.961g	1.162g	12.16%
M9 B	35	14.512g	8.962g	23.474g	22.475g	0.999g	11.147%
M10 A	030	15.066g	9.331g	24.397g	23.450g	0.947g	10.148%
M10 B	15	15.471g	7.209g	22.68g	21.931g	0.749g	10.389%

Analista: Daisy Guadalupe López Barahona

Licda. Ada Yanira Arias de Linares
Jefa del Departamento de Química Agrícola




Figura A -21. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 3.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfonos: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 11 de agosto de 2011.

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD TOTAL PARA MUESTRAS DE MAÍZ AMARILLO

DATOS GENERALES.

Nombre de los solicitantes: Daysi Guadalupe López Barahona; Fausto Javier Chávez Escamilla.
Dirección: Urbanización San Rafael block "J" casa #5 pasaje 8 mejicanos, San Salvador
Teléfono: 71578351
Lugar de la recolección: Fabrica 3 (Tratamiento 3).
Fecha de recolección: 12/junio/11
Fecha de recepción de muestra: 13/junio/11
Fecha de análisis: 14/junio/11
Fecha de reporte: 14/junio/11
% = porcentaje de humedad total en una libra de maiz
Método: Humedad total.

Muestra	Identificación de caja	Peso de caja vacía	Peso de la muestra	Peso de caja mas muestra antes de secar	Peso de caja mas muestra seca	Perdida de peso	% de Humedad
M1 A	6	15.085g	7.009g	22.094g	20.985g	1.109g	15.822%
M1 B	21	16.101g	10.121g	26.222g	24.610g	1.612g	15.927%
M2 A	05	15.050g	10.122g	25.172g	23.480g	1.692g	16.716%
M2 B	40	15.956g	9.448g	25.404g	23.890g	1.514g	16.024%
M3 A	22	15.003g	9.135g	24.138g	19.507g	4.631g	50.695%
M3 B	021	15.072g	9.460g	25.532g	23.219g	2.313g	24.450%
M4 A	027	15.416g	10.104g	25.52g	23.935g	1.585g	15.686%
M4 B	01	14.590g	6.244g	21.03g	19.863g	1.167g	18.689%
M5 A	15	15.937g	9.887g	25.824g	24.346g	1.478g	14.948%
M5 B	33	16.103g	9.391g	25.494g	24.004g	1.49g	15.866%
M6 A	51	14.300g	10.165g	24.465g	22.887g	1.578g	15.523%
M6 B	34	15.938g	10.143g	26.081g	24.580g	1.50g	14.788%
M7 A	FRE 4	14.851g	9.240g	24.091g	22.718g	1.373g	14.859%
M7 B	36	16.082g	10.47g	26.552g	24.902g	1.65g	15.472%
M8 A	19	15.776g	9.855g	25.631g	24.088g	1.543g	15.657%
M8 B	25	16.187g	9.316g	25.503g	24.056g	1.447g	15.532%
M9 A	MIL 3	15.094g	9.284g	24.378g	22.963g	1.415g	15.241%
M9 B	028	14.922g	9.383g	24.305g	22.868g	1.437g	15.314%
M10 A	45	16.072g	9.024g	25.096g	23.728g	1.368g	15.159%
M10 B	MIL 2	16.123g	9.992g	26.115g	24.631g	1.484g	14.851%

Analista: Daysi Guadalupe López Barahona

Licda. Adá Yanira Arias de Linares
Jefa del Departamento de Química Agrícola




Figura A -22. Resultados de Análisis de Humedad Total para muestras de Maíz de Fábrica 4.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfonos: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 11 de agosto de 2011.

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD TOTAL PARA MUESTRAS DE MAÍZ AMARILLO

DATOS GENERALES.

Nombre de los solicitantes: Daysi Guadalupe López Barahona; Fausto Javier Chávez Escamilla.
Dirección: Urbanización San Rafael block "J" casa #5 pasaje 8 mejicanos, San Salvador
Teléfono: 71578351
Lugar de la recolección: Fabrica 4 (Tratamiento 4).
Fecha de recolección: 12/junio/11
Fecha de recepción de muestra: 13/junio/11
Fecha de análisis: 14/junio/11
Fecha de reporte: 14/junio/11
% = porcentaje de humedad total en una libra de maíz
Método: Humedad total.

Muestra	Identificación de caja	Peso de caja vacía	Peso de la muestra	Peso de caja mas muestra antes de secar	Peso de caja mas muestra seca	Perdida de peso	% de Humedad
M1 A	05 / 40	14.690g	9.351g	24.041g	22.848g	1.193g	12.757%
M1 B	MIL 2	16.172g	10.300g	26.472g	25.172g	1.30g	12.621%
M2 A	45 / 36	16.021g	10.118g	26.139g	24.977g	1.162g	11.484%
M2 B	25	16.233g	7.777g	24.01g	23.055g	0.955g	12.279%
M3 A	21	17.003g	10.843g	27.846g	26.708g	1.138g	10.495%
M3 B	021	16.113g	12.176g	28.289g	26.995g	1.294g	10.627%
M4 A	36	15.903g	7.730g	17.863g	16.025g	1.838g	23.777%
M4 B	1028	11.345g	6.518g	23.633g	21.764g	1.869g	28.674%
M5 A	19	16.087g	10.060g	26.147g	25.053g	1.094g	10.874%
M5 B	34	15.975g	7.975g	23.950g	23.092g	0.858g	10.758%
M6 A	40	16.155g	6.553g	22.708g	22.118g	0.59g	9.003%
M6 B	22	15.228g	10.283g	25.511g	24.494g	1.017g	9.890%
M7 A	33	16.052g	10.689g	26.741g	25.725g	1.016g	9.505%
M7 B	FRE 4	14.934g	11.324g	26.258g	25.154g	0.823g	7.267%
M8 A	027	13.910g	9.389g	23.299g	22.435g	0.864g	9.202%
M8 B	15	15.936g	11.399g	27.335g	26.189g	1.146g	10.053%
M9 A	MIL3	15.059g	12.374g	27.438g	26.54g	1.384g	11.184%
M9 B	6	15.088g	9.641g	24.729g	23.676g	1.053g	10.922%
M10 A	01	15.678g	9.035g	24.713g	23.761g	0.952g	10.536%
M10 B	51	15.595g	5.496g	21.091g	20.264g	0.827g	15.047%

Analista: Daysi Guadalupe López Barahona

Licda. Ada Yanira Arias de Linares
Jefa del Departamento de Química Agrícola



Figura A -23. Ubicación de la fábrica 2.



Figura A -24. Ubicación de la fábrica 2

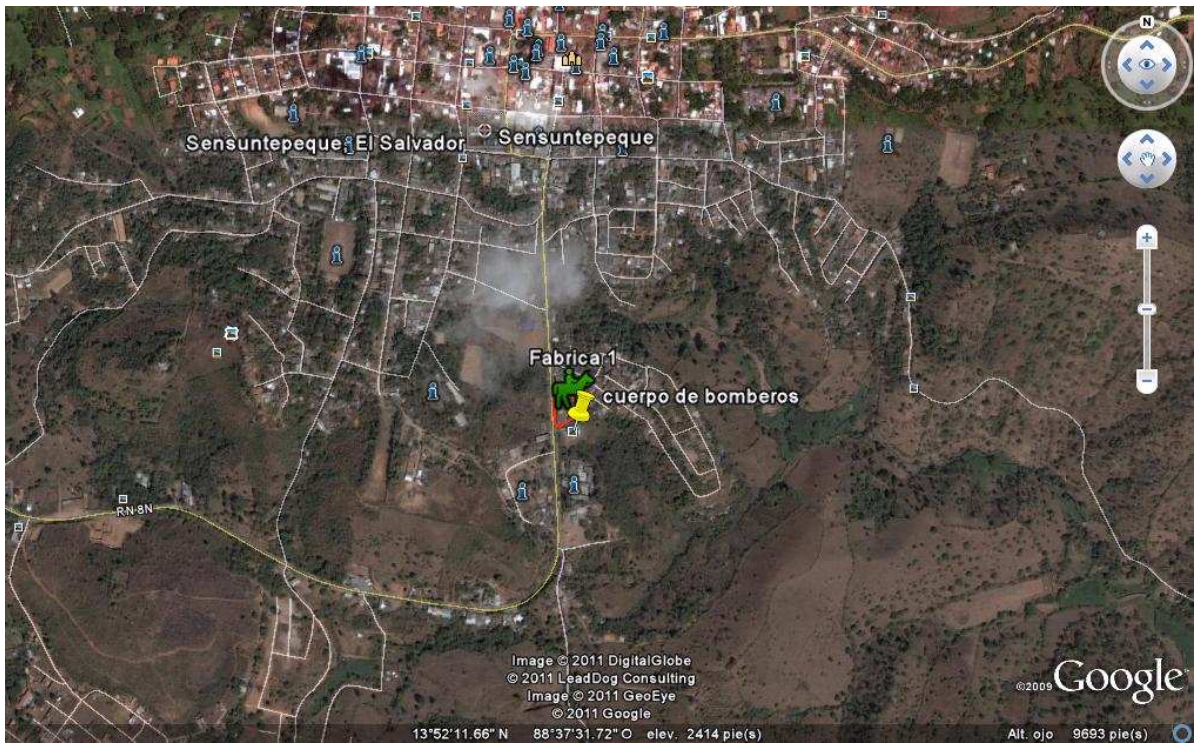


Figura A -25. Ubicación de la fábrica 4

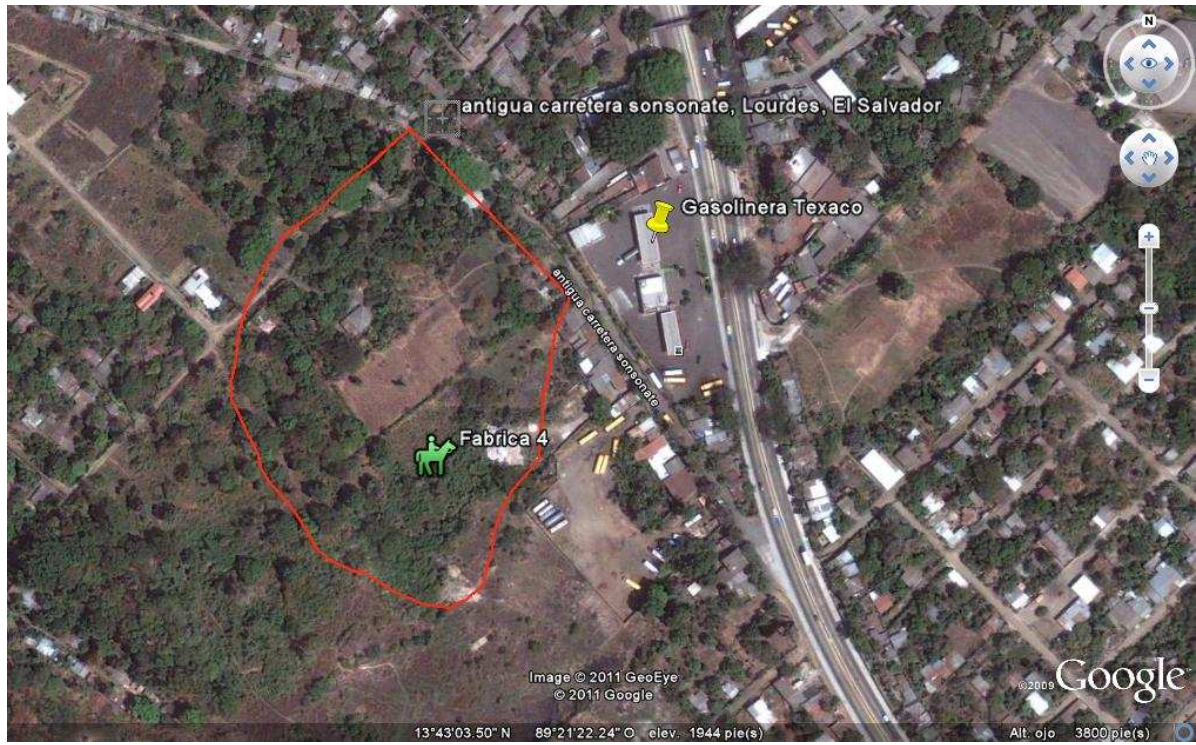


Figura A -26. formato de encuesta para fábricas de concentrado estudiadas



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA.
ELABORACION DE ENCUESTA PARA TRABAJO DE INVESTIGACION Y PROCESO DE TESIS.

Datos de la Zona:

- ✓ Ubicación: _____

- ✓ Rural _____
- ✓ Urbana _____
- ✓ Rustico _____
- ✓ Metros sobre nivel del mar _____ Precipitación fluvial: _____
- ✓ Humedad relativa: _____ Temperatura ambiental: _____

Manejo de Materia Prima y Concentrado.

1. Forma en que obtienen la materia prima :
Compras a un proveedor nacional _____
Son cosechados dentro de la empresa _____
Importaciones _____
2. ¿Si compran materia prima mencione cuales?

3. ¿Almacenan materias primas para concentrado?
Si _____
No _____
4. ¿Cuánto producto de materia prima almacenan?

5. ¿cuánto tiempo permanece la materia prima en la bodega?
Menos de una semana _____ Una semana _____ Más de una semana

6. El grano de maíz que compran es:
Quebrado _____ Entero _____
7. ¿Controlan la humedad de la materia prima comprada?
Si _____ No _____
8. ¿Controlan la temperatura de la materia prima comprada?
Si _____ No _____
9. ¿Cuál es la cantidad de producción por día de concentrado aproximadamente?

10. ¿Venden el concentrado que producen?
Si _____ No _____

11. Si contesto Si; ¿Cuanto venden de concentrado al mes?

12. ¿Cuál es el promedio de clientes por semana y mensual?

13. ¿agregan secuestrantes al concentrado?
Si _____ No _____

14. ¿Manejan la producción por medio de lote y fecha de fabricación?
Si _____ No _____ Otros _____

¿Cuáles? _____

Bodegaje.

15. ¿Donde se ubica la bodega, y que la rodea?

16. ¿Almacenan junta materia prima y concentrado?
Si _____ No _____

17. ¿Cuáles son las dimensiones asignadas para guardar la materia prima?

18. ¿Cuáles son las dimensiones asignadas para guardar el concentrado?

19. ¿Miden la temperatura de la bodega y la humedad?

Si _____ No _____

20. ¿Cuál es la temperatura promedio?

21. ¿Tiene control de plagas?

Si _____ No _____

22. ¿Qué tipo de plagas combaten?

Roedores _____ Cucarachas _____ Otros Insectos _____

23. ¿Poseen perdidas de la materia prima por plagas?

Si _____ No _____

24. ¿En las mismas instalaciones de cerdos se encuentra el área para la fabricación de concentrado?

25. ¿Limpian antes o después la maquinaria para la elaboración de cada concentrado?

26. ¿Cuántas veces a la semana realizan la limpieza de la maquinaria?

Tipificación de bodega y fábrica.

27. ¿Según la capacidad de volumen de la bodega como la categorizan?

Pequeña _____ Mediana _____ Grande _____

28. ¿Según la capacidad de volumen de la fábrica como la categorizan?

Pequeña _____ Mediana _____ Grande _____

29. ¿Con que materiales está construida la instalación de la bodega de concentrado, describa los materiales de estas estructuras?

Techo _____

Muro _____

Suelo _____

30. ¿Con que materiales está construida la fábrica de concentrado, describa los materiales de estas estructuras?

Techo _____

Muro _____

Suelo _____

31. ¿Qué tipo de mezcladora tienen?

32. ¿Diga con que pesa la materia prima?

33. ¿Qué otro tipo de maquinaria poseen para elaborar concentrado?

Figura A -27. Análisis de micotoxinas realizados anteriormente a materias primas por una de las fábricas en estudio.

SÉMOLA DE MAÍZ. (00SEMMA)

N° Crono **1006740** Ref cliente **NA.**

Proveedor **PLANTA CLIENTE** Fecha de muestro **07/05/2010**

Origen **PLANTA CLIENTE** Recibido el **10/05/2010**

Entregado por **R. COSS.**

Comentarios: **MÁS DE 1500,0g DE MUESTRA, CONTENIDA EN BOLSA DE PLÁSTICO.**

Análisis	Método	Resultado	Esperado	Tolerancia	Realizado por
AFLATOXINA 12/05/2010	ELISA	2,79 mcg/kg	0,00	(0,00 - 20,00)	EURO- NUTEC
*ALMIDON 20/05/2010	ENZIMÁTICO AFNOR NF V 18-121 03.97	49,08 %			EURO- NUTEC
FIBRA CRUDA 19/05/2010	WEENDE 06AI-75-025	3,91 %			EURO- NUTEC
HUMEDAD 11/05/2010	PERD AL SECADO 06AI-75-049	12,17 %			EURO- NUTEC
OCRATOXINA 12/05/2010	ELISA	Menor 5 mcg/kg	0,00	(0,00 - 10,00)	EURO- NUTEC
PROTEINA BRUTA 14/05/2010	KJELDAHL 06AI-75-047	9,20 %			EURO- NUTEC
T2 12/05/2010	ELISA	Menor 50 mcg/kg	0,00	(0,00 - 50,00)	EURO- NUTEC

Figura A -28. Análisis de micotoxinas realizados anteriormente a materias primas por una de las fábricas en estudio.

SÉMOLA DE MAÍZ. (00SEMMA)

N°Crono **1006740** Ref cliente **NA.**

Proveedor PLANTA CLIENTE Fecha de muestro 07/05/2010

Origen PLANTA CLIENTE Recibido el 10/05/2010

Entregado por R. COSS.

Comentario: MÁS DE 1500,0g DE MUESTRA, CONTENIDA EN BOLSA DE PLÁSTICO.

Análisis	Método	Resultado	Esperado	Tolerancia	Realizado por
AFLATOXINA 12/05/2010	ELISA	2,79 mcg/kg	0,00	(0,00 - 20,00)	EURO- NUTEC
ALMIDON ...	ENZIMÁTICO AFNOR NF V 18-121 03.97	Pendiente %			EURO- NUTEC
* FIBRA CRUDA 19/05/2010	WEENDE 06AI-75-025	3,91 %			EURO- NUTEC
HUMEDAD 11/05/2010	PERD AL SECADO 06AI-75-049	12,17 %			EURO- NUTEC
OCRATOXINA 12/05/2010	ELISA	Menor 5 mcg/kg	0,00	(0,00 - 10,00)	EURO- NUTEC
PROTEINA BRUTA 14/05/2010	KJELDAHL 06AI-75-047	9,20 %			EURO- NUTEC
T2 12/05/2010	ELISA	Menor 50 mcg/kg	0,00	(0,00 - 50,00)	EURO- NUTEC

Figura A -29. Análisis de micotoxinas realizados anteriormente a materias primas por una de las fábricas en estudio.

SÉMOLA DE MAÍZ. (00SEMMA)

N°Crono **1006740** Ref cliente **NA.**

Proveedor PLANTA CLIENTE Fecha de muestro 07/05/2010

Origen PLANTA CLIENTE Recibido el 10/05/2010

Entregado por R. COSS.

Comentario: MÁS DE 1500,0g DE MUESTRA, CONTENIDA EN BOLSA DE PLÁSTICO.

Análisis	Método	Resultado	Esperado	Tolerancia	Realizado por
* AFLATOXINA 12/05/2010	ELISA	2,79 mcg/kg	0,00	(0,00 - 20,00)	EURO- NUTEC
ALMIDON ...	ENZIMÁTICO AFNOR NF V 18-121 03.97	Pendiente %			EURO- NUTEC
FIBRA CRUDA ...	WEENDE 06AI-75-025	Pendiente %			EURO- NUTEC
HUMEDAD 11/05/2010	PERD AL SECADO 06AI-75-049	12,17 %			EURO- NUTEC
* OCRATOXINA 12/05/2010	ELISA	Menor 5 mcg/kg	0,00	(0,00 - 10,00)	EURO- NUTEC
PROTEINA BRUTA ...	KJELDAHL 06AI-75-047	Pendiente %			EURO- NUTEC
* T2 12/05/2010	ELISA	Menor 50 mcg/kg	0,00	(0,00 - 50,00)	EURO- NUTEC

Figura A -30. Análisis de micotoxinas realizados anteriormente a materias primas por una de las fábricas en estudio.

MAÍZ AMARILLO (00MA)

N° Crono **1006779** Ref cliente **NA.**

Proveedor NO DEFINIDO Fecha de muestro 07/05/2010

Origen NO DEFINIDO Recibido el 11/05/2010

Entregado por R. COSS.

Comentario: 878,0g DE MUESTRA MOLIDA, CONTENIDA EN BOLSA DE PLÁSTICO.

Análisis	Método	Resultado	Esperado	Tolerancia	Realizado por
* AFLATOXINA 12/05/2010	ELISA	6,39 mcg/kg	0,00	(0,00 - 20,00)	EURO- NUTEC
HUMEDAD 12/05/2010	NIR	14,34 %			EURO- NUTEC
* OCRATOXINA 12/05/2010	ELISA	Menor 5 mcg/kg	0,00	(0,00 - 10,00)	EURO- NUTEC
PROTEÍNA 12/05/2010	NIR	7,45 %			EURO- NUTEC
* T2 12/05/2010	ELISA	Menor 50 mcg/kg	0,00	(0,00 - 50,00)	EURO- NUTEC
* VOMITOXINA (DON) 12/05/2010	ELISA	0,402 mg/kg	0,00	(0,00 - 0,40)	EURO- NUTEC
ZEARALENONA 12/05/2010	ELISA	103,84 mcg/kg	0,00	(0,00 - 200,00)	EURO- NUTEC

