



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
POSGRADO EN  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS**

**TESIS:  
EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARAMETROS  
PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE  
CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS**

**QUE PRESENTA:  
MVZ. JAZMIN JANET VELAZQUEZ GUERRERO**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DE  
LOS ALIMENTOS**

**COMITÉ TUTORAL:**

**Dr. Teódulo Quezada Tristán  
Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores  
Dr. Ernesto Flores Ancira**

Jesús María, Aguascalientes, Junio 2011



OF. NO. CCA-D-111500-184-11

LIC. FRANCISCO JAVIER AVELAR GONZÁLEZ  
SECRETARIO GENERAL DE LA U.A.A.  
P R E S E N T E .

AT'N: C.P. MARIA ESTHER RANGEL JIMÉNEZ  
JEFA DEL DEPTO. DE CONTROL ESCOLAR

Por medio de la presente me permito informarle a Usted, que el C. JAZMÍN JANET VELAZQUEZ GUERRERO, alumna del Programa del Posgrado en Ciencia y Tecnología Agrícolas, Pecuarias y de los Alimentos en nivel maestría, ha cumplido de manera satisfactoria los requisitos académicos del programa y ha recibido la aprobación explícita de su tesis titulada "EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS"

Lo anterior es a fin de que la C. Jazmín Janet Velázquez Guerrero pueda proseguir en los trámites correspondientes pertinentes a la obtención del grado académico respectivo.

Agradeciendo de antemano su atención al presente, me despido de usted, enviándole un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Jesús María, Ags., 13 de Junio de 2011.

"SE LUMEN PROFERRE"



M. en C. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**MC. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN**  
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias de la  
Universidad Autónoma de Aguascalientes

**Estimado maestro Pallás:**

Con base al capítulo XVI del Reglamento General de Docencia de UAA, comunico que he revisados el trabajo de tesis que presenta LA MVZ. JAZMÍN JANET VELAZQUEZ GUERRERO, intitulado "EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS", como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS, a partir de los cuales considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expuesto, le otorgo mi VOTO APROBATORIO para dicha tesis, con el objetivo de que la MVZ Jazmín pueda continuar con los trámites correspondientes.

Se extiende el presente para los trámites administrativos necesarios para el interesado.

*"SE LUMEN PROFERRE"*

Jesús María, Aguascalientes a 13 de junio de 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Teodulo Quezada Tristán', written over a circular stamp or seal.

**DR. TEODULO QUEZADA TRISTÁN**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
Tutor de la alumna

c.c.p.Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**MC. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN**  
**Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias de la**  
**Universidad Autónoma de Aguascalientes**

**Estimado maestro Pallás:**

Con base en el capítulo XVI del Reglamento General de Docencia de la UAA, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta LA MVZ. JAZMIN JANET VELAZQUEZ GUERRERO, intitulado "EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS", como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS, a partir de lo cual considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expuesto, le otorgo mi VOTO APROBATORIO para dicha tesis, con el objetivo de que la MVZ Jazmín pueda continuar con los trámites correspondientes.

Se extiende el presente para los trámites administrativos necesarios para el interesado.

*"SE LUMEN PROFERRE"*

Jesús María, Aguascalientes a 13 de junio de 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. Flores'.

**DR. ARTURO VALDIVIA FLORES**  
**PROFESOR INVESTIGADOR**

**Integrante del Comité Tutoral de la alumna**

c.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**MC. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN**  
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias de la  
Universidad Autónoma de Aguascalientes

**Estimado maestro Pallás:**

Con base al capítulo XVI del Reglamento General de Docencia de UAA, comunico que he revisados el trabajo de tesis que presenta LA MVZ. JAZMÍN JANET VELAZQUEZ GUERRERO, intitulado "EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS", como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS, a partir de los cuales considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expuesto, le otorgo mi VOTO APROBATORIO para dicha tesis, con el objetivo de que la MVZ Jazmín pueda continuar con los trámites correspondientes.

Se extiende el presente para los trámites administrativos necesarios para el interesado.

*"SE LUMEN PROFERRE"*

Jesús María, Aguascalientes a 13 de junio de 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ernesto Flores Ancira'.

**DR. ERNESTO FLORES ANCIRA**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
Integrante del comité tutorial de la alumna

c.c.p.Archivo

## DEDICATORIA

A Dios que sin él no soy nada ya que el ilumino y guio mi camino para poder realizar mis objetivos.

A mis padres Ma. Esther Guerrero Domínguez y Eugenio Aguilar Ramos que gracias a su ayuda y mucho esfuerzo pude concluir mi trabajo con éxito.

A mi tutor el Dr. Teódulo Quezada Tristán que gracia a que me tuvo mucha paciencia y me ayudo en todo momento pude hacer mi maestría.

A la Dra. Yisa María Ochoa Fuentes, que fue una parte importante en esta etapa de mi vida tanto como maestra y amiga por todos y cada uno de sus consejos que me ayudaron en todo momento.

Y a todos los maestros que estuvieron conmigo en este recorrido que por momento me fue muy largo y desesperante y por otros fue de mucho aprendizaje, aventuras y muchas risas.

## AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento más importante es para el Centro de Ciencias Agropecuarias que fue mi segunda casa durante este tiempo y que me permitió realizar mi estudio en sus instalaciones sin ninguna restricción.

Al igual le agradezco a toda el Área Pecuaria que con ayuda de todos sus trabajadores que son el Mono, Don Chuy, Don Agustín, Don Emilio, Don Lupe, Don Pedro y Don Esteban que más que trabajadores se volvieron para mi unos verdaderos amigos porque podía contar con ellos en todo momento.

También al Taller de Rastro del Centro Agropecuario, donde pude revisar las canales de los toros estudiados y fue gracias a la ayuda de Don Alex, de Toñito y de Martin, que siempre estuvieron al pendiente de mi, cada que ingresaba al taller.

Al Laboratorio de Investigación y al Laboratorio de Parasitología Agrícola que gracias a ellos pude hacer almacenamiento y el corrido de mis muestras, donde pude trabajar para obtener mis niveles de Aflatoxinas, como donde pude hacer mi identificación y conteos de mis hongos.

A mis compañeros de trabajo, a Shantal, Chely, Bacco, Carolina, Manolo, y a mis instructores beca porque ellos aportaron mucho con su ayuda tanto física como moral.

A mis asesores Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores y al Dr. Ernesto Flores Ancira por todo su apoyo y atención que siempre recibí de su parte.

Y a todas las personas y a cada uno de los departamentos e instituciones que apoyaron para poder desarrollar con éxito este trabajo.

Muchas Gracias por todo su apoyo.

**INDICE GENERAL**

<b>CONTENIDO</b>		<b>Pagina</b>
<b>I</b>	DEDICATORIA	i
<b>II</b>	AGRADECIMIENTO	ii
<b>III</b>	ÍNDICE GENERAL	iii
<b>IV</b>	ÍNDICE DE CUADROS	iv
<b>V</b>	ÍNDICE DE FIGURAS	v
<b>VI</b>	ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS	vi
<b>VII</b>	RESUMEN	viii
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1	JUSTIFICACIÓN	2
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
2.1	Producción animal	3
2.1.1	Producción de carne bovina	3
2.1.2	Parámetros productivos	5
2.2	Manejo alimenticio	6
2.2.1	Clima y suelo	6
2.2.2	Producción y conservación de alimentos	6
2.2.3	Ensilaje	7
2.2.4	Alimentación de bovinos	8
2.3	Hongos micotoxicogenicos	8
2.3.1	Hongos toxicogénicos	8
2.3.2	Principales hongos contaminantes del alimento	10
2.3.3	Micotoxinas	11
2.3.4	Métodos de destoxificación de las micotoxinas	17
<b>3</b>	<b>HIPOTESIS</b>	23
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	24
4.1	Objetivo general	24
4.2	Objetivos específicos	24
<b>5</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	25
5.1	Ubicación geográfica del estudio	25
5.2	Características de la explotación	25
5.3	Características de los animales	25
5.4	Metodología	26
5.4.1	Muestreo del ensilaje de maíz	26
5.4.2	Cultivo de ensilaje para detección de hongos	27
5.4.3	Detección de micotoxinas	28
5.4.4	Parámetros productivos	29
5.4.5	Manejo de ganado	29
5.4.6	Parámetros de rendimiento y calidad de la canal	32
5.4.7	Grado de rendimiento	33
5.5	Diseño de la investigación	36
5.6	Análisis estadístico	37
<b>6</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	38
6.1	Prevalencia de hongos en el ensilaje de maíz	38
6.2	Niveles de contaminación del ensilaje	40
6.3	Evaluar los parámetros productivos y calidad de la canal	42
6.3.1	Parámetros productivos	42
6.3.2	Parámetros de grado de rendimiento	45
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	49
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	50

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pagina</b>
<b>1</b>	Participación en la producción mundial de carne bovina, 2007	3
<b>2</b>	Participación de países en la exportaciones mundiales de carne bovina	4
<b>3</b>	<i>Condiciones propicias de la producción de micotoxinas por diferentes hongos, 2006</i>	10
<b>4</b>	Incidencia de micotoxinas por zona geográfica, 1998	12
<b>5</b>	Límites permitidos para consumo animal de Aflatoxina, 2002	17
<b>6</b>	Propiedades físico-químicas de la clinoptilolita, 1996	21
<b>7</b>	Composición de la dieta de adaptación ofrecida a los grupos de animales CTL y T <sub>1</sub>	30
<b>8</b>	Composición de la dieta de estudio ofrecida a los grupos de animales CTL y T <sub>1</sub>	30
<b>9</b>	Porcentajes de los cortes estimados en base a las equivalencias del grado de rendimiento, 2005	36
<b>10</b>	Niveles de micotoxina (AFB <sub>1</sub> )	40
<b>11</b>	Niveles de unidades formadoras de colonias (UFC)	41

**INDICE DE FIGURAS**

	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pagina</b>
<b>1</b>	Estructura química de la aflatoxina B1	13
<b>2</b>	Técnica de “W” o “zigzag”	26
<b>3</b>	Método de obtención de unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos	28
<b>4</b>	Peso de la canal caliente	32
<b>5</b>	Regiones de evaluación del grado de rendimiento de la canal	33
<b>6</b>	Grasa de cobertura	34
<b>7</b>	Pesado de la grasa de riñón, corazón y pelvis del animal	35
<b>8</b>	Área del ojo de la costilla	35
<b>9</b>	Porcentaje de prevalencia de hongos	38
<b>10</b>	Prevalencia de <i>F. colmurorum</i> , <i>A. Parasiticus</i> , <i>flavus</i>	39
<b>11</b>	Comportamiento de los niveles de contaminación de los hongos (UFC) con respecto a los niveles de contaminación con la AFB1	42
<b>12</b>	Rendimiento en canal	43
<b>13</b>	Kilogramos totales aumentados	43
<b>14</b>	Consumo de alimento por animal	44
<b>15</b>	Ganancia diaria de peso	45
<b>16</b>	Graficas de grasa de cobertura, grasa de corazón, pelvis y riñón y ojo de la costilla	46
<b>17</b>	Grado de rendimiento	47

## ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS

Este documento hace referencia a los siguientes símbolos y abreviaturas de la manera siguiente:

SIGLA O ABREVIATURA	NOMBRE
%	Por ciento
/	Por
<	Menor que
>	Mayor que
±	Más ; menos
°C	Grados centígrados
µg	microgramo
ADN	Acido desoxirribonucleico
AFB1	Aflatoxina B1
AFs	Aflatoxinas
AM	Área del musculo largo dorsal en la doceava costilla
aw	Actividad de agua
CA	Consumo de alimento
CTL	Grupo Control
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramo
GC	Grasa de cobertura
GDP	Ganancia diaria de peso
GdR	Grado de rendimiento
Gr/cm <sup>3</sup>	Gramo por centímetro cubico
GCPR	Grasa de corazón, pelvis y riñón
HPLC	Cromatografía líquida de alta resolución
hrs	Horas
HSCAS	Clinoptilolitas de sodio y calcio hidratado
IACR	Internacional Agency for Cancer Research
IC	Índice de conversión
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
kg	Kilogramo
kg/ton	Kilogramo por tonelada
lb/pulg <sup>2</sup>	Libra sobre pulgada cuadrada
mg/kg	Miligramos por kilogramo
min	Minuto
mm	milímetros
MS	Material seca
NOM	Norma oficial mexicana
PCC	Peso de la canal caliente
PF	Peso final

pH	Potencial de hidrógeno
PI	Peso inicial
ppb	Partes por billón
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<i>spp</i>	Especies
T <sub>1</sub>	Grupo Tratado
UFC	Unidades formadoras de colonias
UFC/g	Unidades formadoras de colonia sobre gramos
UFC/mL	Unidades formadoras de colonias sobre mililitros
USDA	United States Department of Agriculture
V	Vertebra
µg/g	Microgramo por gramo
µg/kg	Microgramo por kilogramo

---



## RESUMEN

**EFFECTO DE LA CLINOPTILOLITA SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS ALIMENTADOS CON ENSILAJE CONTAMINADO DE MANERA NATURAL CON MICOTOXINAS.** Jazmín Janet Velázquez Guerrero, Teódulo Quezada Tristán, Arturo Gerardo Valdivia Flores, Ernesto Flores Ancira.

La ganadería bovina productora de carne es afectada por el consumo de alimentos contaminados por hongos que producen micotoxinas, ocasionando una disminución en los parámetros reproductivos, productivos, nutricionales e inmunológicos. El objetivo en este estudio fue proponer a las clinoptilolita como una alternativa para disminuir los efectos negativos de las micotoxinas presentes en el alimento en los bovinos de razas especializadas en la producción de carne. Se hicieron tres lotes con 20 animales conformados por bovinos machos productores de carne, los cuales se distribuyeron en dos grupos homogéneos a los cuales se les asignó dos tratamientos: CTL) Dieta sin clinoptilolita y T<sub>1</sub>) Dieta con clinoptilolita (2 kg/ton de alimento). Con el fin de detectar la micotoxina AFB<sub>1</sub>, en cada una de las muestras se procedió a realizar el muestreo de ensilaje de maíz de manera bimensual para después llevar al cabo el cultivo de hongos en un medio Agar Dextrosa y Papa mediante el método (AOAC), utilizando la técnica HPLC. Los animales se alimentaron diariamente durante 110 días y se pesaron cada 21, registrándose los siguientes parámetros de forma semanal: a). Consumo de Alimento (CA); b). Ganancia Diaria de Peso (GDP); c). Índice de Conversión (IC). Antes del sacrificio, se obtuvieron los pesos finales. Una vez sacrificados se pesaron las canales en caliente y se determinaron tanto el rendimiento del animal y de la canal respectivamente. Los cultivos realizados a 13 muestras de ensilaje permitieron identificar la presencia de hongos del género *Aspergillus spp* (*flavus* con 70% y *parasiticus* 55%) y *Fusarium spp* (*Colmurorum* 66%). La prueba de detección de micotoxinas realizada a las 13 muestras logró detectar presencia de Aflatoxina B1 pero todas con niveles inferiores a 300 µg/kg como lo señala la NOM-188-SSA1-2002. No se observó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en los parámetros productivos. El rendimiento en canal fue mayor ( $P \geq 0.5$ ) en el grupo CTL comparado con el T<sub>1</sub>. La adición de la clinoptilolita a razón de 2 kg/ton de alimento no mejoró significativamente ( $P \geq 0.5$ ) los parámetros bajo escrutinio en éste trabajo que son Consumo de Alimento (CA); Ganancia Diaria de Peso (GDP); Índice de Conversión (IC); Peso Final (PF), Rendimiento en canal y Grado de rendimiento (Grasa de corazón, pelvis y riñón, grasa de cobertura, ojo de la costilla, canal caliente).

**Palabras clave:** Ensilaje, hongos, micotoxinas, clinoptilolita, aflatoxina, parámetros productivos, calidad de la canal.



# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## 1. INTRODUCCIÓN

En México la ganadería destinada a la producción de carne de bovino es una de las de mayor importancia socioeconómica. En el país existen un total de 31 millones de cabezas de ganado bovino de los cuales 28 millones están destinados para la producción de carne (INEGI, 2007), generando una producción de 2.75 millones de toneladas de carne (SAGARPA, 2003); en Aguascalientes la población de ganado productor de carne es de 35,000 cabezas (INEGI, 2006).

Para lograr que la producción de carne de bovino logre mejores niveles productivos es necesario mejorar los factores que interactúan con el animal como los ambientales, nutricionales, genéticos, reproductivos, y todos aquellos relacionados con el área de la salud animal (Butkeraitis, 2008). Dentro de la nutrición de los rumiantes los forrajes (ensilajes) forman parte fundamental de su alimentación conjuntamente con granos y aditivos nutricionales., ámbos (forrajes y granos) al estar expuestos al medio ambiente entran en contacto con esporas de hongos productores de toxinas antes, durante y después de la cosecha, así como durante el proceso de transporte y almacenamiento (Scudamore y Livesey, 1998).

Uno de los ensilajes más importantes y que forma una parte importante en las dietas utilizadas para la engorda de bovinos productores de carne es el ensilado de maíz, el cual es un método de conservación con pérdidas mínimas en su calidad nutricional (Oudeelferink y Driehuis, 2001). La disminución del valor alimenticio del material ensilado durante su almacenamiento ocurre debido al desarrollo de hongos debido altas temperaturas, humedad e infestación por insectos (Garon, 2006). Los hongos al crecer sobre los materiales vegetales producen metabolitos secundarios que actúan como antibióticos los que a su vez favorecen la prevalencia del hongo frente a otros microorganismos, muchos de estos hongos son tóxicos para plantas y animales (Carrillo, 2003). Los metabolitos que enferman o matan a los animales se conocen como micotoxinas y estas a su vez producen una afección llamada micotoxicosis (Piva *et al.*, 1995).

Las micotoxinas son compuestos ubicuos que difieren mucho en sus propiedades químicas, biológicas y toxicológicas (Lillehoj, 1991), y su metabolismo es complejo en los rumiantes, la toxicidad aparece a través de problemas crónicos menores y rara vez conduce a la muerte, se ha reportado una disminución de la ingesta del alimento y en su

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

producción (Pearson y Dutson, 1994; Zinedine, 2007). Las aflatoxinas (AF) reducen el crecimiento del ganado e incrementan los requerimientos de proteína en la dieta (Butkeraitis, 2008). Por lo anterior el presente estudio plantea como objetivo proponer a las clinoptilolitas como una alternativa para disminuir los efectos negativos de las micotoxinas presentes en el alimento en bovinos de razas especializadas en la producción de carne.

### **1.1. Justificación**

Según los artículos revisados nos indican que el efecto de la aflatoxina tienen un impacto económico muy importante en las explotaciones pecuarias, ya que afectan la salud animal, disminuye las ganancias de peso, la eficiencia alimenticia, el índice de conversión, la fertilidad, aumenta los problemas metabólicos requiriendo una mayor demanda de forrajes y suplementos alimenticios hasta llegar a producir la muerte de los animales que consumen alimentos contaminados con micotoxinas en intoxicaciones agudas debido a que existe poca información de la contaminación natural de ensilajes de maíz en México, así como su efecto, sobre los parámetros productivos y la calidad de la canal del ganado bovino productor de carne es que se llegó a la conclusión de realizar un estudio del que estamos presentando.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Producción Animal

#### 2.1.1 Producción de carne bovina

Según la FAO (2009) el inventario nacional en el 2007 fue de 31.95 millones de cabezas con una producción en pie de 7.96 millones de toneladas, señalando además que la carne en canal de ganado bovino producida para el mismo año fue 2.05 millones de toneladas, representando el 26% del total de carne producida en el país. De la década de los ochentas hasta mediados de los noventas la carne de bovino representó la mayor proporción de la carne producida, en 1990 la carne de bovino aportó aproximadamente el 42% del total de la carne producida en México (INEG 2007).

##### 2.1.1.1 Producción de ganado bovino productor de carne (Mundial, Nacional y Local).

A nivel mundial en el año 2006 la producción de carne bovina alcanzó las 61 millones de toneladas, incrementándose en un 10% la producción con respecto a 1997.

Los principales países productores de carne bovina a nivel mundial son: Estados Unidos, Brasil, China, Argentina, Rusia y Australia los cuales generan el 54% de la producción global, siendo Estados Unidos el principal productor aportando un 20% de la producción mundial (FAO 2007)(Cuadro 1).

Cuadro 1. Participación en la producción mundial de carne bovina, 2007.

País	Producción mundial de carne (%)
E.U.A	20
Brasil	13
China	12
Argentina	5
Rusia	3
Australia	3
Otros	44

FAO (2007)

De acuerdo a datos oficiales, ocho países abastecen más del 90% de la demanda mundial de carne de res: Australia, Argentina, Estados Unidos, Canadá, Unión Europea,

Brasil, Nueva Zelanda y Uruguay. Con una participación del 14% del mercado Alemania ostenta el liderazgo mundial como principal exportador de carne bovina (Cuadro 2).

Cuadro 2. Participación de países en la exportación mundial de carne bovina, 2007.

<b>País</b>	<b>Exportación (%)</b>
Alemania	14.0
Francia	12.0
Países bajos	11.0
España	8.0
Bélgica	5.0
Otros	50.0

*FAO (2007)*

A nivel mundial, México ocupa el 7° lugar con una producción de 1'630,000 toneladas carne (FAO, 2007), con alrededor de 1 millón 500 mil unidades de producción destinadas a la ganadería bovina; en el 2006 México produjo cerca de 1,400 millones de toneladas de carne bovina e importó alrededor de 400 millones de toneladas (INEGI, 2006). La ganadería bovina destinada a la producción de carne es una de las actividades más difundidas en el medio rural y se realiza en todas las regiones agroecológicas del país. Se estima que la ganadería se desarrolla en aproximadamente 110 millones de hectáreas, que representan alrededor del 60% de la superficie del territorio nacional (INEGI, 2006). A nivel nacional los tres primeros lugares en producción de carne los ocupan los estados de Veracruz con 230,558 cabezas, Chiapas 99,839 cabezas y Jalisco 179,369 cabezas (INEGI, 2007).

El estado de Aguascalientes cuenta con una población total de 102,244 cabezas de ganado productor de carne de las cuales 40,702 se encuentran en el municipio de Aguascalientes y el resto en los otros 10 municipios (INEGI, 2007). En el año 2006, el estado tuvo una producción de 12,754 toneladas de carne, ocupando el 26° lugar a nivel nacional (INEGI, 2007).

#### **2.1.1.2 Consumo de carne de bovino (Mundial, Nacional)**

La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano debido a su aporte en proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas y minerales. A través de la historia, el consumo de carnes como alimento ha mantenido una posición privilegiada tanto social como económicamente. En la medida en que las naciones se industrializan, mejoran también su economía y el consumo de carne. Además, mientras las personas

prosporan social y económicamente, tienden a demandar una mejor calidad y cantidad de productos cárnicos (Hedrick *et al.*, 1994).

Además la carne provee calorías procedentes fundamentalmente de su contenido de lípidos, pero su contribución vital a la dieta son las proteínas, vitaminas del complejo B, ácidos grasos esenciales y minerales como hierro, zinc y fósforo (Pearson y Tauber, 1984; Hedrick *et al.*, 1994; Pearson y Dutson, 1994).

La carne es el tejido animal más apropiado para ser usado como alimento y se subdivide en varias categorías generales: carnes rojas y blancas basándose en la concentración del pigmento mioglobina; también en carne de animales (res, cerdo, aves, etc.), mariscos y animales no domesticados, dentro de la categoría de carnes rojas se identifican la de vacuno, cerdo, cordero y ternera (Hedrick *et al.*, 1994; Shlosberg *et al.*, 1997).

Información de Estados Unidos indica que en el periodo de 1965 a 1990 el consumo de pollo y pavo se incrementó en un 113 y 146 % respectivamente (Bunch, 1987; Pearson y Dutson, 1994), mientras que se reflejó una disminución de un 10% en el consumo de carnes rojas (USDA, 1991; Pearson y Dutson, 1994).

El consumo de carne bovina a nivel mundial ha experimentado un crecimiento del 7% entre los años 1996 y 2000, estimándose un retroceso de un 1.7% para el año 2001 (INEGI, 2006). En cuanto a consumo per cápita se refiere, Argentina encabeza la lista con un consumo de 62.3 kg, a éste le siguen Estados Unidos, Australia y Brasil, a lo que se refiere a México el consumo anual per cápita de carne limpia (desgrasada y deshuesada) fue 22 libras (10 kg) lo que equivale aproximadamente a 28 libras (13 kg) en base al peso de canal (Acevedo, 2004). La mayor proporción en el consumo de carnes se ubica en el continente Americano con un 53.4%, seguido por Europa con el 23.4% y por Asia con un 19.3% (FAO, 2007).

## **2.1.2 Parámetros productivos**

### **2.1.2.1 Consumo de alimento**

La alimentación del rebaño se realiza en base a gramíneas y residuos de cosechas, el reto está en maximizar la eficiencia de la función ruminal y el comprender los factores que regulan el consumo voluntario en los animales para saber cómo mejorar las estrategias de alimentación y mejorar éste parámetro (Preston y Leng, 1989).

### **2.1.2.2 Conversión alimenticia**

La eficiente alimentación en el ganado bovino está influenciada por la digestibilidad de las dietas, la genética, el estado fisiológico y otros factores ambientales como humedad y temperatura todo esto se ve reflejado en el animal y si este tuviera un déficit nutricional se movilizará en búsqueda de alimento que le satisfaga y los consumirá hasta sentir la sensación de saciedad ya que el apetito varía de un animal a otro, y lo que se busca en la ganadería moderna es maximizar el consumo y minimizar las pérdidas de energía, para alcanzar el máximo potencial de producción. (Preston y Leng, 1989).

## **2.2 Manejo Alimenticio**

### **2.2.1 Clima y suelo**

En la actualidad las actividades ganaderas no están siendo muy productivas por diversos factores entre los que destaca falta de organización, capacitación, comercialización entre otros y por la sequía principalmente, la cual se ha ido acrecentando en los últimos años y que esto ha conducido a un deterioro progresivo de las tierras agrícolas y de los pastizales naturales, generándose un menor rendimiento de las actividades agropecuarias obligando a los productores a buscar oportunidades de trabajo en los Estados Unidos (Arias *et al.*, 2008).

### **2.2.2 Producción y conservación de alimentos**

El manejo inapropiado de los cultivos causa pérdidas significativas en la cantidad y calidad de los mismos; las pérdidas pos-cosecha oscilan en los Estados Unidos entre un 9% y en países en vías de desarrollo en un 50%, y son consecuencia del efecto de la invasión de los granos por hongos (Pimentel, 1991).

En los granos cosechados, los hongos provenientes del campo son gradualmente remplazados por los hongos típicos del almacenamiento ya que la presencia de varias condiciones de almacenamiento propician la producción de diferentes tipos de hongos y estos al encontrarse en un estado de estrés propician la producción de metabolitos secundarios (micotoxinas)., las especies que se encuentran con mayor frecuencias en el maíz, sorgo, arroz y otros cereales en climas tropicales, son las mismas que las aisladas en regiones templadas, en general, se aísla gran variedad de especies de *Aspergillus*, mientras que las de *Penicillium* son aisladas en forma más reducida (Pelhate, 1988; Abramson *et al.*, 1990).

El crecimiento de los hongos sobre los cultivos, puede llegar a generar las micotoxinas desde antes o durante la cosecha, la transportación, el almacenamiento y en la producción de alimentos balanceados (Betina, 1994). El desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas están en función de las condiciones climatológicas extremas que prevalecen bajo condiciones de campo, o bien debido a las condiciones inadecuadas de almacenaje, donde puede haber insectos, variaciones en la temperatura ambiental (Shlosberg *et al.*, 1997). Este problema podría tender a incrementarse en la medida que un número creciente de agricultores opte por reducir los trabajos de cosecha quitar labranza, dejando sobre los campos remanentes de cosecha que podrían convertirse en causante de esporas de hongos (Carrillo, 2003).

### **2.2.3 Ensilaje**

Los ensilados de maíz que se utilizan en la nutrición de los rumiantes son una de las principales fuentes de contaminación con micotoxinas en la cadena alimentaria ya que Garon (2006), reporta que la reducción o pérdida del valor nutricional del material ensilado durante su almacenamiento ocurre debido al desarrollo de hongos, los cuales se pueden presentar desde antes de la cosecha debido a diversos factores, entre ellos los ambientales, como condiciones climatológicas, la selección de semilla, disponibilidad de nutrientes y humedad. El deterioro del ensilaje resulta una pérdida de en la cantidad de materia seca (MS) y nutrientes (Lindgren *et al.*, 1988; Woolford, 1990). La acumulación de productos de degradación de las proteínas puede afectar la palatabilidad del ensilado y ocasionar que el ganado disminuya su consumo (Lindgren *et al.*, 1988; Garon, 2006). Además, puede favorecer el crecimiento de hongos capaces de formar micotoxinas (Holzer *et al.*, 1999). El crecimiento de hongos se observa con frecuencia en ensilajes donde no se consiguieron y mantuvieron condiciones de anaerobiosis como es cerca de la superficie del ensilaje, en ensilados con un sellado deficiente, donde el plástico ha sufrido perforaciones, o en ensilados con una baja densidad (Clarke, 1988). Estudios realizados por Garon reportaron que los principales géneros de hongos asociados con el ensilaje son: *A. flavus*, *A. fumigatus*, *F. verticillioides* y *F. proliferatum*, al igual que otras especies como contaminantes naturales corresponden a *Byssochlamys nivea*, *Penicillium spp.* (*P. roqueforti*), *Monascus spp.* y *Trichoderma spp.* (Uriarte *et al.*, 2002).

## **2.2.4 Alimentación de bovinos**

El ganado de carne estabulado, requiere de raciones con alta densidad de nutrientes para ayudarlo a desarrollar su máximo potencial genético, en forma rápida y eficiente, todo esto depende de la dieta ya que debe de ser balanceadas con granos, minerales, aditivos y forrajes donde uno de los más importantes es el ensilaje de maíz debido a que es un alimento excelente para los rumiantes debido al elevado contenido de energía que aporta el grano, a través del almidón pero al igual tiene una deficiencia de proteína pero puede ser corregido a través de sub-productos. (Oudeelferink y Drienhuis, 2001).

El ensilaje destinado a la alimentación de los rumiantes son una de las principales fuentes de contaminación con micotoxinas en la cadena alimentaria pero teniendo una buena conservación del ensilaje con un pH que oscile entre 3.7 - 4.2, temperatura 30°C, una humedad fluctuando entre 54.6 - 68.34% y con buenas condiciones de anaerobiosis para inhibir el desarrollo de los principales microorganismos causantes del deterioro de los alimentos se puede tener un excelente forraje (Oudeelferink y Drienhuis, 2001; Reyes *et al.*, 2008).

## **2.3 Hongos Micotoxicogénicos**

### **2.3.1 Hongos toxicogénicos**

La contaminación del alimento se produce durante todo el proceso previo, durante o posterior a la cosecha, ya que los forrajes están en contacto directo con esporas de los hongos (Carrillo, 2003). El crecimiento de hongos está influenciado por varios parámetros físico-químicos como la actividad de agua (*aw*), la temperatura, la presencia de oxígeno, la naturaleza del sustrato y el pH (Oudeelferink y Drienhuis, 2001).

Otros factores como roedores, pájaros e insectos participan en el proceso de contaminación al causar lesiones físicas en el tejido vegetal promoviendo la penetración de las esporas (Scudamore y Livesey, 1998). El grano de maíz puede contener altas concentraciones de hongos que tienen un efecto negativo para el ganado dependiendo de las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento y cosecha (Santin, 2005).

#### **2.3.1.1 Género *Aspergillus spp.***

Las especies del género *Aspergillus spp.* son saprofitas y pueden crecer en un amplio rango de sustratos naturales y condiciones climáticas, también se les conoce por ser un

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

hongo de almacenamiento (Carrillo, 2003; Vaamode *et al.*, 2003). Este hongo poseen gran versatilidad metabólica y habilidad para dispersar sus esporas en el ambiente, estas pueden causar hipersensibilidad en personas con fibrosis y neumonitis y algunas especies son productoras de micotoxinas y causantes de importantes micotoxicosis en humanos y animales, entre las que destacan las aflatoxinas (Lillehoj, 1991; Deshpande, 2002).

#### **2.3.1.2 Género *Fusarium spp.***

El *Fusarium spp.* es un hongo aerobio que forma parte de la flora de campo; sustratos fitopatógenos y sustratos de cereales (Carrillo, 2003). Ha sido descrito fundamentalmente en las regiones frías de Europa, América y Asia, en donde se le ha encontrado en cereales como maíz, trigo y cebada, y sobrevive a temperaturas entre los 6 y 40 °C con un rango óptimo de crecimiento entre 18 y 30 °C, debe de estar en estado de aerobio y requiere de una aw superior a 0.88 para crecer y proliferar y superior a 0.91 para producir micotoxinas (Zinedine, 2007)

#### **2.3.1.3 Género *Penicillium spp.***

Los hongos del género *Penicillium spp.*, producen diferentes toxinas que pueden resultar dañinas y hacer el alimento no comestible y peligroso, entre las cuales destacan el ácido cliclopiazónico (CPA), patulina (PAT), ácido micofenólico (MPA) y la roquefortina C (ROC) generando en el ganado diferentes manifestaciones clínicas como hemorragias gastrointestinales, abortos y pérdida de apetito (Mansfield *et al.*, 2008). La mayoría de las especies del género *Penicillium* son ubicuas y saprófitas y crecen en una amplia variedad de ambientes con diversas fuentes de carbono y condiciones fisicoquímicas., si bien son hongos típicos de suelo mineral, también contaminan la vegetación en descomposición y crecen en hábitat secos, además están asociados con alimento de consumo humano como quesos, embutidos y fermentados, ciertas especies de *Penicillium* le dan al producto el aroma, el sabor y la apariencia (Millet *et al.*, 2006). Mansfield (2008) encontró que de un total de 120 muestras de ensilaje de maíz el 60% contenía concentraciones de roquefortina C entre el 0.38 µg/g, el 42% de ácido micofenólico y el 37% con ácido cliclopiazónico ya sea de forma individual o en combinación de varias micotoxinas juntas.

### 2.3.2. Principales hongos contaminantes del alimento

La mayoría de los hongos contaminantes de alimentos crecen en los cereales, produciendo sus toxinas cuando las condiciones de humedad y nutrientes son favorables por esta razón se estima que entre el 25 y 40% de los cereales pueden estar contaminados con alguna o varias micotoxinas (Pittet, 1998). Las micotoxinas son productos altamente tóxicos generados del metabolismo secundario de algunos hongos, principalmente pertenecientes a *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Fusarium spp.*, sin embargo, cada género presenta condiciones particulares diferentes (Baath *et al.*, 1990; Samson *et al.*, 1995; USDA, 1999; FAO, 2003). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Condiciones propicias de la producción de micotoxinas por diferentes hongos, 2006.

Especie	Temperatura °C		pH		Actividad de agua (aw)	
	Rango	Máximo	Rango	Máximo	Rango	Máximo
<i>Aspergillus spp.</i>	12-40	27-33	2.2-8.0	5-6	0.77-0.88	0.82-0.99
<i>Fusarium spp.</i>	0.0-31	22-28	2.0-6.0	3-4	0.85-0.97	0.85-0.87
<i>Penicillium spp.</i>	-3-40	15-30	2.1-10.0	5-7	0.80-0.95	0.80-0.86

Fuente: Dzidic *et al.*, 2006.

#### 2.3.2.1 Contaminación de alimentos por hongos

La contaminación del alimento se da desde antes, durante y después de la cosecha, durante el transporte y almacenamiento, ya que los forrajes están en contacto directo con esporas de los hongos (Carrillo, 2003). El crecimiento de hongos está influenciado por muchos parámetros físico-químicos como la actividad de agua (aw), la temperatura, la presencia de oxígeno, la naturaleza del sustrato y el pH (Oudeeferink y Driehuis, 2001). Miyazaki (2004) realizó un estudio mediante el cual determino por medio de cromatografía de líquidos la presencia de una neurotóxina que se encontraba contaminando gramíneas perennes *Lolium perenne* Rye grass en el cual encontró como principal micotoxina el lolitrem B que causa serios problemas de intoxicación cuando se encuentra en concentraciones cercanas a las 1800 ppb, mientras que las gramíneas con los cuales eran alimentados los animales bajo estudio alcanzaron una concentración de 1200 ppb. Los roedores, pájaros e insectos participan en el proceso de contaminación por causar lesiones físicas en el tejido vegetal que promueven la penetración de las esporas (Scudamore y Livesey, 1998), El grano de maíz puede contener altas concentraciones de

hongos que tienen un efecto negativo para el ganado dependiendo de las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento y cosecha. Los granos contaminados disminuyen la productividad y afectan negativamente la salud del animal (Santin, 2005). Los hongos con mayor prevalencia en estudios de Shanawany, (2004) fue el *Aspergillus spp.* con un 57.5%, seguido por *Penicillium spp.* con un 55% mientras que el *Fusarium spp.* se presentó con una menor incidencia 0.26%.

Se ha estimado que un 25% de la producción de alimentos en el mundo está contaminada en cierto grado con micotoxinas (FAO, 2007). La mayoría de los hongos crecen en los cereales, produciendo sus toxinas cuando las condiciones son favorables. Así se estima que el 25 y 40% de los cereales pueden estar contaminados con alguna o varias micotoxinas (Phillips *et al.*, 1996). De esta forma, los cereales cobran una atención prioritaria por la incidencia de su contaminación así como por su elevado consumo por parte del ser humano y de los animales., sin embargo, la incidencia y concentración de las micotoxinas en los productos es variable y esporádica en diferentes años y localización geográfica (CAST, 1989) en parte debido a la variación en las condiciones climáticas y de cada uno de los diferentes procesos para la obtención de la cosecha y su posterior ensilaje.

Los hongos del género *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, son los principales productores de micotoxinas y estos se pueden encontrar en el algodón, maíz, cacahuate, cebada, trigo, avena, sorgo, semilla de sésamo, colza, heno, ensilados, arroz, centeno y mijo (Newman, 1998). Los hongos productores de micotoxinas pueden crecer de forma general en rangos entre -3 y 40° C, a un pH entre 2.0 - 10.0 y por encima de 0.77 – 0.99 de actividad de agua (aw) (Dzidic *et al.*, 2006). Sin embargo, Beatriz *et al.* (2009) señala que la presencia de hongos no necesariamente indica la presencia de micotoxinas ya que la producción de micotoxinas depende de varios factores para que se genere la toxicidad como composición química del sustrato, humedad relativa, temperatura, entre otros.

### **2.3.3 Micotoxinas**

El término micotoxina se estableció por primera vez en el año de 1960, tras la muerte de más de 100,000 pavos por consumo de harina de cacahuate contaminado con aflatoxina (Black, 1992). Las micotoxinas son metabolitos fúngicos que pueden reducir el desempeño y alterar el metabolismo del ganado. Las toxinas fúngicas son metabolizadas

en el hígado y los riñones, así como también por microorganismos en el tracto digestivo, y actúan diferente en monogástricos y poligástricos (Butkeraitis, 2008).

La producción de micotoxinas es perjudicial no sólo en términos de valor económico del ensilado sino también por sus efectos nocivos generados en los animales como son el reducir el consumo de alimento, alterar la digestibilidad y absorción de nutrientes y tener un efecto toxico e inmunosupresor en el animal (Schlatter y Smith, 1999). La presencia de estas sustancias y esporas alergénicas en los alimentos constituyen un factor de riesgo para la salud animal y humana (Woolford, 1990). Los síndromes tóxicos causados por la ingestión de micotoxinas se denominan micotoxicosis (Reyes *et al.*, 2008). En la actualidad se conocen más de 400 micotoxinas con composición química y efectos toxicológicos muy diversos para cada especie animal, dependiendo de su susceptibilidad y metabolismo, así como en el ser humano dependiendo del metabolito de la micotoxina ó micotoxina que se llegara a consumir, a través de productos agropecuarios contaminados con dichos xenobióticos e inclusive del tiempo de exposición (Márquez *et al.*, 2001). A continuación en el cuadro se muestra una relación de las principales micotoxinas que se han reportado por zona geográfica (Devegowda *et al.*, 1998) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Incidencia de micotoxinas por zona geográfica, 1998.

<b>Localización</b>	<b>Micotoxina</b>
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
África	Toxina
Asia	Aflatoxina, Fumonisina, Zearalenona
Australia	Aflatoxina, Fumonisina

(Devegowda *et al.*, 1998)

### 2.3.3.1 Tipos de micotoxinas

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por diferentes géneros de hongos (Betina, 1994). No obstante de la gran variedad de micotoxinas que se conocen actualmente cuyo número oscila entre 300 y 400, solo un reducido número son las más importantes debido a su ocurrencia y toxicidad en especies destinadas a la producción pecuaria ya que disminuye la calidad sanitaria de productos derivados (Rustom, 1997; Hussein y Brasel 2001); las cuales son: aflatoxina (AF), ocratoxina A (OTA), Citrinina

(CIT), Deoxivalenol (DON), Zearalenona (ZEA), Toxina T2 (T2) y otros tricotecenos (Beatriz et al., 2009) y cada micotoxina tiene un efecto metabólico específico; sin embargo, todas ellas disminuyen la respuesta del sistema inmune (Pestika y Bondy, 1994).

### 2.3.3.1.1 Aflatoxinas (AFs).

Las Aflatoxinas son consideradas las micotoxinas más peligrosas, ya que interfieren con la replicación de ácidos nucleicos (Betina, 1994); las aflatoxinas son producidas como metabolitos secundarios esencialmente por *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nominus* y *Penicillium puberulum* (González et al., 2004). Existen hasta el momento, 18 tipos de aflatoxinas entre las cuales destacan principalmente aquellas relacionadas con el aspecto toxicológico como la AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub>, AFG<sub>2</sub> y AFM<sub>1</sub> con un gran potencial carcinogénico y teratogénico, de las cuales la más tóxica es la AFB<sub>1</sub>, la cual al llegar al hígado es biotransformada y convertida en aflatoxina M1 que puede ser excretada por el animal a través de la leche de los bovinos generando problemas de salud pública al ser un producto destinado para el consumo humano (figura 1) (Helferich, et al., 1986; González et al., 2004; Marina et al., 2007).

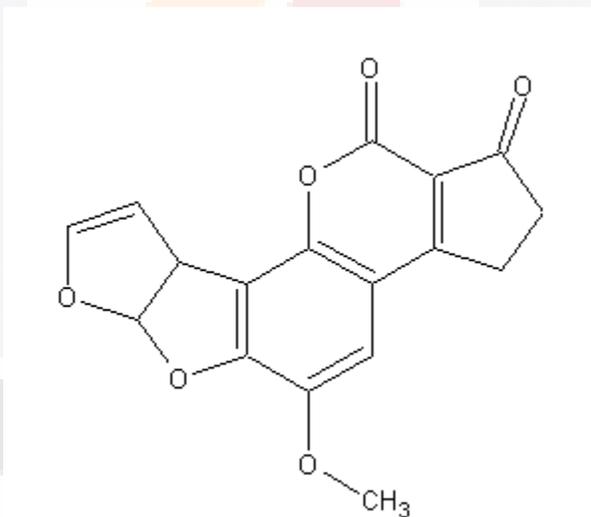


Figura 1. Estructura química de la AFB<sub>1</sub>

La presencia de estos hongos es amplia antes y después de la cosecha, pueden encontrarse como contaminantes naturales en los cereales (esencialmente en el maíz, trigo, sorgo y arroz), subproductos de cereales, frutos de oleaginosas (algodón, cacahuete, colza, coco, palmiste y girasol), mandioca y toda una serie de alimentos a

base de cereales, frutos secos, productos de salchichería, especias, vinos, leguminosas, frutas, leche y derivados (Lillehoj, 1991). Estudios realizados por Bucio *et al.*, (2001), nos indican que la contaminación del maíz con aflatoxina en México se asocia principalmente al almacenamiento del forraje y no al cultivo en sí. Se ha reportado que las AFs reducen el crecimiento del ganado e incrementan los requerimientos de proteína en la dieta., pudiendo intoxicarse naturalmente en forma aguda y crónica (Butkeraitis, 2008). Por otra parte (Pittet, 1998), ha observado anorexia, decaimiento, descenso en la producción de leche, deficiente desarrollo de terneros, insuficiente ganancia de peso en animales de engorda y probablemente aborto en la forma crónica. Su mecanismo de acción toxica, involucra la formación de ligadores entre uno de los sus metabolitos, producidos en el hígado luego de la ingestión de la toxina con el ADN de los hepatocitos, causando alteraciones en su replicación (Wild y Turner, 2002; Mela *et al.*, 2002). La AFB<sub>1</sub> está clasificada dentro del grupo 1 (IACR 1993; 2002) por sus diversos daños que puede llegar a ocasionar en humanos y animales destacando entre los efectos nocivos de las aflatoxinas su potencial carcinogénico, teratogenico, mutagénico y la toxicidad aguda que llega a causar, además de ser sustancias hepatotóxicas y nefrotóxicas las cuales si son ingeridas en bajas concentraciones no son capaces de generar una respuesta inmune adecuada por parte del organismos para combatir la enfermedad incrementando la incidencia de enfermedades y causando una reducida eficiencia de producción (IARC, 1993; IARC, 2002; Gonçalez *et al.*, 2004; Marina *et al.*, 2007; Marinho *et al.*, 2007). El carcinoma hepatocelular es una de las más frecuentes causas de muerte por cáncer en regiones de Asia y África, de lo cual se desprenden diferentes estudios epidemiológicos que buscan correlacionar la presencia del carcinoma con el consumo de aflatoxinas y la interacción de estas con otras enfermedades hepáticas (Groopman *et al.*, 1996; Periacca *et al.*, 1999; Egner *et al.*, 2001). Aunque es claro que el órgano blanco de las aflatoxinas es el hígado, se ha encontrado evidencias de inmunosupresión por exposición a estas micotoxinas (Egner *et al.*, 2001; JECFA y FAO, 2003; CAST, 2003). Otros de los efectos observados como consecuencia de la ingestión de aflatoxinas en animales ha sido la disminución de factores de coagulación asociado con la presencia de hemorragias en hígado causada por un incremento en la fragilidad e integridad generalizada de los capilares ocasionado una disminución en el metabolismo de proteínas (Marinho *et al.*, 2007).

Marina, *et al.*, (2007) realizó en Portugal un estudio para identificar la presencia de aflatoxina B1 en el alimento de ganado bovino en un periodo comprendido de 1995 al 2004 por medio de cromatografía de líquidos de alta resolución, encontrando prevalencias de AFB1 del 37.4% de las muestras examinadas (374/1001) observaron que solo un 6.2% de las muestras positivas contenían concentraciones de aflatoxinas mayores a la permitidas en Portugal (5 µg/kg) conteniendo entre 5.1 y 74 µg/kg observando una disminución en la concentración de aflatoxinas durante los dos últimos años de estudio en el cual ninguna muestra excedió los límites permitidos. Carlson (2003) señala que las concentraciones máximas establecidas por la FAO y FDA para aflatoxinas en alimento destinado para bovinos productores de carne debe ser como máximo 100 ppm y 300 ppm si es para ganado en la etapa de finalización.

#### **2.3.3.1.2 Toxicidad de las micotoxinas**

Existen factores que pueden influenciar la toxicidad de las micotoxinas (aumentándola o disminuyéndola), como: a) la especie y raza de los animales; b) la concentración de micotoxina y duración de la contaminación (tiempo que los animales están ingiriendo alimento contaminado); c) el estado nutricional y de salud de los animales; d) la edad y el sexo de los mismos; e) Infecciones bacterianas, virales o parasitarias concomitantes; f) las condiciones inadecuadas de "hábitat" de los animales (temperatura, humedad, ventilación, manejo y otras); g) los tratamientos farmacológicos; h) la presencia de otras micotoxinas y sinergismos o asociaciones entre ellas (Blank *et al.*, 2004, Beatriz, *et al.*, 2009). En las explotaciones pecuarias, se asocian grandes pérdidas económicas al efecto sub-clínico de las micotoxinas, su presencia ocasiona alteraciones en diversos parámetros productivos, entre ellos el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia y esto se debe a la presencia de las principales micotoxinas involucradas en procesos toxicológicos en animales a través de la alimentación son AFs, OTA, DON, T-2, ZEA y FB<sub>1</sub> (Reyes *et al.*, 2008).

#### **2.3.3.2 Efectos generales por intoxicación con micotoxinas**

Los signos clínicos generados por las micotoxinas son muy variados y dependen en gran medida del tipo de micotoxina y del tiempo de exposición., los principales órganos afectados como consecuencia de una intoxicación aguda o crónica por micotoxinas son principalmente el hígado, riñón y cerebro (Beatriz, *et al.*, 2009). Los principales síndromes

que producen son hepatotóxicos, inmunosupresión, carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos (Minervini *et al.*, 2006; Marinho *et al.*, 2007), Otras consecuencias de las aflatoxinas son reacciones alérgicas, fallas en el desarrollo de los animales, pérdida de apetito y una disminución en la respuesta del sistema inmunológico que se traduce en una menor resistencia de los organismos para hacer frente a infecciones causadas por diferentes agentes etiológicos como microorganismos o parásitos y generando una menor protección por las inmunizaciones aplicadas, ocasionando reducción en la conversión de los alimentos y un incremento en la mortalidad del ganado en explotaciones (Castro *et al.*, 2001; De Lorenzi *et al.*, 2005).

#### **2.3.3.2.1 Efecto tóxico de las micotoxinas en ganado bovino.**

Los efectos tóxicos por AFs en el ganado productor de carne reducen el crecimiento del ganado e incrementan los requerimientos de proteína en la dieta., también afectan la calidad de la leche y se transforman en aflatoxina M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) a partir del alimento contaminado y consumido por los animales., los resultados del trabajo además señalan que las bacterias del rumen en ovinos o bovinos no convierten las AFs en sus metabolitos, solo la AFB<sub>1</sub> es absorbida rápidamente del tracto digestivo y es metabolizada en el hígado para convertirse en AFM<sub>1</sub>., este metabolito se encuentra en grandes cantidades en la leche concluyendo que es necesario un riguroso monitoreo de la leche para detectar AFs debido a que existe un potencial carcinogénico que pudiera contaminar los principales alimentos que integran dieta básica de los seres humanos (Maragos *et al.*, 1996; Dzidic *et al.*, 2006).

#### **2.3.3.2.2 Límites permitidos para consumo animal.**

La NOM-188-SSA1-2002, que se refiere a los niveles de aflatoxinas en cereales y alimentos, establece que los cereales que presentan una concentración mayor de 20 µg/kg de aflatoxinas y que se destinan para consumo directo o como parte de alimentos procesados, deberán ajustarse a lo dispuesto en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Límites permitidos para consumo animal de Aflatoxina, 2002

<b>Especie/etapa de producción</b>	<b>Límite máximo <math>\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}</math></b>
Aves (excepto pollos de engorda)	100
Cerdos en engorda:	
Entre 25 y 45 kg	100
Mayores de 45 kg	200
Maduros destinados a reproducción	100
<b><u>Rumiantes:</u></b>	
<b>Maduros destinados a reproducción</b>	<b>100</b>
<b>De engorda en etapa de finalización</b>	<b>300</b>

(NOM-188-SSA1-2002)

### 2.3.3.3 Prevención de la 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, considerándose un manejo adecuado en los cultivos, ya que es el método ideal de control en las cosechas, sin embargo, en la práctica es difícil controlar los factores ambientales como la temperatura y humedad de los cultivos los cuales tienen una gran influencia en el desarrollo de hongos y que estando en un estado de estrés pueden producir micotoxinas (Reyes et al., 2008). Wada *et al.*, (2008), indican que se han establecido una serie de estrategias de prevención para el control de crecimiento de hongos y producción de micotoxinas, entre las cuales se encuentran a. Agronómicas; control de insectos, utilización de agentes antifúngicos y el desarrollo de variedades de plantas resistentes a la contaminación fúngica; b. Pos-cosecha; control de las condiciones ambientales existentes en las áreas de almacenamiento del forraje (contenido de agua, presión de  $\text{O}_2$  y temperatura); c. Control de plagas (insectos y roedores) como el separar granos partidos y cosechas dañadas antes de su almacenaje y utilizar agentes antifúngicos, como el ácido propiónico.

### 2.3.4 Métodos de destoxificación de las micotoxinas

La destoxificación de las micotoxinas se refiere al conjunto de tratamientos posteriores a la cosecha dirigidos a eliminar o reducir los efectos tóxicos de las toxinas en los animales,

entre los cuales se pueden encontrar productos agrícolas que se dividen en tres categorías: químicos, biológicos y físicos y tienen como objetivo impedir que se lleve a cabo la producción de micotoxinas y los efectos colaterales asociados al crecimiento de hongos (Charmley y Prelusky, 1999; Marinho *et al.*, 2007).

Los métodos químicos han sido propuestos para la destrucción o inactivación de las micotoxinas en insumos agrícolas contaminados naturalmente para esto se han hecho ensayos de diversos productos químicos para lograr la detoxificación de estos insumos, sin embargo, la mayoría de estos métodos no satisfacen los criterios de aceptabilidad citados previamente; debido a que si bien destruyen a las AFs, también disminuyen el valor nutricional del producto, otros agentes utilizados han sido los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono), o algunos ácidos y álcalis teniendo la desventaja de sus elevados costos y que no son muy efectivas para eliminación de micotoxinas. (Basappa y Shantha, 1996; Galvano *et al.*, 2001).

Entre los métodos biológicos, la detoxificación microbiana es una alternativa para la reducción de los niveles de micotoxinas y su efectividad se fundamenta en la presencia de un microorganismo controlador o la acción de compuestos químicos específicos producidos por éste, que inhiben el crecimiento del hongo productor o directamente la producción de sus toxinas donde se encuentran algunas bacterias lácticas o levaduras (*Sacharomyces cerevisiae*) que se utilizan ampliamente en la fermentación de los alimentos debido a que poseen estructuras de pared con capacidad de adherir micotoxinas (Zinedine, 2007).

Algunos métodos físicos utilizados son la inactivación de las micotoxinas con elevadas temperaturas, los rayos X y UV o las irradiaciones con microondas, sin embargo, la mayoría de estas técnicas son poco prácticas, no eficientes en su totalidad y pueden disminuir el contenido de micronutrientes de los alimentos (Takayama *et al.*, 2005).

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 y es el método de elección en la protección de los animales frente al consumo de ingredientes contaminados. Los sustratos más utilizados son los clinoptilolitas (zeolitas naturales, clinoptilolita, clinoptilolitas de sodio y calcio hidratados (HSCAS), bentonitas naturales, montmorillonita), seguidos por el carbón activo o diferentes polímeros especiales (Gonzalez *et al.*, 2008).

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; se debe destacar el riesgo de que algunos adsorbentes puedan fijar algunos micronutrientes, y reducir la biodisponibilidad de algunos minerales y vitaminas (Scudamore y Livesey, 1998).

#### **2.3.4.1 Clinoptilolitas**

Son minerales que contienen sílica o llamados clinoptilolitas (alúminas, zeolitas, filosilicatos y filosilicatos modificados) y han sido identificados como adsorbentes de micotoxinas, el principal mecanismo de adsorción de estos materiales está relacionado al intercambio de cargas entre el adsorbente y la micotoxina (Grant., 1998; Taylor, 1999).

Un clinoptilolita pertenece al grupo de las arcillas en cuya composición están presentes átomos de aluminio y silicio, en base a su composición y estructura cristalina, así como a su origen, las clinoptilolitas pueden clasificarse de diferentes formas (filosilicatos y tectosilicatos), asimismo, el mecanismo por el cual un clinoptilolita actúa en esta aplicación es mediante un proceso fisicoquímico llamado “adsorción”, este mecanismo es un fenómeno de superficie, que tiene que ver básicamente con las propiedades de la estructura atómica del mineral y con la estructura química de la micotoxina, además, existe un tercer factor, que es el medio en el que están presentes los dos primeros; es decir, hay tres elementos que intervienen en la eficiencia de adsorción de una micotoxina por un adsorbente en un medio dado como la interacción entre a) la micotoxina y el adsorbente, b) la micotoxina y el medio y c) el medio y el adsorbente., a mayor interacción entre el adsorbente y la micotoxina, mayor capacidad de adsorción de la micotoxina y por tanto, menor el efecto adverso en el organismo, ya que dicho metabolito permanecerá “ligado” al adsorbente, pasando por el tracto digestivo del animal sin causar efecto adverso, es decir, siendo excretado como un complejo adsorbente-toxina que es prácticamente inocuo (IASA, 2000; Zinedine, 2007).

#### **2.3.4.2 Tipos de clinoptilolitas**

De una manera general, los adsorbentes pueden ser divididos en dos grandes grupos: las clinoptilolitas y los adsorbentes con principio orgánico en este grupo se tiene a los adsorbentes con enzimas, los productos derivados de levaduras y las órgano clinoptilolitas., una gran variedad de materiales adsorbentes, tales como, carbón activado,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

bentonitas, zeolitas (clinoptilolita), clinoptilolitas de sodio y calcio hidratado (HSCAS); otras variedades de arcillas, resinas sintéticas de intercambio iónico, como colestiramina y sustancias poliméricas como, polivinil-polipirrolidona han sido evaluados exitosamente en la adsorción de numerosas micotoxinas (Piva *et al.*, 1995; Ramos y Hernández, 1997; Scott, 1998; Galvano *et al.*, 1997, 1998; Huwig *et al.*, 2001).

Ciertos clinoptilolitas han mostrado capacidad para unir AFs en aceite de cacahuate y alimentos para animales (Machen *et al.*, 1988). Sin embargo, los efectos a largo plazo y la seguridad de los clinoptilolitas no han sido determinados., es importante destacar, que no existe en la literatura suficiente evidencia de que estas sustancias adsorbentes disminuyan significativamente el valor nutricional de las raciones, mediante el secuestro de vitaminas, aminoácidos y minerales esenciales (Ledoux *et al.*, 1999). Sin embargo, algunos estudios demuestran lo contrario y esto podría provocar algún trastorno en el comportamiento productivo (Philips *et al.*, 1988, Ramos y Hernández, 1997).

Los clinoptilolitas multilaminares poseen la capacidad de adsorber agua y ciertas moléculas hidrosolubles en el espacio interlaminar, produciendo la expansión de la arcilla, esta característica hace que estos materiales posean una importante capacidad de adsorción y escasa selectividad., estas arcillas, contienen en su estructura canales conocidos como tamices moleculares, los cuales contienen agua y cationes alcalinos de compensación e intercambio. Cuando estos canales están libres de agua, sus propiedades de adsorción aumentan, además de las características topológicas, otras características morfológicas que se tienen en cuenta para caracterizar a estos adsorbentes son: el área superficial, la habilidad para expandirse por adsorción de agua, la capacidad de intercambio catiónico, el diámetro y el volumen de poro, la catálisis de superficie y el adsorbente (Phillips *et al.*, 1995 ; Galvano *et al.*, 1997).

Estos y otros tipos de arcillas han sido utilizados con diferentes propósitos en la agricultura y la industria durante muchos años, los primeros informes sobre el uso del HSCAS para adsorber AFs datan del año 1987, Phillips *et al.*, (1988) reportaron brevemente el descubrimiento de las propiedades adsorbentes de este filosilicato bajo condiciones *in vitro* y postularon su uso como agente secuestrante en el tracto gastrointestinal de los animales. Al mismo tiempo, Davidson *et al.*, (1987), informaron que el uso de este adsorbente al 0.1 y 0.5% en la ración de las aves contaminada con AFs (20 a 80 mg/kg) era capaz de disminuir la biodisponibilidad de estas toxinas de un modo dependiente de la dosis. Datos similares fueron encontrados por Bachman, *et al.*, (1992)

en donde encontraron que si se administraba una clinoptilolita en el alimento de las novillas se lograba disminuir el daño que causan las micotoxinas en las células nerviosas y en los eritrocitos así como evitar una disminución en el consumo de alimento y su posterior descenso en la producción, mientras que Pulido *et al.*, (2004) encontraron que la adición de una zeolita al 3% de la materia seca de la dieta incremento la ganancia de peso vivo en terneras a partir de los 30 días posteriores al inicio del experimento.

Las bentonitas sódicas, comúnmente utilizadas en la industria como un agente aglutinante en la elaboración de alimentos peletizados, pueden adsorber AFB<sub>1</sub> contenida en los insumos para bovinos y disminuir los niveles de AFM<sub>1</sub> en la leche (Ramos *et al.*, 1997). En aves, la adición de estas bentonitas al 0,4% ha demostrado disminución de los efectos inmunodepresores causados por el consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas (Ibrahim *et al.*, 2000).

Las zeolitas son estructuras porosas de alta cristalinidad, naturales o sintéticas que presentan características estructurales comunes, además, son tectosilicatos, constituidos por unidades fundamentales, formadas por la combinación tridimensional de tetraedros de SiO<sub>4</sub> y de AlO<sub>4</sub> unidos entre sí a través de átomos de oxígenos comunes para formar una estructura tridimensional aniónica (Parlat *et al.*, 1999; Oguz y Kurtoglu, 2001; Oguz *et al.*, 2000). La clinoptilolita, zeolita del grupo de los tectosilicatos es un miembro natural de la familia de las zeolitas es de origen natural y se caracteriza por su estructura externa hexagonal y la interna formada por un tetraedro de silicio, oxígeno y aluminio (McCullum *et al.*, 1983) Sus propiedades físico-químicas se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Propiedades físico-químicas de la clinoptilolita, 1996.

Propiedades químicas		Propiedades físicas	
SiO <sub>2</sub>	65%	Densidad específica	2.00 gr/cm <sup>3</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2%	Densidad aparente	1.00 gr/cm <sup>3</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2%	Color	Gris verdoso
CaO	4%	Estabilidad térmica	560°C
MgO	2%	Punto de fusión	982°C
K <sub>2</sub> O	1%	Conductividad	7
Na <sub>2</sub> O	1%	Estabilidad alcalina	7-11 pH
		Estabilidad ácida	2-7 pH
Propiedades minerales			
Clinoptilolita		85%	
Calcio- sodio		5%	
Feldespatho		1%	
Montmorilonita		4%	
Capacidad de Intercambio iónico		150 meg/100g	

Volumen de poro Granulometría	0.34 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> 0-1 mm
----------------------------------	---

*Maragos et al., 1996*

La clinoptilolita se ha utilizado en dietas de aves y cerdos por su capacidad en la retención de iones de amoníaco (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) a nivel digestivo; existen otros estudios con clinoptilolitas como promotores de la función digestiva con un desarrollo mayor de la flora ruminal, existiendo a la fecha escasos reportes sobre su uso como adsorbentes de micotoxinas (Maragos *et al.*, 1996).

#### **2.3.4.3 Efectos indeseables**

La falta de buenos resultados de los clinoptilolitas para enfrentar otras micotoxinas diferentes de las aflatoxinas, trajo como consecuencia la aparición en el mercado de los productos con principios orgánico, dado que las micotoxinas menos polares no son adsorbidas por la superficie hidrofílica se investigó la posibilidad de utilizar adsorbentes con fracciones orgánicas que permitan modificar la polaridad de la superficie, con el advenimiento de la biotecnología se han aplicado principios específicos de acción a través de enzimas o microorganismos basados en levaduras o pared celular de ellas (Stanley *et al.*, 1993).

Las zeolitas utilizadas como adsorbentes eficientes de agentes tóxicos relacionados principalmente con aflatoxinas, pueden llegar a generar diferentes efectos indeseables como lo es la adsorción de compuestos útiles presentes en la dieta de los animales como minerales, vitaminas, promotores del crecimiento y coccidiostatos siendo de gran importancia el alto porcentaje de vitaminas y minerales adsorbidos (Marinho *et al.*, 2007).

### 3. HIPOTESIS

La adición de una clinoptilolita en el alimento mejora los parámetros productivos en bovinos productores de carne alimentados con ensilaje de maíz contaminado de forma natural con micotoxinas.



## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar a las clinoptilolitas como una alternativa para disminuir los efectos negativos de las micotoxinas presentes en el alimento en los bovinos de razas especializadas en la producción de carne.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**4.2.1.** Determinar la presencia de hongos en el ensilaje de maíz que es utilizado en la alimentación de ganado productor de carne.

**4.2.2.** Evaluar los tipos de micotoxinas y niveles de contaminación natural de los ensilajes de maíz, utilizados en la alimentación de ganado productor de carne.

**4.2.3.** Evaluar los parámetros productivos y calidad de la canal y comparar el grupo CTL y grupo T<sub>1</sub> con la utilización de la clinoptilolita.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Ubicación geográfica del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad de Bovinos Productores de Carne del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Posta Zootécnica), ubicada en el municipio de Jesús María, Aguascalientes, cuyas coordenadas son 21°57'40" Latitud Norte y 102°20'36" Longitud Oeste., el clima prevaleciente en la región es estepario o semidesértico (Bs) (García, 1988). De manera generalizada el clima del estado de Aguascalientes pertenece a la clasificación de semiárido a templado (Medina *et al.*, 1998). La estación lluviosa se considera para la región de Junio-Septiembre presentándose de manera bimodal con un pico entre los meses de Junio y Julio y otro entre Septiembre y Octubre con una precipitación pluvial media anual de 450 mm<sup>3</sup> (SMN, 2004).

### 5.2 Características de la explotación

El maíz forrajero fue producido en el Área Agrícola del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, y se sembró en el mes de marzo del 2008, cosechándose en un estado lechoso mazoso con un tamaño partícula de 2 a 3 cm, en el mes de octubre con una ensiladora mecánica y fue almacenado en un silo abierto de 30 X 10 X 3 m. de largo, ancho y alto respectivamente, con una capacidad de de 900 toneladas.

### 5.3 Características de los animales

Los animales utilizados en el estudio fueron bovinos productores de carne de cruza de las especies *Bos taurus* y *Bos indicus*, con un peso promedio de 300 ± 40 kg. y una edad promedio de 7 ó 8 meses.

## 5.4 Metodología

### 5.4.1 Muestreo del ensilaje de maíz

Se realizó por medio de técnica de “W” o zig-zag que consiste en dibujar una línea imaginaria en el ensilaje sobre la cual se determina la elección de los puntos de muestreo y la distancia de los mismos (Bautista y Santos, 2004). Se tomaron cinco muestras de ensilaje de 1.0 kg cada una, a una distancia de 2 m. aproximadamente una de otro y se depositaron en una bolsa de plástico, haciendo una muestra compuesta de 5 kg, a partir de la cual se obtuvo una muestra de 1.0 kg para el análisis de detección de hongos, de UFC y determinación de Aflatoxina B1, el muestreo se realizó cada dos meses (Figura 2).

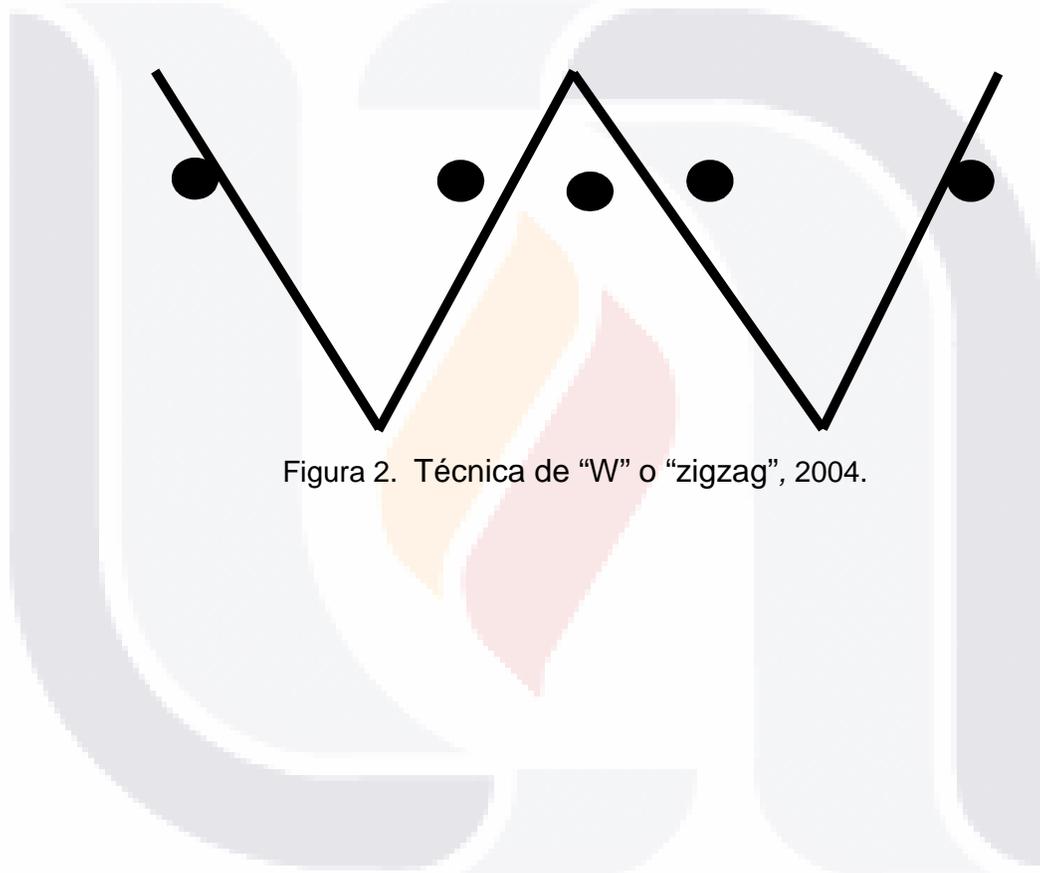


Figura 2. Técnica de “W” o “zigzag”, 2004.

#### **5.4.2 Cultivo de ensilaje para detección de hongos**

Las sub muestras de ensilaje se trabajaron en el laboratorio de Investigación del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, para el cultivo de los hongos y la determinación del tipo de micotoxinas presentes en el ensilaje. Se preparo el medio Papa Dextrosa Agar (de Becton Dickinson de México, S.A de C.V, de marca BIOXON).

Método de preparación: Se realizó una suspensión de 39 g. del medio de cultivo en un litro de agua destilada, se calentó con agitación frecuente y se llevó a temperatura de ebullición durante un minuto hasta su completa disolución, se esterilizó en autoclave a 121°C 15 lb/pulg<sup>2</sup>) por 15 minutos., se enfrió a una temperatura ambiente y se vació en cajas petri estériles y se almacenaron a una temperatura de 4°C hasta su utilización (Pitt., 1992; Carrillo., 2003).

Se tomaron 10 g. aproximadamente de las muestras de ensilaje y se colocaron en una caja de petri, esta fue llevada a una campana de flujo laminar (marca ESEVE Modelo CFL102). La campana fue desinfectada antes de cada procedimiento y se dejo prendida durante 10 minutos antes de iniciar el cultivo. El material utilizado para el cultivo fue un mechero, pinzas de disección sin dientes, y tijeras desinfectadas, se tomo la muestra del ensilaje, se corto a un diámetro no mayor a un cm, se colocó la muestra en el medio, se sello pasándola por el mechero y después es cubierta con plástico, se identificó con la fecha y el número de la muestra y se coloco en la estufa marca FELISA (Modelo 131 Serie 901003), a una temperatura de 20 a 30°C, se dejó incubando por cinco días haciendo revisiones periódicamente para checar su crecimiento, después de este tiempo se saco la caja petri de la estufa y fue llevada nuevamente a la campana de flujo para obtener la muestra del hongo.

Para obtener la muestra del hongo se utilizó el siguiente material: dos mecheros, dos agujas de insulina, azul de algodón, una caja de porta-objetos y otra de cubre-objetos, y se realizó la toma de muestra de la manera siguiente: se colocó la caja petri entre los dos mecheros, se adicionó una gota de azul de algodón en el porta-objetos, y se abrió la caja petri, tomándose una de las agujas para esterilizar el mechero., se obtuvo la muestra con la aguja y se agregó en la gota de azul de algodón, ubicándose en el porta objetos, se mezcló y se colocó el cubre-objetos evitando atrapar burbujas que pusieran interferir en la ubicación de las esporas., finalmente, el porta-objetos fue llevado al microscopio (marca ZEISS, modelo axiostar plus, No. de serie 3108020253), y se observó con el objetivo de

10x para localizar el hongo, después se pasó al objetivo 40x y en su caso si hubiera sido necesario al objetivo 100x con aceite de inmersión de la misma marca del microscopio.

### 5.4.2.1 Determinación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Hongos

Para determinar las unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos se presenta el siguiente diagrama (NOM-111-SSA1-1994).

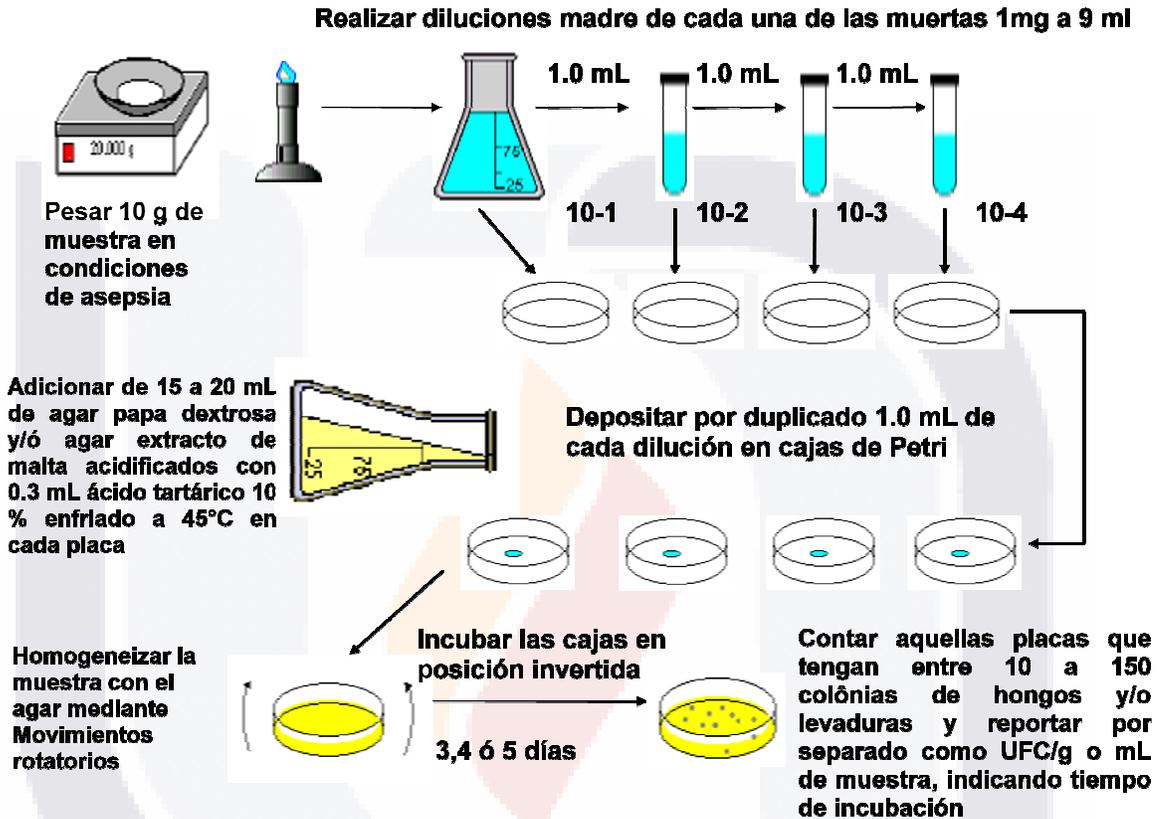


Figura 3. Método de obtención de unidades formadoras de colonias (UFC) de Hongos, 1994

### 5.4.3 Determinación de micotoxinas

La detección de la micotoxina AFB<sub>1</sub> de cada una de las muestras tomadas de ensilaje, se realizó mediante el método de la Association of Official Agricultural Chemistral (AOAC, 1995) con la técnica de HPLC.

#### 5.4.3.1 Detección de AFB<sub>1</sub> mediante la técnica de HPLC

1.- El método de análisis se basa en la separación de componentes mediante cromatografía de líquidos de alta resolución con detección por fluorescencia.

- 2.-La extracción de la muestra se realizó con cloroformo.
- 3.- Se filtro el extracto y una parte fue alicuota de éste se purifico en un cartucho de Florisil ya continuación, en un cartucho de C<sub>18</sub>.
- 4.- La separación y determinación finales se realizaron mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) utilizando una columna de fase reversa (inversa) C<sub>18</sub>, seguida de una reacción de derivatización post-columna con solución acuosa de yodo. La fase móvil consistió en una mezcla de agua + metanol + acetonitrilo (130+70+40) (v+v+v) que pudo ser necesario ajustar la composición de los solventes de esta fase móvil, de acuerdo con las características de la columna HPLC utilizada.
- 5.- La detección se realizó por fluorescencia con una longitud de onda de excitación de 365 nm y de emisión de 435 nm.
- 6.- Comparar el cromatograma del patrón de aflatoxina y de la muestra problema (tiempos de retención).
- 7.- En caso de contaminación con aflatoxina, se calculo como habitualmente en HPLC (medida del área de los picos).
- 8.- La concentración mínima detectable se sitúo en un µg/Kg (0,001 mg/Kg) (AOAC, 1995).

#### **5.4.4 Parámetros productivos**

Para determinar los parámetros productivos del ganado se registro el peso inicial (PI) y el consumo de alimento (CA), el CA se obtuvo restando al alimento servido al alimento recogido; el Consumo por Animal se obtiene dividiendo los kilos consumidos entre el número de animales del corral; la Ganancia Diaria de Peso (GDP) se obtuvo restando el peso final de los animales obtenido al término del periodo evaluado menos el peso de inicio del mismo periodo y dividiéndolo entre los días del periodo que en este caso serán de 21 días cada uno; el Peso Final (PF) se obtendrá de la ultima pesada del animal hasta antes de su sacrificio (USDA, 1996).

#### **5.4.5 Manejo del ganado**

En la recepción del ganado se pesaron los toros obteniendo así el Peso Inicial (PI), se anotaron los números de los aretes, se les tomo fotografías y se agruparon por razas predominantes en el fenotipo de los animales. Cabe mencionar que los animales con los que se contó en la Posta Zootécnica son de cruzas de razas europeas y cebuinas.

Después de tener la lista de las agrupaciones raciales, los toros se ordenaron por peso corporal y se fueron agrupando considerando las parejas más semejantes en fenotipo y peso corporal; asignando un toro al grupo tratado con secuestrante ( $T_1$ ) y la pareja al grupo control (CTL), ese día se inicio con una dieta de adaptación por 15 días (Cuadro 7)

**5.4.5.1 Dietas Utilizadas durante el experimento (ADAPTACIÓN)**

Cuadro 7. Composición de la dieta de adaptación ofrecida a los grupos de animales CTL y

$T_1$

INSUMOS	Cantidad (kg/ton)
Maíz rolado	350
Sorgo molido	180
Rastrojo molido	120
Ensilaje de maíz	120
Salvado de trigo	60
Harina de canola	40
Harina de soya	40
Pollinaza	40
Microminerales	25
Cebo	25

El horario de servida del alimento fue de 7:30 a 9:00 horas, se hizo un pastel colocando primero el ensilaje, después el rastrojo y por último el concentrado; con el yelmo se homogenizo y se sirvió en el comedero, este alimento era para todo un día, se peso el sobrante para obtener el consumo diario de cada corral; a las dos semanas se hizo un reajuste de la dieta y se inicio con el estudio de los animales.

**5.4.5.1.2 Dietas Utilizadas durante el experimento (FINAL)**

Esta dieta se administra en el mismo horario y con la misma preparación que la dieta anterior, se administro durante 110 días (Cuadro 8).

Cuadro 8. Composición de la dieta de finalización ofrecida a los grupos de animales CTL y

$T_1$

INSUMOS	Cantidad (kg/ton)
Maíz Rolado	200
Sorgo Molido	200
Pollinaza	100
Salvado de Trigo	100
Rastrojo molido	100
Ensilaje de Maíz	100

Heno de Alfalfa	80
Harina de Canola	40
Harina de Soya	40
Microminerales	20
Cebo	20

También diario se recogió el sobrante y se peso para así determinar el consumo diario por corral. Se pesaron cada 21 días hasta el día anterior al sacrificio para calcular los parámetros productivos.

Para la segunda y tercera engorda se realizo lo mismo que en la primera engorda, se pesaron, se fotografiaron, se realizo la agrupación igual que en el primero estudio y se separaron los toros en cada corral asignando un toro al grupo tratado con secuestrante (T<sub>1</sub>) y la pareja al grupo control (CTL), de manera homogénea se colocaron 10 toros en cada corral y se inicio con la dieta de adaptación durante 15 días que fue la misma que se utilizo en la primera engorda, pasado los 15 días se reformulo y se preparó la dieta (Cuadro 8), el secuestrante se agregaba directo al comedero del grupo tratado (T<sub>1</sub>) por toro, se les ofreció alimento dos veces al día, la primera a las ocho de la mañana y la segunda a las seis de la tarde, esto con la ayuda del carro mezclador.

#### 5.4.6 Parámetros de Rendimiento y Calidad de la canal

Antes del sacrificio de los animales fueron dietados de 6 a 12 hrs. Los animales fueron sacrificados en el rastro de las instalaciones del taller de carnes, insensibilizándolos con una pistola de perno cautivo. Una vez insensibilizados los animales fueron desangrados mediante del degüello de la yugular para provocar la muerte de los animales. Después se realizó el corte de los miembros anteriores, se ligaron los rectos y los esófagos. Se despielaron completamente, se desprendieron las cabeza y se evisceraron. Se realizó el corte de la canal en medias canales, se lavaron y limpiaron. Se realizó el pesaje de las medias canales (Canal caliente) (figura 4), se registró su peso y se enviaron a la cámara de refrigeración para la maduración de las medias canales y poder realizar los cortes respectivos.

Figura 4. Pesado de la canal caliente



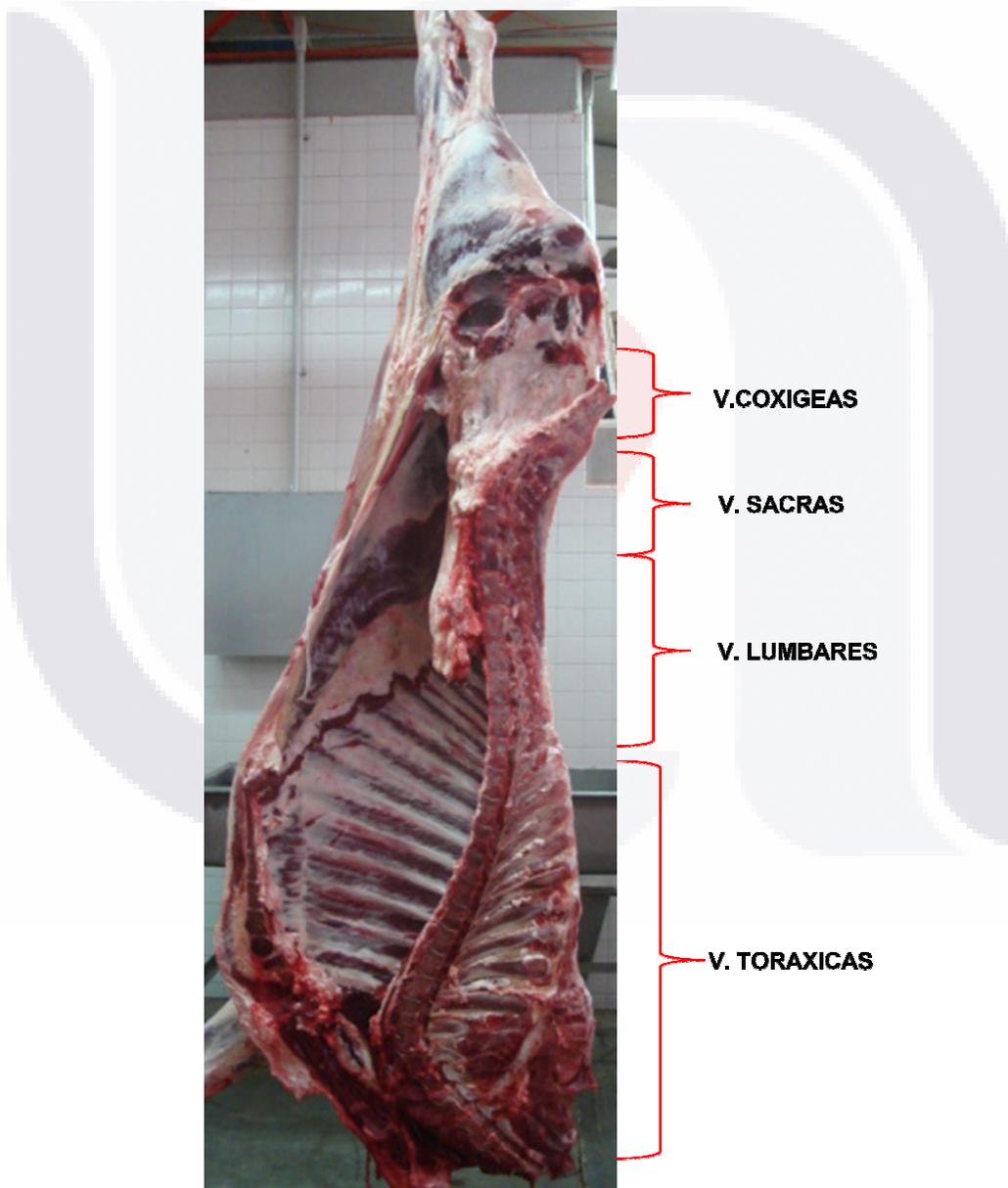
**5.4.6.1 Rendimiento de la canal**

Se obtuvo dividiendo el peso de los animales en pie entre los pesos de las canales calientes, expresado en porcentaje.

**5.4.7 Grado de rendimiento**

La calidad de la canal se determino utilizando el sistema de Clasificación de Ganado y Carne del estado de Coahuila (Garza y Preciado, 1992), donde se evalúan las regiones de las vertebra sacras, lumbares y torácicas correspondientemente (Figura 5).

Figura 5. Regiones de evaluación del grado de rendimiento de la canal



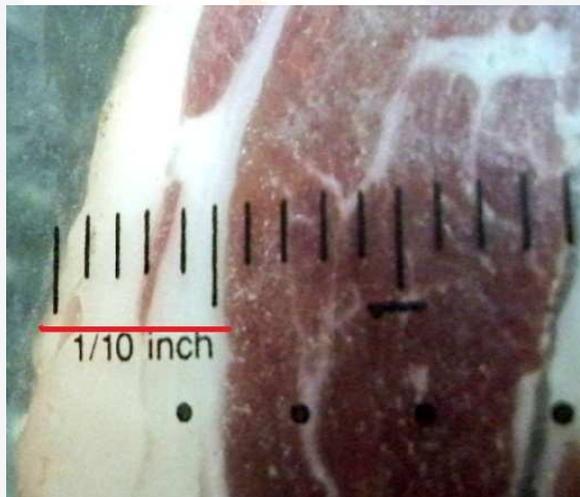
**El Grado de rendimiento en canal está determinado por cuatro características:**

- (1) Grasa externa (cobertura).
- (2) % de grasa de los riñones, pelvis y corazón.
- (3) Ojo de la costilla o también llamado ribeye.
- (4) El peso en canal fría.

**1. Grasa externa (cobertura).**

Este se obtuvo midiendo en pulgadas el grosor de la grasa sobre el musculo del ojo de la costilla entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> espacio intercostal. Esta medición puede ser ajustada por el grado inusual para reflejar la distribución de la grasa en la canal. La grasa es el más importante factor de grado de rendimiento (Figura 6).

Figura 6. Grasa de cobertura



**2. Porcentaje de Grasa de corazón, pelvis y riñón (CPR).**

Esta es una estimación subjetiva de la cantidad de grasa en torno al riñón, y la grasa en la pelvis y corazón, de las cuales se determina pesando la grasa de cada una de ellas y sacando el porcentaje con el peso de la canal; el porcentaje de grasa normalmente oscila entre el 1.0 al 4.0 por ciento (figura 7).

Figura 7. Pesado de la grasa de corazón, pelvis y riñón del animal



**3. Área del ojo de la costilla (Rib Eye).**

El área del ojo de la costilla se determina haciendo un corte de la media canal fría a nivel de la 12va a 13va costilla, donde queda expuesta su masa muscular, la cual es medida con una gradilla cuya unidad de medición es en pulgadas (figura 8).

Figura 8. Área del ojo de la costilla



**El grado de rendimiento de la canal se calculó utilizando la siguiente fórmula:**

$$\text{GdR} = 2.5 + 2.5\text{GC} + 0.2 \text{ GR} + 0.0038 \text{ PC} - 0.32 \text{ AM}$$

Donde:

GdR = grado de rendimiento

GC = grasa de cobertura (0.1 pulg)

GR =grasa de riñón, pelvis y corazón (% del peso de la canal caliente)

PC = peso de la canal caliente (lb)

AM = área del músculo largo dorsal en la doceava costilla (pulg<sup>2</sup>)

GdR= 2.5 + 2.5 (grasa de cobertura, en decimas de pulgada) + 0.2 (grasa de riñón, pelvis y corazón, como porcentaje del peso de la canal caliente) + 0.0038 (peso de la canal caliente, en libras) – 0.32 (área del musculo largo dorsal en la doceava costilla, en pulgadas cuadradas). Mientras que la interpretación de los valores obtenidos se interpretan en base datos mostrados en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Porcentajes de los cortes estimados en base a las equivalencias del grado de rendimiento, 2005.

<b>GRADO DE RENDIMIENTO</b>	<b>% DE CORTES</b>
1	52.6 – 54.6
2	50.3 – 52.3
3	48.0 – 50.0
4	45.7 – 47.7
5	43.3 – 45.4

(Burson, 2005)

### **5.5 Diseño de la investigación**

Es un estudio bajo un diseño de bloques completamente al azar, donde cada una representa la repetición de cada lote. Se realizaron muestreos cada dos meses del ensilaje de maíz con el método de cuarteo con cortes transversales por medio de la técnica “W” (Bautista y Santos, 2004). Las muestras de ensilaje después de tomarlas se dividieron, una para la determinación de UFC y otra para AFB<sub>1</sub>, después se refrigeraron hasta el momento de su análisis; para UFC se les realizo un cultivo de ensilaje en medio Papa Dextrosa Agar adicionado con 100 ppm de estreptomina para obtener el crecimiento de hongo e identificación mediante microscopio, después se determino cuanto fue el crecimiento de unidades formadoras de colonias mediante la técnica que lleva su mismo nombre. A la otra parte se utilizo para determinar los niveles de contaminación con micotoxina AFB<sub>1</sub> mediante la técnica de Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(HPLC) utilizando el método de la Association of Official Agricultural Chemistral (AOAC). Se hicieron tres repeticiones con 20 bovinos productores de carne cada una de ella, con un peso promedio de  $300 \pm 40$  kg, se distribuyeron de acuerdo a sus características raciales (semejanza en razas) y a su peso corporal de la manera más homogénea posible en dos grupos de 10 animales cada uno, los cuales se identifico como grupo control (CTL) al que recibió una dieta base sin el clinoptilolita y grupo tratado ( $T_1$ ) al que recibió una dieta base con clinoptilolitas de 2 kilogramos por tonelada de alimento, el acceso al agua fue *ad libitum* durante los 90 a 110 días que duro del estudio. Diariamente se alimentó con las dietas base a los grupos en tratamiento a las 24 horas se recogía el sobrante y se pesaba para así determinar consumo de alimento e índice de conversión. Se realizó el pesaje de cada uno de los animales en tratamiento cada 21 días, que fueron cinco veces durante cada engorda, para determinar su Ganancia diaria de peso, cuando terminaba su engorda se mandaban a rastro, en donde se les dejaba sin aliento y sin agua, de 6 a 12 horas antes de su sacrificio, al momento de este se revisaba la grasa de cobertura de corazón, después se realizó el corte de la canal en medias canales, se lavaron y limpiaron. Se realizó el pesaje de las medias canales (Canal Caliente), se registró su peso para el rendimiento en canal, después se enviaron a la cámara de refrigeración para la maduración de las medias canales y poder realizar los cortes respectivos, pasadas las 24 se pesa de nuevo la canal (Canal Fría) y se obtienen los datos para el grado de rendimiento que es medir la grasa de cobertura, peso de la grasa de riñón y pelvis; y por último se mide el área del ojo de la costilla (ribeye) entre el 12va y 13va costilla con la utilización de una gradilla cuya unidad de medición es de pulgadas, estos datos se analizaron con la utilización de la fórmula para determinación del grado de endiento.

### **5.6 Análisis estadístico**

Los datos se analizaron mediante la prueba de “t student” que es una prueba de medias de comparación de rango múltiple con un grado de significancia del 95%, mediante el paquete estadístico Statystical Analysis System (SAS, 1999) para PC.

.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Prevalencia de hongos en el ensilaje de maíz

La presencia de hongos identificados en el ensilaje de maíz muestreado se observa en la Figura 9.

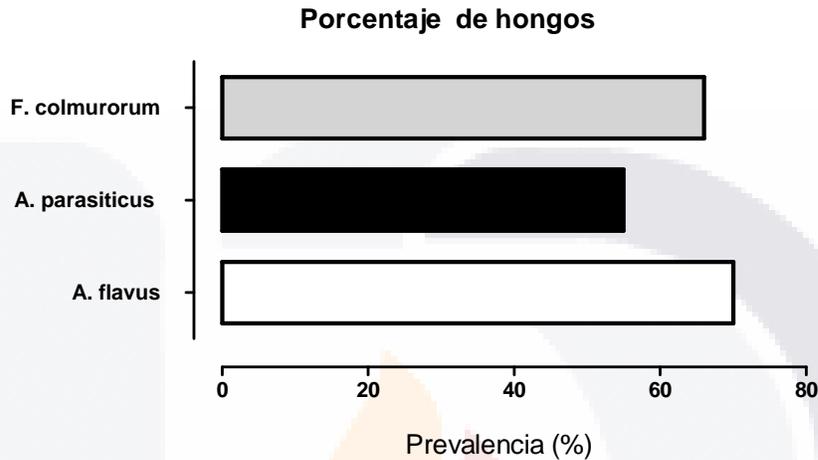


Figura No. 9. Porcentaje de prevalencia de hongos en el total de las muestras analizadas.

Los resultados indican que se identificaron las especies del género *Fusarium colmurorum*, al igual que *Aspergillus parasiticus* y *flavus* en donde se observa que el *Aspergillus flavus* presentó una mayor prevalencia de un 70 % comparado a un 65 y 57 % de *F. colmurorum* y *A. parasiticus* respectivamente. Los resultados encontrados en el presente trabajo tienen relación con los datos de Schollenberger *et al.*, 2004 ya que el hongo con mayor presencia en el cultivo de maíz fue el *F. colmurorum* con un 69.0%. Por otro lado, Shanawany *et al.* (2005), reporta que los principales géneros hongos encontrados en los ensilaje de maíz fueron *Aspergillus sp* y *Fusarium sp*, con una presencia del 77.0% y 69.0% respectivamente.

La Figura 10, se muestra los resultados obtenidos con respecto a los géneros de hongos y su distribución en función a la época del año.

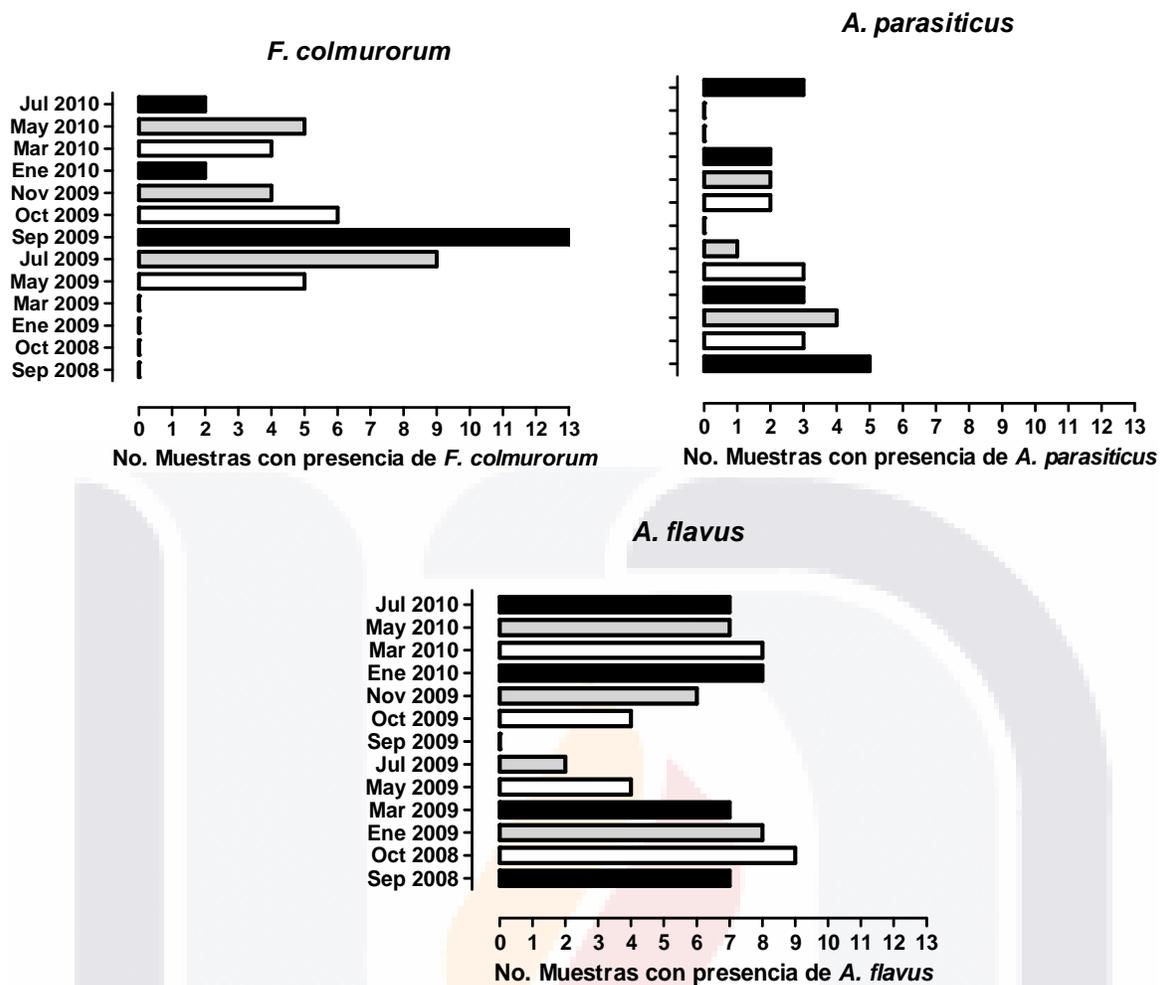


Figura No. 10. Prevalencia de los hongos *F. colmurorum*, *A. parasiticus* y *A. flavus*.

Se puede apreciar en este trabajo que al través de todo el año existió presencia de los hongos *Fusarium colmurorum*, *Aspergillus parasiticus* y *flavus*., el hongo con la mayor presencia fue *Aspergillus parasiticus* con un 55.0%, el *Aspergillus flavus* con un 70.0% y *Fusarium colmurorum* con un 66.0%, lo que nos sugiere que las condiciones climáticas y la época del año prevalecientes durante el 2008-2010 fueron apropiadas para facilitar el desarrollo de los hongos bajo escrutinio. Al respecto O'kiely (2006), encontró que el hongo con mayor presencia en el cultivo de maíz fue el *Aspergillus spp* con un 57.5%, mientras que el *Fusarium spp.* se detectó con una prevalencia de solamente el 0.26%. Por otra parte, Beatriz *et al.* (2009) reportan haber encontrado la presencia de los hongos *Penicillium spp.* *Fusarium spp.* y *Aspergillus spp* en granos de maíz, los cuales tuvieron una prevalencia del 70.0%, 47.0% y 34.0% respectivamente.

## 6.2 Niveles de contaminación del ensilaje

El Cuadro 10, muestra los resultados obtenidos en cuanto al grado de contaminación con micotoxina (AFB1).

Cuadro 10. Niveles de micotoxina (AFB1) de las muestras del ensilaje de maíz

ID Muestras	AFB1 $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	202.22
2	199.45
3	204.30
4	204.30
5	202.13
6	204.30
7	62.69
8	51.76
9	47.38
10	49.66
11	7.69
12	144.74
13	173.85

Los resultados indican que existió contaminación con AFB1 en un 100 % de las muestras, en las cuales los niveles máximos encontrados fueron de  $204.3 \mu\text{g Kg}^{-1}$  y mínimos de  $7.69 \mu\text{g Kg}^{-1}$  con valores promedio de  $134.96 \pm 74.70 \mu\text{g Kg}^{-1}$ . Estos valores indican que no existe ningún peligro o riesgo toxicológico al ser consumidos tanto por el animal como por el humano, ya que de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana-188-SSA1-2002-Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias, relacionada con la contaminación de AFB1, los rangos permitidos fluctúan entre  $300 \mu\text{g kg}^{-1}$  y  $20 \mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ .

De acuerdo a nuestros resultados Reyes *et al.* (2009) encontraron una contaminación del 92.5 % en muestras de ensilaje de AFT, con niveles entre  $4.82$  a  $24.89 \mu\text{g Kg}^{-1}$ , con un promedio de  $10.84 \pm 5.84 \mu\text{g Kg}^{-1}$ . Estos niveles no sobrepasaron los rangos permitidos por la Norma Oficial Mexicana-188-SSA1-2002.

El Cuadro 11, muestra los resultados relacionados con el crecimiento de las UFC encontrados en el ensilaje de maíz.

Cuadro 11. Niveles de unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos en ensilaje de maíz.

ID Muestras	UFC HONGOS
1	192.50
2	225.00
3	255.00
4	240.00
5	245.00
6	220.00
7	92.50
8	77.50
9	60.00
10	70.00
11	22.50
12	165.00
13	165.00

Se puede observar de manera general que los hongos mostraron un crecimiento del 100% en las muestras con niveles que oscilan entre 22.5 a 255 UFC/g, con un promedio de  $156.15 \pm 78.33$  UFC/g. De acuerdo a nuestros resultados Driehuis (2000) encontró una contaminación con hongos del 100% de las muestras de ensilaje, con niveles entre 165 a 278 UFC/g con un promedio de  $225.35 \pm 35.3$  UFC/g, Reyes *et al.* (2009) reporta que el recuento fúngico general en medio RBC fue en promedio de  $6.5 \cdot 10^4$  UFC g<sup>-1</sup> y en medio de cultivo Nash Snyder, el recuento de especies de *Fusarium* spp. fue  $3.5 \cdot 10^6$  UFC g<sup>-1</sup>. Así mismo, se destaca que depende mucho los meses en que se toma la muestra al igual que las condiciones de almacenamiento y la disponibilidad de oxígeno en las porciones superficiales del ensilaje para que favorezca la presencia y desarrollo de hongos.

La Figura 11, describe la relación de la fluctuación de aflatoxinas y hongos encontrados en las muestras de ensilaje de maíz.

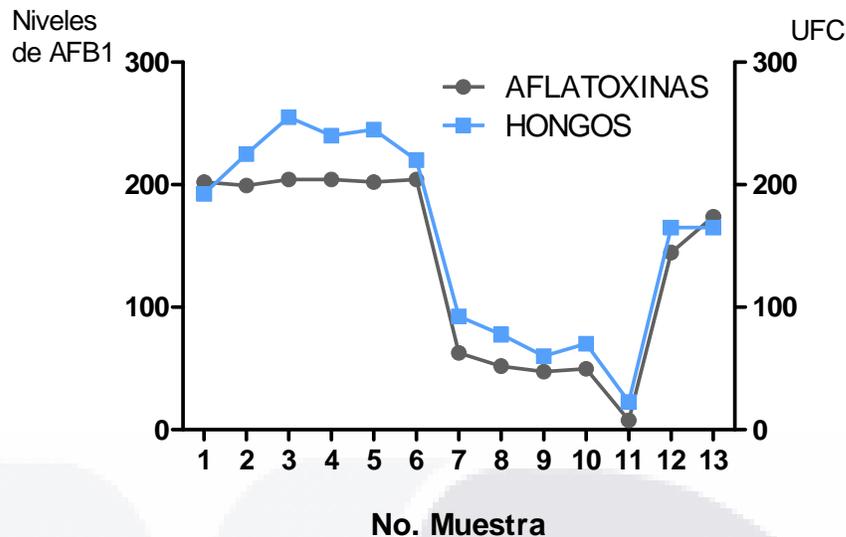


Figura No. 11. Comportamiento de los niveles de contaminación de los hongos (UFC) con respecto a los niveles de contaminación con la AFB1 que se observaron en el ensilaje de maíz, 2008-2010.

De acuerdo a los cuadros (10 y 11) ya antes presentados se realizó esta grafica para ver si se encontraba una correlación directa con los resultados obtenidos de UFC así como la producción micotoxina (AFB1) de las muertas de ensilaje de maíz 2008-2010, y lo que podemos observa es que si existe una relación entre el desarrollo de hongos con la presencia de aflatoxinas, lo que sugiere que para el desarrollo de aflatoxinas, necesariamente se requiere que exista un desarrollo de hongos.

### 6.3 Evaluar los parámetros productivos y calidad de la canal

Para evaluar los parámetros productivos y calidad de la canal se llevó al cabo la engorda de tres lotes de bovinos productores de carne, con 20 animales cada uno, 10 animales para el grupo control y los otros 10 para el grupo tratado con la clinoptilolita. Para ambos grupos se obtuvieron los resultados tanto de los parámetros productivos: rendimiento de la canal y calidad de la canal, tanto del grupo de animales control (CTL= sin adición de clinoptilolita) y tratados con la clinoptilolita ( $T_1 = 2$  g de clinoptilolita/kg de alimento).

#### 6.3.1 Parámetros productivos

La Figura 12, se presenta los promedios de los porcentaje de rendimiento en canal de los animales de los tres lotes de engorda.

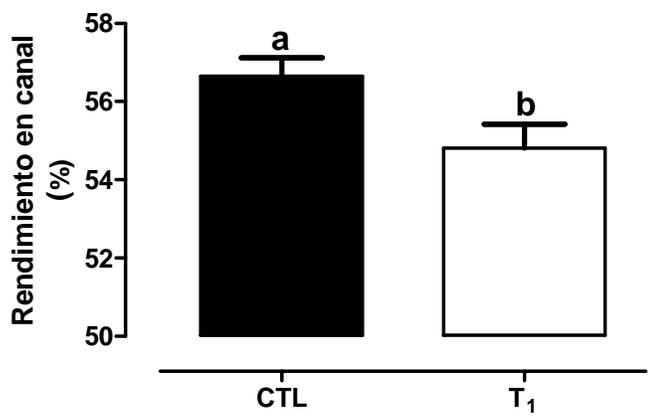


Figura No. 12. Rendimiento en canal de las tres engordas (CTL y T<sub>1</sub>). Las barras representan la media ± error estándar y literales diferentes indican diferencias significativas (P < 0.05).

Los resultados indican que para el grupo control el rendimiento fue de 56.65 ± 0.48%, mientras que para el grupo tratado fue de 54.81 ± 0.61%, representando una diferencia mayor a favor del grupo control de un 3.0 % (P < 0.05). Estudios realizados por Mellado *et al.* (2002), encontraron diferencias en el rendimiento de la canal (P < 0.05) para el grupo tratado fue de 58.96 ± 0.41% mientras que para el grupo control fue de 55.48 ± 0.72%, con una diferencia mayor en grupo tratado de un 4.2%(P < 0.05) debido al efecto de variabilidad racial. En nuestro estudio se presentó el mismo efecto del rendimiento de la canal con una diferencia significativa (P < 0.05) siendo mayor para el grupo CTL con respecto al grupo tratado (T<sub>1</sub>).

La Figura 13, presenta el promedio en kilogramos aumentados de los animales en los tres lotes de engordas durante el 2009-2010.

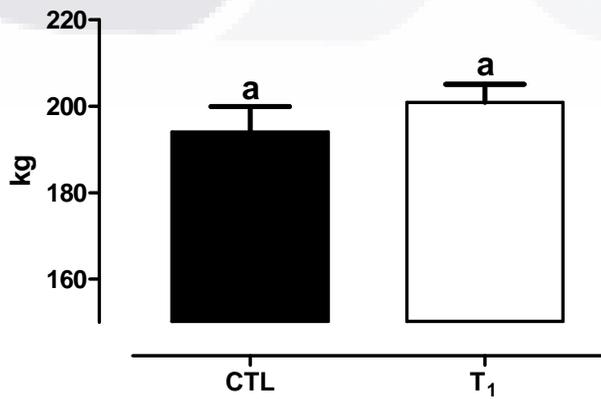


Figura No. 13. Kilogramos totales aumentados por grupo en las 3 engordas (CTL y T<sub>1</sub>). Las barras representan la media ± un error estándar y literales iguales indican que no hay diferencias significativas (P > 0.05).

Se muestra que aunque hubo diferencias numéricas en los valores encontrados tanto para el grupo control (194.07 ± 5.90kg) y el lote tratado (200.93 ± 4.16kg), no existieron diferencias estadísticas entre ambos grupos (P > 0.05) en relación al incremento de peso. Los resultados obtenidos concuerdan con los de por Mc Collum y Galyean (1983), quienes realizaron un estudio en novillos alimentados con dietas que contenían altos niveles de concentrados y se les adiciono una zeolita del 5% para utilizarla como aditivo en la dieta, encontraron como resultado que no hubo diferencia significativas ya que grupo control (205.03 ± 6.74 kg) y el grupo tratado (201 ± 5.5 kg) a lo que nos indica que la zeolita a esta dosis no se vio el efecto esperado.

La Figura 14, presenta el promedio de consumo de los animales durante los tres meses de las engordas en cada uno de los lotes (CTL y T<sub>1</sub>).

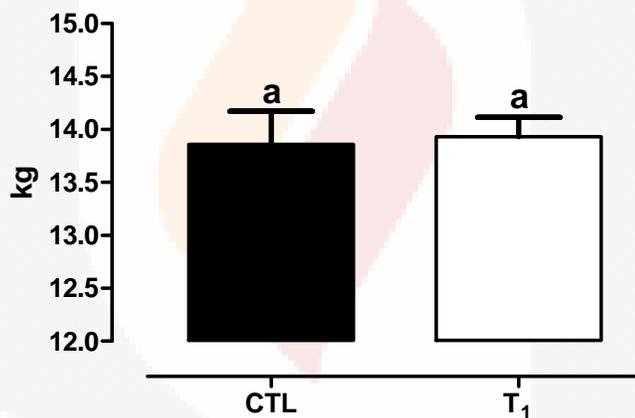


Figura No. 14. Consumo de Alimento por animal en los tres lotes (CTL y T<sub>1</sub>). Las barras representan la media ± un error estándar. Literales iguales entre figuras indican que no existen diferencias significativas (P > 0.05).

Se puede observar que el consumo de alimento para el grupo control fue de 13.86 ± 0.31 kg, mientras que para el grupo tratado fue de 13.93 ± 0.18 kg, resultando estadísticamente no significativo (P > 0.05). Nuestros resultados concuerdan con los realizados por Pulido y Ferhring (2004), ya que reportaron que no hubo diferencias estadísticas en el consumo de alimento entre tratamientos , grupo control 11.74 ± 0.52 y grupo tratado 12.23 ± 0.27 kg, ni tampoco en la conversión alimenticia, este tiene un

comportamiento similar al estudio que nosotros realizamos, ya que tampoco se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento CTL y T<sub>1</sub>

La Figura 15, presenta los promedios de los porcentajes de ganancia diaria de peso

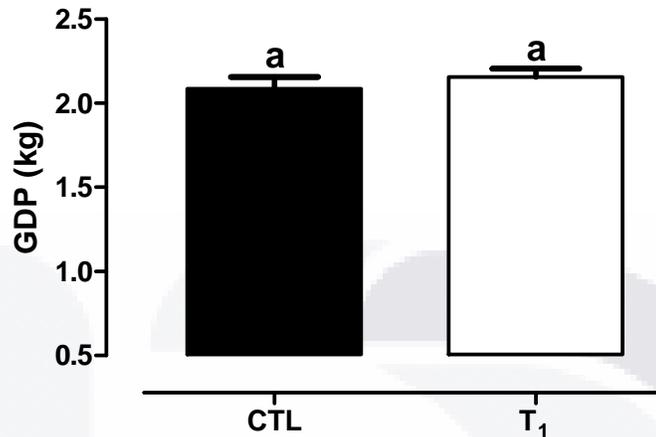


Figura No. 15. *Ganancia Diaria de Peso de los tres lotes (CTL y T<sub>1</sub>). Las barras representan la media  $\pm$  un error estándar. Literales iguales entre figuras indican que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).*

Nuestros resultados señalan que para el grupo control la ganancia diaria de peso fue de  $2.08 \pm 0.06$  kg, mientras que para el grupo tratado fue de  $2.16 \pm 0.05$ , no resultando estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ). En relación con esto, Sanders *et al.* (1997), reportaron ganancias de peso vivo mayores de 2.8 hasta 2.9 kg cuando la dieta contenía Zeolita natural en un 3%, Pond (1984) encontró ganancias en promedio de 11.5% mayores en corderos en crecimiento cuyas dietas contenían clinoptilolita al 2%. López *et al.* (2002), al proporcionar una dieta alta en proteínas y la clinoptilolita en dos razas diferentes de toros de engorda, no obtuvieron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en la ganancia diaria de peso ya que los resultados oscilaron 2.15 a 2.27 entre lo que coincide los datos en nuestro estudio ya que tampoco se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en la GDP, probablemente debido a las características de las razas utilizadas o a que la cantidad de adición de clinoptilolita no haya sido suficiente para reflejar alguna diferencia.

### 6.3.2 Parámetros de Grado de Rendimiento

La Figura 16, se muestra los resultados de Grasa de cobertura, Grasa de corazón, pelvis y riñón y Ojo de la costilla de los tres lotes de engorda.

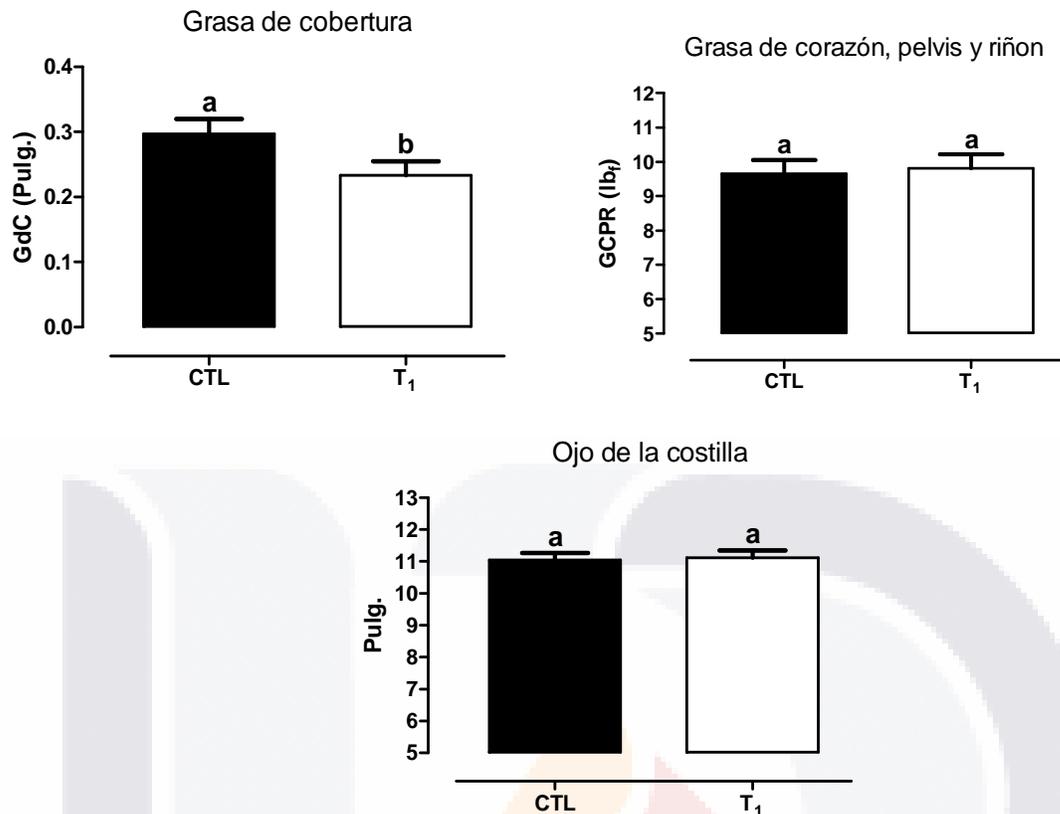


Figura No. 16. Grasa de cobertura, Grasa de corazón, pelvis y riñón y Ojo de la costilla de los animales de los tres lotes de engorda, Las barras representan la media ± error estándar. Literales diferentes indican que hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), mientras que literales iguales indican que no hay diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

La grafica de Grasa de cobertura el grupo control fue de  $0.29 \pm 0.02$  Pulg., y el grupo tratado fue de  $0.23 \pm 0.02$  Pulg., representando una diferencia mayor a favor del grupo control de un 26.0 % ( $P < 0.05$ ). En la de grasa de corazón, pelvis y riñón se presento en el grupo control fue de  $9.66 \pm 0.39$  Lb, mientras que para el grupo tratado fue de  $9.80 \pm 0.41$  Lb, no presentando diferencia entre los grupos ( $P > 0.05$ ). En lo que respecta a la grafica de Ojo de la costilla (rib eye) se obtuvo que para el grupo control fue de  $11.05 \pm 0.22$  Pg, mientras que para el grupo tratado fue de  $11.12 \pm 0.24$  Pg, no resultando estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ). Estudio realizado por Núñez *et al.*, (2005) sobre la comparación de razas con cruza cebú x suizo pardo y cebú x criollo encontró diferencias entre los grupos control  $0.3 \pm 0.03$  Pulg. y testigo fue de  $0.21 \pm 0.02$  Pulg., ya que indica que hay estudios que indican que a medida que se incrementa el porcentaje de Bos

Indicus en la cruce, la grasa de cobertura tiende a disminuir ( $P < 0.05$ ), estos resultados son similares a los del estudio realizado ya que se encontraron diferencias significativas en la grasa de cobertura entre los grupos CTL y T<sub>1</sub>, siendo los valores mas bajos para el grupo que se les adiciono la clinoptilolita., Con respecto a la grasa de corazón, pelvis y riñón el grupo CTL fue de  $9.66 \pm 0.4$  lbf y el grupo tratado fue de  $9.80 \pm 0.4$  lbf no resultando significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ). Y ojo de la costilla no mostro diferencias tanto en el grupo CTL que fue  $11.05 \pm 0.22$  pulg. Como en el grupo tratado que fue de  $11.11 \pm 0.23$  pulg. No mostrando así diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Estos resultados son similares a los ya reportados por Mellado *et al.*, (2002) quienes trabajaron con grupos de animales de origen criollo y que recibieron una dieta con la adición de la zeolita y se basaron en la USDA para determinar el grado de rendimiento donde la Grasa de corazón, pelvis y riñón fue de  $10.75 \pm 0.5$  lbf y el tratado fue de  $10.89 \pm 0.4$  lbf y con lo que respecta ojo de la costilla tampoco encontraron diferencias grupo control  $10.97 \pm 0.3$  pulg y grupo tratado  $10.85 \pm 0.6$  no resultando estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

La Figura 17, muestra los promedios de los porcentajes de grado de rendimiento de las tres engordas.

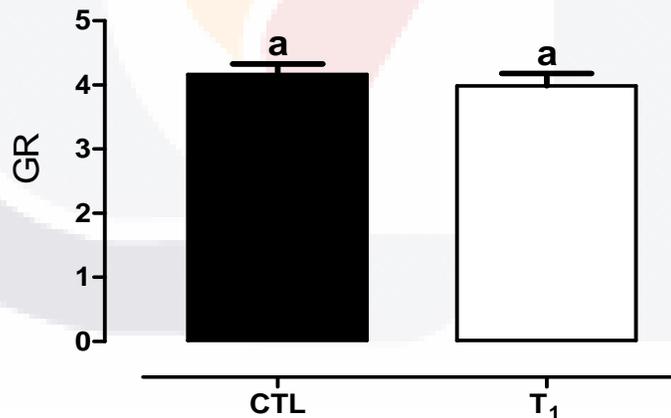


Figura No. 17. Grado de rendimiento (GR) en las tres engordas (CTL y T<sub>1</sub>). Las barras representan la media  $\pm$  error estándar y literales iguales indican que no hay diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

Los resultados de grado de rendimiento mostraron que para el grupo control fue de  $4.17 \pm 0.16$ , mientras que para el grupo tratado fue de  $3.99 \pm 0.19$ , no presentando diferencia entre los grupos ( $P > 0.05$ ). estos resultados no presentan similitud con los Núñez *et al.*,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(2005) y Mellado *et al.*, (2002) ya que ellos reportan diferencia significativa en el grado de rendimiento entre los tratamientos que reciben y no reciben la zeolitas que fueron de Núñez el grupo control  $4.5 \pm 0.2$  y grupo tratado de  $5.3 \pm 0.1$  y los resultados de Mellado reportan que grupo control fue de  $4.7 \pm 0.3$  y el grupo tratado fue de  $3.8 \pm 0.2$  encontrando así diferencias entre grupos ( $P < 0.05$ ) y menciona que la edad del toro incrementa el grado de rendimiento, esto es atribuible al efecto por la diferencia de razas, sin embargo, en nuestro trabajo no se encontró diferencias en el grado de rendimiento entre los grupos CTL y T<sub>1</sub> ( $P > 0.05$ ), que fue por los aspectos de la edad de los toros y que fueron toros criollos.



## 7. CONCLUSIÓN

- Se determinó la presencia de tres de los principales hongos causantes del deterioro de los alimentos y potencialmente productores de micotoxinas los cuales fueron *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* y *Fusarium colmurorum*.
- Se evaluó la aflatoxina B1 y su nivel de contaminación natural en el ensilaje de maíz, determinando que no representa un riesgo para la salud del ganado productor de carne.
- En la dieta balanceada de los animales estudiados del grupo T<sub>1</sub> se adicionaron 2 g de clinoptilolita por kg de alimento, no se encontró evidencias suficientes para demostrar un efecto benéfico y/o perjudicial en la mejora de los parámetros productivos (calidad de la canal y grado de rendimiento) contra el grupo CTL.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Abramson, D., J.T. Mills, R.N. Sinha, 1990. Mycotoxin production in amber durum wheat stored at 15 and 19% moisture content. *Food Addit. Contam.* (7):617-627.
- Acevedo, S.M. 2004. Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importada, según se ofrece al consumidor. *Producción Animal* pp. 23-26
- Arias, R. A., T.L. Mader, P.C. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y de leche, *Med Vet* (40) :7-22.
- Association of Official Agricultural Chemistral AOAC. 1995. Official Methods of the AOAC, 16th Edition, Method 990.33.
- Baath, H., P.O. Knabe, P. Lepom. 1990. Occurrence of *Fusarium* species and their mycotoxins in corn silage. 5- *Fusarium* infestation in corn silage. *Arch Tierernahr.* 40(4) 397–405. 1990.
- Bachman, S.E., M.L. Galyean, G.S. Smith, D.M. Hallford, J.D. Graham. 1992. Early aspects of locoweed toxicosis and evaluation of a mineral supplement or clinoptilolite as dietary treatments. *J Anim Sci.* 70 (10), 3125-32.
- Basappa, S. C., T. Shantha. 1996. Methods for detoxification of aflatoxins in foods and feeds a critical appraisal. *J. Food Sci. Technol.*, (33) 95-107.
- Bautista, A., S. Santos, 2004. Manual de Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 351 - 355.
- Beatriz, R. M., A.S. Mariela, R.M. Belén, S. Pereyra, A. Soraci, T.M. Ofelia, 2009 Mycobiota and mycotoxins in fermented feed, wheat grains and corn grains in Southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Revista Iberoamericana de Micología*, 26(4), 233-237.
- Betina, V. 1994. Physiological regulation of secondary metabolism, *In* Betina V (Ed), Bioactive secondary metabolite of microorganisms Process in industrial microbiology, Vol. (30). Elsevier Science, Amsterdam & New York, pp. 66-80.
- Black, R. D., D. S. McVey., F. W. Oehme, 1992. "Immunotoxicity in the bovine animal", *Vet. Hum. Toxicol.*, (34) 438-442.
- Bucio, C.M., D. Guzman. J.J. Peña, 2001. Aflatoxin synthesis in corn fields in Guanajuato, Mexico. *Rev Iberoam Micol*;(18) 83-87.
- Bunch, K.L., 1987. Book Food Consumption, Prices and Expenditures, 1985. US Government Printing Office. 15. Statistical Bulletin 749, Economic Research Service, US Department of Agriculture., Washington DC.

- Burson, D. E. 2005. *Quality and Yield Grades for Beef Carcasses*. North Central Extension Publication p. 357.
- Butkeraitis C., 2008. El efecto de las micotoxinas en rumiantes. *Producción Animal*, pp. 1-4.
- Carrillo, L., 2003 Mohos y Micotoxinas. *J. Agric Food Chem* 1-24.
- CAST. 1989. Council for agricultural science and technology. *Mycotoxin Econ Health Risks*. (116) 91.
- Carlson, M.P., S.M. Ensley., 2003. Use of feed contaminated with fungal (mold) toxins (mycotoxins). *NebGuide*. University of Nevada-Lincoln, 14-17.
- Castro, L., A.E. Vargas., 2001. Determining aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in maize using florisil clean up with thin layer chromatography and visual and densitometric quantification. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 21(1): 115-122.
- Charmley L.B., D.B. Prelusky., 1994. Decontamination of *Fusarium* mycotoxins. In: *Mycotoxins in grain. Compounds other than aflatoxins*. Miller J.D., Trenholm H.L.(eds.). Eagan Press, St. Paul, Minnesota, pp. 421-435.
- Church, A.T., J.M. Wilkinson., 1996. *Feeding the Dairy Cow*. Chalcombe Publications. Great Britain. pp 32-36
- Clarke, A.F. 1988. Mycology of silage and mycotoxicosis. *Silage and Health*, 19 - 33.
- Davidson, J.N., J.G. Babish., K.A. Delaney., D.R. Taylor., T.D. Phillips., 1987. Hydrated sodium calcium aluminosilicate decreases the bioavailability of aflatoxin in the chicken. *Poult. Sci.*, (66) (supl. 1): 89.
- De Lorenzi, L., A. De Giovanni., L. Malagutti., L. Molteni., F. Sciaraffia., A. Tamburini., M. Zannotti., 2005. Genotoxic activity of the Fumonisin B1 mycotoxin in cultures of bovine lymphocytes. *Ital J Anim Sci* (4), 395-402.
- Deshpande, S.S. 2002. *Handbook of Food Toxicology*. *J. Agric Food Chem*. 20-23
- Devegowda, G., M.V.N., Raju, N. Afzali, H.V.L.N. Swamy, 1998. Mycotoxin picture worldwide: novel solutions for their counteraction. *Vet. Hum. Toxicol.*, 48-54.
- Driehuis, F., S. J. Oude, W. H. Elferink., 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *The Veterinary Quarterly*, 22 (4), 212-216.
- Dzidic, A., C., Promet, A., Mohr, K., Meyer, J., Bauer, H.H.D. Meyer, M.W. Plaf., 2006 Effects of mycophenolic acid on inosine monophosphate dehydrogenase I and II

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

mRNA expression in white blood cells and various tissues in sheep. *J Vet Med Series A-Physiology Pathology Clinical Medicine* (53), 163-169.

- Egner, P., J.B. Wang, Y.R. Zhu, B.C. Zhang, Y. Wu, Q.N. Zhang. 2001. Chlorophyllin intervention reduces aflatoxin-DNA adducts in individual at high risk for liver cancer. *PNAS* (98), 14601-14606.
- FAO. 2003. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003.
- FAO. 2007. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2007.
- FAO. 2009. Dirección de estadística del 2009.
- Galvano, F., A. Pietri, T. Bertuzzi, M. Bognanno, L. Chiess, A. De Angelis, M. Galvano, 1997. Activated carbons: in vitro affinity for fumonisin B1 and relation of adsorption ability to physicochemical parameters. *J. Food Prot.*, (60) 985-991.
- Galvano, F., A. Piva, A. Ritieni, G. Galvano, 2001. Dietary strategies to counteract the effects of mycotoxins: a review. *J Food Prot.*, (64) 120-131.
- Garcia, E. 1988. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. UNAM. 217.
- Garon, D. 2006. Mycoflora and Multimycotoxin Detection in Corn Silage: Experimental Study. *J. Agric. Food Chem.* (54), 3479-3484.
- Garza, C.H., G.E. Preciado, 1992. Servicio de Clasificación de Carnes, Secretaria de Desarrollo Rural del estado de Coahuila.
- Gonçalves, E., P.M. Mori, S. Manginelli, F.J. D'arc, 2004. Intoxicação de vacas leiteiras por farelo de algodão naturalmente contaminado com aflatoxinas. *Ciência Rural* (34), 171-174.
- González, L., J.M. Soriano, J.C. Molto, J. Manes. 2008. Simple liquid chromatography assay for analyzing ochratoxin A in bovine milk. *Food Chem* (108) 272-276.
- Grant, P. G., T. D. Phillips. 1998. Isothermal adsorption of aflatoxin B1 on HSCAS clay. *J. Agric. Food Chem.* (46) 599-605.
- Groopman, J.D., J.S. Wang, P. Scholl, 1996. Molecular biomarkers for aflatoxins: From adducts to gene mutations to human liver cancer. *Can J Microbiol* (74) 203-209.
- Hedrick, H.B., E.D. Aberle, J.C. Forrest, M.D. Judge, R.A. Merkel, 1994. Principles of Meat Science. In: Kendall, H.P.Co. (Ed.), Dubuque, Iowa., pp. 1, 3, 274, 289-317.

- Helferich, W. G., W.N. Garrett., D.P. Hsieh., R.L. Baldwin., 1986. Feedlot performance and tissue residues of cattle consuming diets containing aflatoxins. *J Anim Sci.* (62), 691-696.
- Holzer, M., E. Mayrhuber., H. Danner., L. Madzingaidzo., R. Braun., 1999. Effect of *Lactobacillus sp.* and *Enterococcus sp.* on Silaging and Aerobic Stability. pp. 270-272.
- Hussein HS, JM. Brasel 2001. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins in humans and animals. *Toxicology*; (167):101-134.
- Huwig, A., S. Freimund, O. Kappeli, H. Dutler, 2001. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. *Toxicol. Lett.* (122) 179-188.
- IARC. 1993. International Agency for Research of Cancer. 56, 245-489.
- IASA. 2000. Investigación aplicada S.A. de C.V. 1, 2-4.
- IARC. 2002. International Agency for Research of Cancer (IARC). 82, 171-301.
- Ibrahim, I.K., A.M. Shareef, K.M. Al-Joubory. 2000. Ameliorative effects of sodium bentonite on phagocytosis and Newcastle disease antibody formation in broiler chickens during aflatoxicosis. *Res. Vet. Sci.*, (69)119-122.
- INEGI 2006. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Anuario Estadístico.
- INEGI. 2007. Sector Alimentario En México.
- JECFA 2001. (JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES), J., FAO, W. Experts Committee on Food Additives. 47.
- Ledeux, D.R., G.E. Rottinghaus, A.J. Bermudez, M. Alonso. 1999. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poult. Sci.* (78) 204-210.
- Lillehoj, E.B. 1991. Aflatoxins: an ecologically elicited genetic activation signal. *Mycotox Anim Foods*, 1-35.
- Lindgren, S.K., A. Petterson, P. Jonsson, P. Lingvall, A. Kaspersson, 1988. Silage Inoculation, selected strains, temperature, wilting and practical application. *J. Agric. Food Chem* (15), 9-18.
- López, R., M., Mellado, R., García, J. Acosta, 2002 Crecimiento y Características de la canal de bovinos charolais y beefmaster alimentos con dos fuentes de proteína y dos niveles de niveles de grasa sobrepasante. *Técnica Pecuaria de México Vol.* (40), pp.291-298.

- Machen M.D., B.A., Clement, E.C., Shepherd, A.B., Sarr, R.E., Pettit, T.D. Phillips 1988. Sorption of aflatoxins from peanut oil by aluminosilicates. *Toxicologist.*, (8) 265.
- Maragos, C.M., R.D. Plattner, S.D. Miklasz., 1996. Determination of hydrolysed fumonisin B-1 (HFB1) in corn by competitive direct enzyme-linked immunosorbent assay. *Food Additive Cont* (13), 105-113.
- Marina, M.H., G.M., Mendes., B.F. D'almeida. 2007. Occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub> in dairy cow's feed over 10 years in Portugal. *Revista Iberoamericana de Micología*, (24) 69-71.
- Mansfield, M.A., A.D., Jones, G.A Kuldau., 2008. Contamination of fresh and ensiled maize by multiple penicillium mycotoxins. *Phytopathology*. 98(3), 330-6.
- Marinho, M.R., A.S., Terezinha, S.J., Morais, M.B., Brolo, R.A., Pires, E.M Picada, 2007. Função hepática e renal de frangos de corte alimentados com dietas com aflatoxinas e clinoptilolita natural. *Pesq. agropec. bras.* (9), 1221-1225.
- Márquez, M.R., E., Vera, I. Tejada, 2001. Efecto antigenotóxico de los glucomanos esterificados y fosforilados (MycosorbMR) de *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para ratón contaminadas con aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>). En: *Biotechnología en la Industria de la Alimentación Animal Vol. VIII*. Alltech. México. bumeasurement. *J Anim Sci.* (25), 843-851.
- McCollum, F.T., M.L. Galyean., 1983. Effects of clinoptilolite on rumen fermentation, digestion and feedlot performance in beef steers fed high concentrate diets. *J Anim Sci.* 56, 517-524.
- Medina, G.B., C.J.A. Ruiz, P.R.A. Martínez. 1998. Los climas de México. Una estratificación ambiental basada en el comportamiento climático. *Control de Investigación Regional del Pacífico Norte*. INIFAP, SAGAR. Libro Técnico No. 1
- Mela, M.E., M.L., Hamm, P.T Henderson, C.M Harris, T.M Harris, 2002. Essigmann, J.M. The Aflatoxin B<sub>1</sub> Formaminyprymidine adduct plays a major role in causing the types of mutations observed in human hepatocellular carcinoma. *PNA (Proceeding of National Academy of Science)*. (99), 6655-6660.
- Mellado, M., R. López, R., García, J., Acosta, 2002 Crecimiento y Características de la canal de bovinos charolais y beefmaster alimentos con dos fuentes de proteína y dos niveles de niveles de grasa sobrepasante. *Técnica Pecuaria de México Vol.* (40), pp.291-298.
- Millet, S., E. Cox., M. Van Paemel., K. Raes., M. Lobeau., S. De Saeger., S. De Smet., B.M. Goddeeris., G.P.J. Janssens., 2006. Immunocompetence in organically fed finishing pigs: Effect of corn cob mix. *Veterinary Journal* (171), 301-307.
- Minervini, F., A., Giannoccaro, F., Fornelli, M.E., Dell'Aquila, P., Minoia, A. Visconti, 2006., Influence of mycotoxin zearalenone and its derivatives (alpha and beta zearalenol)

on apoptosis and proliferation of cultured granulosa cells from equine ovaries. *Reproductive Biology and Endocrinology* 4.

- Newman, K. 1998. The biochemistry behind esterified glucomannans titrating mycotoxins out of the diet. In: *Biotechnology in the feed Industry, Proceedings of Alltech's 14th Annual symposium* (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds). Nottingham University Press, UK. 369.
- Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes Y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Núñez, F., J. García., J. Hernández., J. Jiménez., 2005. Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Técnica Pecuaria en México* Vol.(43). No.002 pp. 219-228.
- Oguz, H., V. Kurtoglu., 2000. Effect of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *Br. Poult. Sci.*, (41) 512-517.
- Oguz, H., V. Kurtoglu., B. Coskun., 2001. Preventive efficacy of clinoptilolite in broilers during chronic aflatoxin ( 50 and 100 ppb.) exposure. *Res. Vet. Sci.*, (69). 197-201.
- O'kiely, P., J. Mceniry., y B. Cummins, 2006. Quantification and identification of fungal propagules in bales of grass silage produced using standard farm procedures. *TEAGASC Research reports 2005*, 43-44.
- Oudeelferink, Driehuis, 2001. Silage fermentation processes and their manipulation. *FAO Electronic conference on Tropical silage*.
- Parlat, S.S., A.O. Yildiz., H. Oguz., 1999. Effect of clinoptilolite on performance of Japanese quail( *Coturnix coturnix japonica*) during experimental aflatoxicosis. *Br. Poult. Sci.*, (40). 495 - 500.
- Pearson, A.M., T.R. Dutson, 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. In: Blackie, A.&P. (Ed.), New York, pp. 18-19, 48-50, 79, 289-331, 480, 486-489.
- Pearson, A.M., F.W. Tauber., 1984. *Processed meats*. Publishing Company, Westport Connecticut, p. 29.
- Pelhate, J. 1988. Ecology of the microflora of grains and seeds. En: *Preservation and storage of grains, seeds and their by-products*. Multon J. (ed.). Lavoisier publishing, New York. pp. 244 - 262.
- Periaca, M., B., Radic, A. Lucic., M. Pavlovic, 1999. Efectos Tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. *Bulletin of the World Health Organization* (77), 754-766.

- Pestika JJ, GS. Bondy. 1994 Immunotoxic effects of mycotoxins. In: Mycotoxins in grain, compounds other than aflatoxin. Miller JD, Trenholm HL editors. St. Paul, MN: Eagan Press;:359-404.
- Phillips, S.I., P.W., Wareing, A., Dutta, S., Panigrahi, V. Medlock, 1996. The mycoflora and incidence of aflatoxin, zearalenone and sterigmatocystin in dairy feed and forage samples from Eastern India and Bangladesh. *Mycopathologia* (133). 15-21
- Phillips, T.D., A.B., Sarr., P.G. Grant., 1995. Selective chemisorption and detoxification of aflatoxins by phyllosilicate clay. *Nat. Toxins.*, (3) 204-213.
- Phillips, T.D., , L.F. Kubena., R.B. Harvey., D.R. Taylor., N.D. Heidelbaugh., 1988. Hydrated sodium calcium aluminosilicate: A high affinity sorbent for aflatoxin. *Poultry Sci.*, (67). 243-247.
- Pimentel, D. 1991. World resources and food losses to lpests. In: Ecology and management of food industry Pests. Gortham J.R: (ed.). FDA Tecñh. Bull. 4, Assoc. *Anal. Chem. Arlington, VA.* pp. 5-11.
- Pitt JI. 1992 Collaborative study on media for detection and differentiation of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*, and the detection of aflatoxin production. pp. 303-308 en: Modern Methods in Food Mycology. Samson RA *et al.*, editores. Elsevier, Amsterdam.
- Pittet, A. 1998. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. *Rev Med Vet* (149): 479-492.
- Piva, G., F., Galvano., A. Pietri., A. Piva, 1995. Detoxification methods of aflatoxins: a review. *Nutr. Res.* (5): 689-715.
- Pond, W. G. 1984. Response of Growing Lambs to Clinoptilolite or Zeolite NaA Added to Corn, Corn-Fish Meal and Corn-Soybean Meal Diets. *J. Anim. Sci.* (59) 1320-1328.
- Preston, T.R., R.A. Leng., 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 97-101.
- Pulido, R.G., A. Ferhring., 2004. Efecto de la adición de una zelolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, posdestee. *Arch Med Vet* 36: 197-201.
- Ramos, A.J., E. Hernández., 1997. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilication addition to feedstuffs. A review. *Anim. Feed Sci Technol.*, 65. 197-206.
- Reyes, W.P., P. C. Jiménez., F. Rojo., C. Juárez Woo., (2006) Evaluación de la calidad nutricional y contaminación por Hongos y micotoxinas en el ensilado destinado al

consumo animal. 2006 XVII semana de la investigación científica en el CUCBA, 813-818.

Reyes, W.P., V.H.I., Espinoza, F., Rojo, C., Jiménez, E.D., Palacios, J Hernández,, A Ramírez,, 2008. Occurrence of fungi and mycotoxins in corn silage, Jalisco State, Mexico. *Revista Iberoamericana de Micología* (25), 182-185.

Rustom IYS. 1997 Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem*;(59) 57-67.

SAGARPA 2003 (Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación ). Situación del sector pecuario..

Samson, R.A., E.S Hoekstra, C. 1995. Frisvad, Introduction to Food Borne Fungi. Fourth edition, Central bureau Voor Schimmelculture Baarn, The Netherlands. Printed by Ponsen & Looyen, Wageningen, Netherland.

Sanders, K., C. Reed, S. Harper. 1997. Technical Report of Food and Animal Science Departament. Technical University of Texas, USA.

Santin, E. 2005. Mould growth and mycotoxin production. The Mycotoxin Blue Book. Nottingham University Press. Duarte Díaz Eds. pp. 225-34.

SAS. 1999.Procedures guide for personal computers. CARY, N. C.: SAS Institute, Inc., U.S.A.

Schlatter, L.K., K. Smith., 1999. Effects of Mold Growth on Nutrient Availability in Animal Feeds. pp. 139-144.

Schollenberger M., W, Drochner., HM., Müller 2007.Fusarium toxins of the scirpentriol subgroup: a review, *Mycopathologia* No.(164) pp.101–118.

Scott, P.M. 1998. Industrial and farm detoxification processes for mycotoxins. *Revue. Med Vet.*, (149) 543-548.

Scudamore, K.A., C.T., Livesey, 1998. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: a review. *J Sci Food Agr* (77) 1-17.

Servicio Meteriologico Nacional (SMN) Comisión Nacional del Agua (CNA). 2004. Gerencia estatal de Aguascalientes.

Shanawany, A.A., M. Eman., A, Barakat., 2005 .Fungal populations and mycotoxins in silage in Assiut and Sohag governorates in Egypt, with a special reference to characteristic Aspergilli toxins. *Mycopathologia* (159) 281–289

Shlosberg, A., N. Elkin., M. Malkinson., U. Orgad., V. Hanji., E. Bogin., Y. Weisman., M. Meroz., R. Bock., 1997. Severe Hepatopathy In Geese And Broilers Associated With Ochratoxin In Their Feed. *Mycopathologia* (138) 71–76.

- Stanley, V. G., R. Rojo., S. Woldesenbet., D.H. Hutchinson., L.F. Kubena., 1993. The use of *Saccharomyces cereviciae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. *Poult. Sci.* (72), 1867- 1872.
- Takayama, H., N. Shimada., O. Mikami, H. Murata., 2005. Suppressive effect of deoxynivalenol, a *Fusarium* mycotoxin, on bovine and porcine neutrophil chemiluminescence: An in vitro study. *J Vet Med Sci* (67), 531-533.
- Taylor, D.R., 1999 Mycotoxin binders what are they and what makes them work? *Feedstuffs jan* (18) 41-45.
- Uriarte, M.E., K.K., Bolsen., B, Brent. 2002. A study of the chemical and microbial changes in whole-plant corn silage during exposure to air: effects of a biological additive and sealing technique. The XIIIth International Silage Conference. Auchincruive, Scotland. pp 174 -175.
- USDA. 1991. Statistical Bulletin 749. Economic Research Service, United States Department of Agriculture. Washington DC.
- USDA. 1996. Standards for Grades of Slaughter Cattle and Standards for Grades of Carcass Beef. Agricultural Marketing Services, Washington, D.C., Government Printing Office.
- USDA 1999 (United States Department of agriculture). Grain fungal diseases and mycotoxins reference.GIPSA, Technical Services Division 10383 N. Executive Hills Blvd. Kansas City Mo64153,.
- Vaamode, G., A. Patriarca., V. Fernández., R. Comercio., C. Degrossi., 2003. Variability of aflatoxin and cyclopiazonic acid production by *Aspergillus section flavi* from different substrates in Argentina. *J Food Micr.* (88) 79-84.
- Wada, K., Y. Hashiba. H. Ohtsuka., M. Kohiruimaki., M. Masui., S. Kawamura., H. Endo., Y. Ogata., 2008. Effects of mycotoxins on mitogen-stimulated proliferation of bovine peripheral blood mononuclear cells. *J Vet Med Sci* (70) 193-196.
- Wild, C.P., P.C. Turner., 2002. The Toxicology of aflatoxins as a basis for public health decision. *Mutagenesis* (17), 471-481.
- Woolford, M.K., 1990. The Detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bact* (68), 101-116.
- Zinedine, A., 2007. "Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: An oestrogenic mycotoxin". *Food Chem Toxicol* (45), 1-18.