

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Digestibilidad “in-situ” del extracto etéreo de alimento para ganado lechero,
contaminado con micotoxinas y adicionado con un secuestrante.**

POR

NEREIDA ANGULO RÍOS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Digestibilidad "in-situ" del extracto etéreo de alimento para ganado lechero, contaminado con micotoxinas y adicionado con un secuestrante.

POR

NEREIDA ANGULO RÍOS


TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

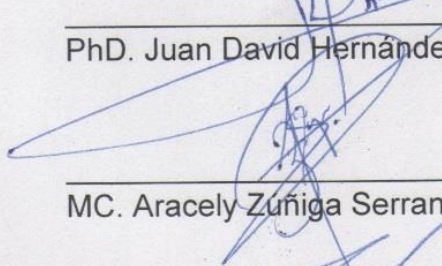
APROBADA POR

PRESIDENTE:




PhD. Juan David Hernández Bustamante

VOCAL:



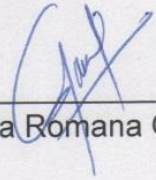
MC. Aracely Zuñiga Serrano

VOCAL:

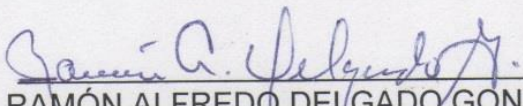


MVZ. José Guadalupe Cabello Favela

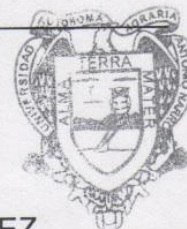
VOCAL SUPLENTE:



DRA. Leticia Romana Gaytán Alemán



MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Digestibilidad "in-situ" del extracto etéreo de alimento para ganado lechero, contaminado con micotoxinas y adicionado con un secuestrante.

POR

NEREIDA ANGULO RÍOS

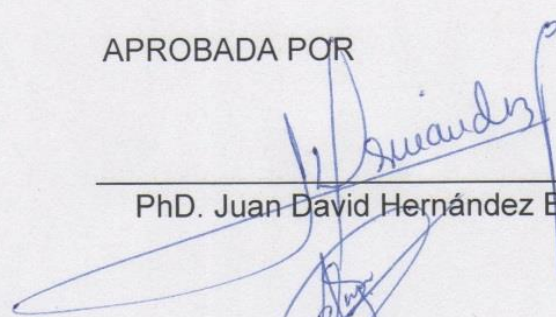
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL




PhD. Juan David Hernández Bustamante

ASESOR




MC. Aracely Zuñiga Serrano

ASESOR:

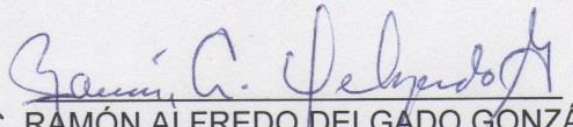


MVZ. José Guadalupe Cabello Favela

ASESOR:



DRA. Leticia Romana Gaytán Aleman



MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

Agradecimientos

A Dios, que me dio la fortaleza y protección de seguir en este camino y llegar a la meta establecida.

A mis padres, Silvia Ríos Olgún y Saúl Angulo Montoya que en las buenas y las malas estuvieron hay con su apoyo incondicional.

A mis maestros, que se tomaron el tiempo de instruirme en este camino, y a los que me brindaron su amistad Gracias.

A mi hermana, que a pesar de todo siempre estuvo dispuesta a ayudarme hasta el final.

A mi hermano y amigos por estar al pendiente, **Amigos** gracias por existir en mi vida y por su ayuda en las buenas y las malas.

A mi Alma Terra Mater, por brindarme el calor de hogar.

Dedicatoria

A mis padres, **Silvia Ríos Olguín** y **Saúl Angulo Montoya**

Por su apoyo y confianza brindada, durante mi vida y por tener la confianza que a pesar de todo les respondí como ellos me lo inculcaron con errores pero siempre firme para salir adelante.

A mis hermanos y sobrinas, **Saúl Angulo Ríos**, **Lizett Alejandrina Angulo Ríos**, **Samantha Angulo Rivera**, **Marlen Alejandrina Avila Angulo**, **Silvana Angulo Rivera**, **Belen de Jesus Avila Angulo**.

Hermanos por ser mi ejemplo a seguir y que me di cuenta que si se podría llegar a las metas planteadas en la vida, en especial a ti hermana, Lizett Alejandrina que a pesar de todo estuviste siempre para mí, en las malas, en las muy malas y en las excelentes etapas de mi vida te quiero mucho. Y a esas niñas que fueron mi motor para poder lograr a donde estoy y para seguir creciendo más como persona.

A mis amigos, **Heber Carrillo Sánchez** y **Yajaira Triana Varela** que tuvieron confianza en mi y me alentaron a salir adelante hoy y siempre, que a pesar de la distancia aquí estamos presentes, por estar conmigo en las buenas y en las malas y enseñarme a ver lo maravilloso que es la vida.

Resumen

La alimentación humana es un factor importante para los ganaderos que se dedican a la producción de leche, esto debido a la alta demanda de productos derivados de este líquido así como de sus derivados, y es conocido que para que se logren altas producciones de leche, se debe de proporcionar una adecuada cantidad y calidad de alimento a los animales, aunque desafortunadamente en ocasiones la calidad de los alimentos se ve afectada por la alta presencia de hongos debido al humedecimiento en las bodegas y eso puede traer consecuencias funestas para las vacas; por lo tanto se ha decidido usara secuestrantes para evitar el daño a la salud digestiva de los animales. Por lo que el objetivo de este trabajo fue medir la digestibilidad “in situ” del alimento contaminado con micotoxinas adicionado con un Secuestrante en base a la medición del extracto etéreo (EE), realizando un experimento con la utilización de una vaca Holstein Friesian con fistula ruminal y canulación permanente, durante la investigación se colocaron muestras dentro del rumen siguiendo la técnica de Orskov, por periodos de incubación de las 0 a 48 horas y a su vez con tres repeticiones de cada muestra, dándonos como resultado que la degradación de las grasas se da en periodo máximo de 12 horas con un nivel mínimo de solubilidad; a través de dicho experimento nos pudimos percatar que la degradación de los lípidos es lenta debido al medio acuoso en el que se encontraba, concluyendo que la adición de un secuestrante no influye en la digestión “in situ” del extracto etéreo.

Palabras clave: Digestibilidad, Extracto, Fistula, Solubilidad, Lípidos.

Índice

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
Resumen	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	1
III. OBJETIVO GENERAL	1
IV. HIPÓTESIS	1
V. REVISIÓN DE LITERATURA	1
5.1 Micotoxinas	2
5.2 Riesgos de las micotoxinas	4
5.3 Digestibilidad	5
5.4 Tipos de Digestibilidad	6
5.4.1 Digestibilidad Aparente	6
5.4.2 Digestibilidad “in vivo”	6
5.4.3 Técnica “in situ”	7
5.4.4 Digestibilidad “in vitro”	7
5.5 Secuestrantes	8
5.5.1 Tipos de Secuestrantes	8
5.5.2 Agentes adsorbentes	8
5.6 Extracto etéreo	10
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	11
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
VIII. CONCLUSIÓN	14
IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	15

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación humana es uno de los factores más importantes que debe tener la producción animal siendo esto un gran reto para los ganaderos ya que para satisfacer la demanda creciente de un producto tan importante en la canasta básica de las personas como lo es la leche, lo que lleva a tener una gran necesidad de producir mayor cantidad esto con lleva a convertir a las vacas en altas productoras para satisfacer la demanda, por lo cual se requiere de una dieta más específica que nos lleve a cumplir este propósito.

La dieta principal está basada en forrajes y granos, de acuerdo a las necesidades metabólicas del ganado teniendo como riesgo que el manejo y almacenamiento de los alimentos sea uno de los factores que vuelven predisponentes a que se lleve una contaminación por hongos y estos ocasionando problemas en la conservación y una deficiencia de la calidad del alimento ofrecido. Y estos alimentos al ser ofrecidos provocan graves problemas digestivos que a su vez causa alteraciones en los parámetros productivos y reproductivos de las vacas.

Por lo tanto, se pretende estudiar los efectos que tendría la adición de un Secuestrante de toxinas fúngicas en la dietas de las vacas y comprobar si afecta la digestibilidad de los parámetros químicos de la dieta.

II. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se hizo con la finalidad de evaluar la digestibilidad in situ del extracto etéreo del alimento obtenido de un animal fistulado en un periodo de las 0 a las 48 horas. Para conocer los parámetros químicos de este en base a la adición de un Secuestrante de micotoxinas.

III. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la digestibilidad in situ del extracto etéreo del alimento contaminado con micotoxinas ofrecido al ganado lechero y adicionado con un Secuestrante.

IV. HIPÓTESIS

La adición de un Secuestrante de micotoxinas en la dieta ofrecida al ganado lechero influye de manera positiva en la digestibilidad del extracto etéreo contenido en la ración.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Micotoxinas

El Hongo es un contaminante habitual de alimentos almacenados (granos y cereales), cuyas condiciones óptimas para la producción de micotoxinas son 25°C y una humedad relativa del 95% (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

Las micotoxinas que deriva de las palabras griegas *mikes* y *toxinas* , que significan hongo y veneno respectivamente son compuestos que tiene lugar cuando la fase de crecimiento llega a su etapa final y durante la fase estacionaria siendo a menudo asociado con la diferenciación y la esporulación (Soriano, 2007).

Las micotoxinas son sustancias producidas por ciertos hongos pertenecientes principalmente a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* (Méndez-Albores y Moreno-Martínez, 2009).

Son sustancias tóxicas resultantes del metabolismo secundario de diversas cepas de hongos filamentosos. Son compuestos orgánicos, de bajo peso molecular y no poseen inmunogenicidad (Mallmann y col. 2009).

Las micotoxinas se encuentran presentes en el cultivo (hongos de campo), en el transporte y/o en el almacenaje, y presentan diversos grados de toxicidad para los animales que las ingieren (Acosta y col., 2016).

Debido a su gran variedad de efectos tóxicos, y sobre todo a su extrema resistencia al calor (termo resistencia), la presencia de las micotoxinas en los alimentos es considerada de alto riesgo para la salud humana y de los animales (Méndez-Albores y Moreno-Martínez, 2009).

La formación de micotoxinas es dependiente de una serie de factores como la humedad, temperatura, presencia de oxígeno, tiempo para el crecimiento del hongo, constitución del sustrato, lesiones o agresiones a la integridad de los granos producidas por insectos o daño mecánico o térmico, cantidad del inóculo fúngico; así como la interacción y competencia entre los linajes fúngicos (Mallmann y col. 2009).

La presencia de hongos no es un indicador fiable de niveles importantes de micotoxinas, del mismo modo que la ausencia de micelio visible no es un indicador de “material limpio” (Applebaum y col., 1982).

Cuadro 1. Principales micotoxinas, hongos productores, alimentos más contaminados y condiciones favorables para su presentación (Mallmann y col. 2009).

Micotoxinas	Principales hongos productores	Alimentos más propensos a la contaminación	Principales factores de Producción
Aflatoxinas	Aspergillus flavus y A. parasiticus	Maní, castañas, nueces, maíz y cereales en general	Almacenamiento en condiciones inadecuadas
Zearalenona	Fusarium	Maíz y cereales de invierno	Bajas temperaturas asociadas a alta humedad.
Fumonisina	Fusarium	Maíz y cereales de invierno.	Estación seca seguida de alta humedad y temperaturas moderadas.
Tricotecenos	Fusarium	Maíz y cereales de invierno.	Bajas temperaturas, alta humedad y problemas de almacenamiento.
Ocratoxina A	Aspergillus y Penicillium	Maíz y granos almacenados	Deficiencia de almacenamiento

Aflatoxinas: son micotoxinas cancerígenas, teratogénicas, mutagénicas, que tienen tropismo por órganos como hígado, cerebro y riñón (*aspergillus*) (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

La producción de Aflatoxinas puede tener lugar antes y después de la cosecha, en numerosos alimentos y piensos, especialmente semillas oleaginosas, nueces comestibles y cereales (Gómez, 2007).

Las cuatro principales aflatoxinas han sido subdivididas en los grupos B y G, con base en la fluorescencia azul (blue) o verde (green) que presentan bajo la luz ultravioleta, y se denominan AFB1, AFB2, AFG1 y AFG2. Generalmente, la AFB1 es la de mayor ocurrencia y se presenta en mayor concentración en los productos alimenticios (Méndez-Albores y Moreno-Martínez, 2009).

Aflatoxina B1 (AFB1): Esta micotoxina se ha descrito como un potente carcinógeno dietario y está implicado en la etiología del carcinoma hepatocelular. Además se ha asociado a inmunosupresión y a graves déficits nutricionales (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

Ocratoxinas: Metabolitos secundarios tóxicos producidos principalmente por los hongos géneros *aspergillus* y *penicillium*, los cuales son contaminantes habituales de cereales, café, pan y alimentos de origen animal (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

Existen 7 tipos de Ocratoxinas, sin embargo la más tóxica es la ocratoxina A (OTA) (Gimeno y Martins, 2011).

Ocratoxina A (OTA): es una micotoxina nefrotóxica, cancerígena y mutagénica es soluble en disolventes orgánicos y ligeramente solubles en agua, es absorbida en el tracto digestivo (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

Su consumo se ha asociado a toxicidad renal, neuropatía e inmunodepresión en varias especies de animales y a cáncer en animales de experimentación (Gómez, 2007).

Zearalenona:

Este tipo de micotoxina también es conocida como toxina F-2 o ZEN, y es producida por especies del hongo *Fusarium*, comúnmente *F. graminearum* y *F. culmorum*. (Méndez-Albores y Moreno-Martínez, 2009).

La Zearalenona puede encontrarse como contaminante natural en el maíz y subproductos, cebada, trigo, avena, sorgo, semilla de sésamo, heno y ensilado (Gimeno y Martins, 2011).

La Zearalenona y sus derivados tienen efectos estrogénicos en varias especies animales (infertilidad, edema vulvar, prolapso vaginal e hipertrofia mamaria en hembras y feminización de los machos, con atrofia testicular y aumento de tamaño de las mamas (Peraica y col., 1999).

Tricotecenos: son micotoxinas producidas sobre todo por miembros del género *Fusarium* aunque también las sintetizan hongos de otros géneros como *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Myrothecium* y *Sthachybotrys* (Peraica y col., 1999).

De estas micotoxinas se han identificado más de 200 derivados que se dividen en dos grupos (A-B), siendo las toxinas más importantes del grupo A la toxina T2, la toxina HT-2, diacetoxiscirpenol, monoacetoxiscirpenol, triacetoxiscirpenol y escirpentril, y las del grupo B son la Vomitoxina o Desoxinivalenol, fugarenona X, Nivalenol, pueden generar toxicidad tanto en animales como en seres humanos (Serrano-Coll y Cardona-Castro, 2015).

La toxicidad de los Tricotecenos es caracterizada por alteraciones gastrointestinales como vómito y diarrea; además, este grupo de micotoxinas son extremadamente tóxicas a nivel celular (citotóxicas) así como altamente inmunosupresoras (Méndez-Albores y Moreno-Martínez, 2009).

5.2 Riesgos de las micotoxinas

Las micotoxinas son uno de los riesgos que se asocian a los alimentos que integran la dieta habitual. Cereales, frutos secos y sus subproductos son los alimentos más susceptibles de acumular toxinas fúngicas (Gómez, 2007).

Cuadro 2. Ingesta diaria tolerable de las principales micotoxinas (Sanchis y col., 2004).

Micotoxina	Ingesta tolerable ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso vivo/día)
Aflatoxina B1	0,014
Ocratoxina A	1,2–5,7
Fumonisina B1	1,0
Tricotecenos	
– Desoxinivalenol	0,7
– Toxina T-2	0,06
– Nivalenol	0,7

Si las condiciones de cultivo o de almacenamiento no son las idóneas, los mohos pueden sintetizar toxinas, que tras ser ingeridas por el consumidor desencadenan micotoxicosis (Gómez, 2007).

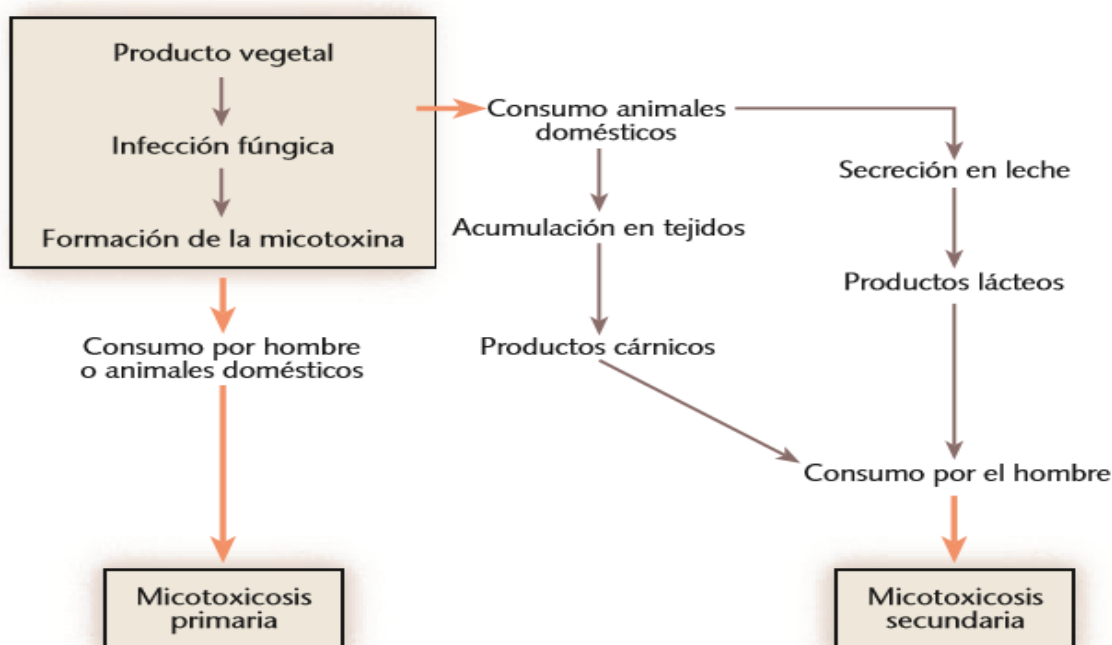


Figura 1. Micotoxicosis Primaria y Secundaria (Gómez, 2007).

5.3 Digestibilidad

La digestibilidad, estima la proporción de nutrientes en una ración que presumiblemente son absorbidos por el animal. Esta depende en gran parte, de la composición nutritiva de la ración en estudio, aunque su medición se complica porque las heces tienen cantidades de materiales provenientes de la dieta (compuestos nitrogenados, lipídicos, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno). Por esta razón, los coeficientes de digestibilidad son aparentes, sin embargo son de gran utilidad (Lachmann y col., 2009).

La digestibilidad de un alimento determina el porcentaje de sustancias no digeridas que debe ser eliminado del tracto digestivo (Orskov, 1990).

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales (Giraldo y col., 2006).

La digestibilidad, o el contenido de energía digestible o metabolizable, se determinan generalmente mediante ensayos de balance nutritivo, utilizando animales vivos. Los procesos de digestión y pasaje pueden ser descritos por modelos compartimentales en los cuales cada compartimento representa un proceso distinto. En estos modelos, el alimento desaparece del rumen por degradación y absorción o por tránsito a tracto digestivo posterior apareciendo finalmente en las heces (Rosero y Posada, 2007).

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994).

5.4 Tipos de Digestibilidad

5.4.1 Digestibilidad Aparente

La digestibilidad aparente de un nutriente se define como la cantidad que no se excreta en las heces y por lo tanto se considera absorbida por el animal. El coeficiente de digestibilidad aparente viene dado por la ecuación (cantidad de nutriente consumido – cantidad de nutriente excretado) / cantidad de nutriente consumido (McDonald y col., 2002).

5.4.2 Digestibilidad “in vivo”

Este método es el que mide más exactamente la digestibilidad de un alimento. El valor potencial de una ración balanceada que suministra ciertos nutrientes puede ser determinado teniendo en cuenta las pérdidas inevitables que tienen lugar durante la digestión, la absorción y el metabolismo (Scholfield, 2000).

La digestibilidad determinada por este método se expresa habitualmente como digestibilidad aparente o real según las siguientes ecuaciones (Lascano y col., 1990).

$$D. \text{ aparente de MS} = \frac{\text{Cantidad de MS ingerida} - \text{Cantidad de MS excretada}}{\text{Cantidad de MS ingerida}} \times 100$$

$$D. \text{ real} = \frac{\text{Material ingerido} - \text{Material excretado} - \text{Excreción endógena}}{\text{Cantidad de alimento ingerido}} \times 100$$

5.4.3 Técnica “in situ”

La técnica “in situ” consiste en colocar la muestra en bolsas sintéticas (nylon) e incubarlas en el rumen de animales fistulados para obtener el grado de digestibilidad (Mehrez y Orskov, 1977).

Como técnica in situ se entiende a las evaluaciones de alimentos que se realizan empleando animales, tales como la digestibilidad o consumo voluntario. La técnica in situ o también llamada de la bolsa de nylon (Orskov y col., 1980)

Permite estudiar la cinética de desaparición del alimento en el rumen de animales fistulados. El alimento se coloca dentro de bolsas de nylon cerradas y luego en el rumen de los animales, el retiro de distintas bolsas a lo largo del tiempo permite medir la cantidad de material que ha desaparecido. La fracción del alimento que no se recupera dentro de las bolsas se asume que ha sido degradado, de este modo se construye la curva de desaparición. Esta metodología representó un adelanto muy importante dentro del campo de la nutrición de rumiantes, debido a que permite el estudio de la cinética de degradación. Esta técnica ha mostrado un buen grado de asociación con el consumo y la digestibilidad para alimentos como forrajes frescos y henos (Orskov, 2000).

La técnica de degradación ruminal in situ, mediante el uso de bolsa de nylon, se emplea frecuentemente en la evaluación de alimento para rumiantes. El método tiene la ventaja de ser rápido, sencillo y económico. La muestra es sometida a una ambiente ruminal real, por lo que el proceso de degradación será similar al esperado en la realidad (in vivo) (Ayala y Rosado, 2003).

La digestibilidad “in situ” del extracto etéreo se estima con la siguiente ecuación (Orskov, 2000).

$$\%EE = \frac{\text{peso final del vaso} - \text{peso inicial del vaso}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

5.4.4 Digestibilidad “in vitro”

La técnica “in vitro” es basada en análisis de residuos no digeridos o fermentados, a diferentes tiempos de incubación, es un método, que se basa en el principio de someter una muestra de alimento (forraje o grano) en un recipiente a la acción de inoculo de líquido ruminal, con el fin de simular las condiciones que ocurren en el rumen. Después de un determinado tiempo se mide la cantidad de materia seca, materia orgánica o celulosa que ha desaparecido durante la incubación, la proporción desaparecida se denomina digestibilidad “in vitro” (Bruni y Chilbroste, 2001).

5.5 Secuestrantes

Los Secuestrantes son agentes que por diversos modos bajan la toxicidad de un alimento contaminado, involucran la adsorción y la biotransformación de estos compuestos tóxicos (Whitlow, 2006).

Los absorbentes actúan como secuestradores químicos, formando enlaces con las moléculas de micotoxinas en el tracto gastrointestinal y reduce el grado de absorción de micotoxinas por el intestino, reduciendo así la toxicidad sistemática en el organismo (Huwig, 2001).

La adición de adsorbentes de micotoxinas para dietas contaminadas ha sido considerada como el más prometedor enfoque dietético para reducir los efectos de las micotoxinas. La teoría es que el aglutinante descontamina las micotoxinas en el alimento adsorbiendo lo suficientemente fuerte para evitar interacciones tóxicas con los animales que lo consumen y para impedir la absorción de micotoxinas a través del tracto digestivo. Por lo tanto, este enfoque es visto como la prevención en lugar de la terapia (Whitlow, 2006).

5.5.1 Tipos de Secuestrantes

Los agentes adsorbentes son aquellos compuestos que tienen la finalidad de quelar las micotoxinas, lo cual permite reducir la disponibilidad de micotoxinas. Los agentes biotransformadores degradan las micotoxinas en metabolitos menos tóxicos. Existen otros compuestos, los cuales tienen la finalidad de proteger contra el daño a nivel celular ocasionado por el consumo de micotoxinas, estos compuestos son clasificados como “protectores” (Tapia-Salazar y col., 2010).

5.5.2 Agentes adsorbentes

Los agentes adsorbentes (sustancias del alto peso molecular) se unen con las micotoxinas que se encuentran en el alimento evitando su disociación, en el tracto digestivo del animal y de esta manera el complejo toxina-adsorbente pasa a través del animal y es eliminado en las heces (Gimeno y Martins, 2007).

De manera general, los agentes adsorbentes se clasifican como adsorbentes minerales (arcillas, carbón activado, tierra de diatomeas) y adsorbentes orgánicos (fibras de plantas, extractos de paredes celulares de levadura y bacterias) (Tapia-Salazar y col., 2010).

A) Absorbentes minerales

Arcilla es cualquier sedimento o depósito mineral que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material granuloso muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados (Domínguez y Schifter, 1992).

Los silicatos, es el grupo más abundante de los minerales formadores de rocas. Más del 90% de los minerales que forman las rocas son silicatos, compuestos de silicio y oxígeno y uno o más iones metálicos, estos compuestos contienen moléculas de agua

adheridas a un metal central o cristalizado con un metal complejo permitiendo un mayor secuestro de micotoxinas (Tapia-Salazar y col., 2010).

Carbón Activado El carbón activado es un polvo de estructura porosa, que le confiere una elevada capacidad de adsorción. Administrado por vía oral, adsorbe en su superficie a su paso por el tracto gastrointestinal, fármacos y toxinas, evitando su absorción sistémica (Pediamécum, 2015).

Es un polvo no soluble formado por pirolisis de varios compuestos orgánicos y elaborados por procesos de activación que permite el desarrollo de estructuras altamente porosas. La capacidad Secuestrante del carbón activado depende del tamaño del poro, área de superficie, estructura de la micotoxina y la dosis (Tapia-Salazar y col., 2010).

El carbón activado es obtenido de una gran variedad de materiales, como casca de nueces, madera, musgo, etc. (Bueno, 2014).

Tierra de diatomeas es un mineral de origen vegetal formado por la fosilización y acumulación de los esqueletos provenientes de algas unicelulares. El contenido de sílice presente en la tierra de diatomeas es alrededor del 65%, aunque se pueden presentar algunos casos donde puede llegar a un 90%, por lo cual su aplicación industrial depende del grado de pureza y sílice (Tapia-Salazar y col., 2010).

B) Absorbentes orgánicos

Paredes celulares de levaduras La presencia de polisacáridos (glucosa, manosa y acetilglucosamina), proteínas y lípidos presentes en las paredes celulares de levaduras genera numerosos mecanismos de adsorción, tales como puentes de hidrógeno, interacciones iónicas o hidrofóbicas (Huwig, 2001).

Bacterias Las bacterias utilizadas principalmente como secuestrantes de micotoxinas son *Lactobacillus* y *Streptococcus* y el mecanismo empleado para secuestrar micotoxinas es mediante enlaces hidrofóbicos donde las micotoxinas se unen a la superficie bacteriana (Tapia-Salazar y col., 2010).

Fibras micronizadas: Estas son obtenidas a partir de diferentes materiales vegetales, tales como cereales (trigo, cebada, avena, etc.), cascarilla de chícharo, manzana, bambú, etc. Estas fibras están constituidas principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina (Kabak y col., 2006).

5.6 Extracto etéreo

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Se ha clasificado a los lípidos de diferentes maneras. La clasificación más satisfactoria es la que se basa en las estructuras de sus esqueletos. Los lípidos complejos, que se caracterizan porque tienen ácidos grasos como componentes, comprenden a los acilglicéridos, los fosfoglicéridos, los esfingolípidos y las ceras, que difieren en la estructura de los esqueletos a los que se hallan unidos, por covalencia, los ácidos grasos (Gerardo, 2001).

Se denomina extracto etéreo o grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (ésteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soxhlet) utilizando como extractante éter etílico (AOAC, 1997).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la determinación del extracto etéreo fueron requeridos los siguientes materiales.

- Bovino Holstein Friesian con fistula ruminal.
- Cánula Ruminal neumática permanente
- Bolsas de nylon
- Aros de metal
- Ligas
- Ancla con contra peso
- 36 muestras de alimento recolectado de establo comercial
- Estufa de aire caliente
- Aparato de Goldfish para determinación de extracto etéreo.
- Vasos con borde esmerilado.
- Dedales de asbesto o de porcelana o papel filtro
- Porta dedales de metal o vidrio.
- Tubos recolectores de vidrio.
- Pinzas de metal
- Empaques de caucho
- Balanza analítica
- Desecadores

En la realización del experimento fue utilizada una vaca lechera de raza Holstein Friesian con fistulación ruminal y canulación permanente, alojada en un corral tubular contaba con trampa, comedero, bebedero, con piso de tierra y con sombra.

Durante el periodo que duró el experimento la alimentación fue a base de alfalfa, el agua estuvo disponible permanentemente durante todo el experimento.

El alimento a analizar fue colectado de un establo comercial y se buscó que estuviera contaminado con hongos patógenos, luego fue molido e insertado en la bolsa de digestibilidad.

Para la realización de la técnica de digestibilidad *in situ* se utilizaron bolsas de nylon con medidas 10 x 20 cm, todas las bolsas fueron lavadas para evitar algún tipo de contaminante externo con chorro directo de agua. Fueron secadas en una estufa con circulación de aire caliente a una temperatura de 60°C durante 24 horas.

En cada bolsa de nylon fueron puestas las muestras del alimento colectado en establo comercial muestras con un peso aproximadamente de 20 gr las cuales fueron incubadas por tiempos desde las 0 horas a las 48 horas y con tres repeticiones de muestra en cada tiempo.

Las bolsas con la muestra de alimento fueron identificadas y estuvieron atadas a una cuerda de nylon, separadas entre sí, para sacar la bolsa correspondiente a la hora, la cuerda tenía un peso de metal a la mitad de la cuerda para garantizar que las muestras estuvieran introducidas en el saco ventral del rumen.

Para realizar la colocación de muestras se utilizó la técnica de digestibilidad in situ con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24 y 48 postprandial, de acuerdo con el método de Orskov y McDonald (1979).

Las bolsas fueron incubadas en el rumen 4, 8, 12, 24 y 48 horas. Las bolsas identificadas fueron retiradas del rumen cuando cumplían su tiempo de incubación, se lavaron con agua a presión baja hasta obtener del enjuague agua clara y luego se secaron en una estufa con circulación de aire caliente a una temperatura de 60°C durante 24 horas permaneciendo a un peso constante.

EXTRACTO ETereo

Este método se realizó de acuerdo a la AOAC, (1997)

ESTADISTICA

Valores porcentuales del extracto etéreo (%)

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos obtenidos de la realización del examen bromatológico midiendo extracto etéreo de la muestra que data de las 0 a las 48 horas.

Cuadro 3. Valores del extracto etéreo a los diferentes periodos de incubación

Horas	Porcentaje
0	4.65
4	6.51
8	7.08
12	7.05
24	8.7
48	10.94

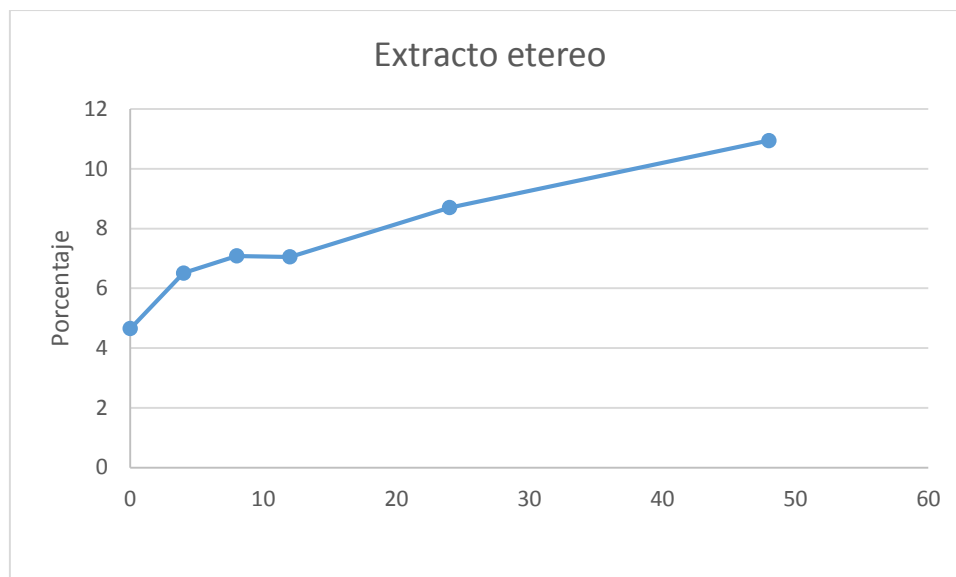


Figura 2. Representación gráfica de los valores obtenidos de extracto etéreo.

El metabolismo lipídico de los rumiantes es muy distinto al de los monogástricos en diferentes aspectos que en última instancia están relacionados con las modificaciones que los nutrientes de la dieta, incluyendo los lípidos y los sustratos lipogénicos, sufren por la fermentación microbiana ruminal (Martínez y col., 2010).

Es por esto que la digestión ruminal en cuestión a las grasas es mínima demostrando que en base a estudios se demuestra dicha teoría.

La digestión de los Lípidos, representa un problema único para el organismo debido a que son insolubles en agua (Velázquez y Ordorica, 2009).

Debido a esto es muy poca la absorción de las grasas dentro del rumen, dado a que el ambiente dentro de este es acuoso.

Los lípidos son un grupo diverso de compuestos orgánicos presentes en los tejidos vegetales y animales, insolubles en agua pero solubles en los solventes orgánicos comunes como el éter. En los análisis de rutina de los alimentos, todos los lípidos son extraídos conjuntamente en la fracción denominada extracto etéreo o grasa bruta. El extracto etéreo no refleja el verdadero valor nutricional de la fracción lipídica de los alimentos (Martínez y Col., 2010).

Ya que estos son insolubles en estos medios acuosos, la digestión de las grasas se llevó acabo en un periodo de 12 horas, obteniendo una degradación mínima que va de 6.51% durante las primeras 4 horas dentro de este medio. Llegando a un porcentaje de 7.05% al concluir las 12 horas dando esto como de gran importancia he indicado que la digestión de los lípidos en el rumen es casi nula.

VIII. CONCLUSIÓN

La digestibilidad del Extracto Etéreo (EE) de un alimento contaminado con micotoxinas presenta una degradación lenta del contenido lipídico debido a la presencia de gran cantidad de agua en el rumen y la insolubilidad del contenido de grasa de la ración.

Por lo que se concluye que el uso de un Secuestrante no influye mucho en la digestibilidad "in situ" del Extracto Etéreo.

IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- A.O.A.C.** (1990). Association of official analytical chemists, official methods of analysis. Arlington, Virginia.
- Acosta**, Y.M., Mieres, J.M., Lamanna, A.A. (2016). Micotoxinas en alimentos para el ganado: Alternativas para la mitigación de efectos adversos y criterios para la utilización más segura de alimentos contaminados. Rev INIA.
- Applebaum**, R.S., Brackett, R.E., Wiseman, D.W., Marth, E.L. (1982). Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: Feed intake and yield, toxin content, and quality of milk of cows treated with pure and impure aflatoxin. J. Dairy Sci. p.p. 1503–1508
- Ayala, A.** y C. Rosado, (2003). "Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal in situ." Téc Pecú Méx 41(3): 337-342.
- Bruni, M.** A. de los y Chilibroste, P. (2001). Simulación de la digestión ruminal por el método de la producción de gas. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, ALPA. 9: 43-51.
- Bueno, D.J.** (2014) efectos de los Secuestrantes de micotoxinas en los piensos. ALBEITAR. Argentina p.p.1-5.
- Church**, D. C. y Pond, W. G. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. p.p. 438.
- Domínguez**, J.M. y Schifter, I. (1992) Las Arcillas; el barro noble. Fondo de cultura Económica, México. p.p. 12
- Gerardo** (2001) Termodinámica química. ReCiTeLa. V 1. Colombia p.p.2
- Gimeno**, A. y Martins, M.L. 2007. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. Ciudad de México, México.128 p
- Gimeno**, A., Martins, M.L. (2011) Micotoxinas y micotoxicosis en animals y humanos. Special nutrients, inc. edicion 3 p. 20
- Giraldo**, C., Valderrama, E., Montoya, L., Armbrecht, I. (2006). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) sobre herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). En: Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Enero, 113 pp.

- Gomez, A.E.**, (2007) Alimentos y Micotoxinas: implicaciones en la seguridad alimentaria. Rev Nutrifarmacia. p.p. 51-52
- Huwig, A.**, Freimund, S., Käppeli, O., Dutler, H. (2001) Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. PubMed.
- Kabak, B.**, Dobson, A.D., Var, I. (2006). Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. 46(8), 593-619.
- Lachmann, M.**, Araujo, F. O.(2009). La estimulación de la digestibilidad en ensayos ruminales [online]
<<http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidadadderumiantes.pdf>> [Consulta: 2/6/2016]
- Lascano, C. E.**, Quiroz, R., Zorrilla, J., Chaves, C., Wernli, C. (1990). Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad in vivo. Nutrición de Rumiantes. Guía metodológica de investigación. ALPA, San José, Costa Rica. p.p. 157-168.
- Mallmann, C.A.**, Dilkin, P., Tyska, D., Mallmann, A.O. (2009) Micotoxinas, Inmunidad y Conceptos de control. p.p. 1-8.
- Martínez, A.L.M.**, Pérez, H.M., Pérez, A.L., Gómez, C.G., Carreón, P.D. (2010). Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. REDVET. Vol. 11 p.p.2
- Martínez, A.L.M.**, Pérez, H.M., Pérez, A.L., Gómez, C.G., Carreón, P.D. (2010). Digestión de los lípidos en los rumiantes: una revisión. INTERCIENCIA. Vol. 35 p.p.240
- Mcdonald, P.**, Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. (2002). Animal Nutrition. 6th ed. Pearson Education Limited. Harlow, U.K. p. 693
- Mehrez, A.Z.** y Ørskov, E.R. (1977) A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen Journal of Agricultural Science. p.p. 645-650
- Mendez-Albores, A.** y Moren-Martinez, E. (2009) Las micotoxinas: contaminantes naturales de los Alimentos. p.p. 1-5.
- Orskov, E.** (1990). Nutrición de los rumiantes: principios y prácticas. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 199 p.
- Orskov, E. R.** (2000). The in situ technique for the estimation of forege degradability in ruminants. pp: 175-188.
- Orskov, E. R.**, Hovell, F. D., De, B., Mould, F. (1980). The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5: 195-213.

- Orskov, E.** y I. McDonald (1979). "The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage." *J agric Sci Cumb* 92: 499-503.
- Pediamécum.** Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. Edición 2015. Carbón activado. Disponible en: <http://www.pediamecum.es>. Consultado en (3 de Junio 2016).
- Peraica, M., Radić, B., Lucić, A., Pavlović, M.** (1999). Efectos toxicos de las micotoxinas en el ser humano. *Bulletin of the world health organization*. p.p 754-766
- Rosero, N. R. y Posada, O. S. L.** (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20:174-182.
- Sanchis, V., Martí, S., Ramos, A.,** (2004) Micotoxinas y seguridad alimentaria. *Alimentacion, nutrición y salud*. p.p. 17-23
- Schofield, P.** (2000). Gas production methods. In: *Farm Animal Metabolism and Nutrition*, Chapter 10. Cab International, UK. pp: 209-232.
- Serrano- Coll, H.A., Cardona-Castro, N.,** (2015) micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Rev CESmed*. p.p.145-147
- Soriano, C.J.M.** (2007) Micotoxinas en alimentos. Ed. Diaz de Santo. España p.p. 242.
- Tapia-Salazar, M., García-Pérez, O. D., Neto-López, M., Ricque-Marie, D., Villarreal-Cavazos, D., Cruz-Suarez, L.E.** (2010). Uso de secuestrantes para disminuir la toxicidad de micotoxinas en alimentos para acuicultura. *Universidad Autónoma N.L. Monterrey* p.p.514-546
- Velazquez, M.M., Ordorica, V.M.A.** (2009). Metabolismo de lípidos [online] <http://www.bioquimica.dogsleep.net/teoría/archivos/unidad72.pdf> [5/6/2016]
- Whitlow, L.W.** (2006). Evaluation of mycotoxin binders. In: Zimmerman, N.G. (ed.) *Proc. 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference*, University of Maryland, College Park. pp. 132-143