

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Cinética ruminal de ingredientes en dietas para bovinos

POR

ANDREA ELENA NAVA JUÁREZ

TESIS

REPRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL

TÍTULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreon, Coahuila

Octubre 2017

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Cinética ruminal de ingredientes en dietas para bovinos”

POR

ANDREA ELENA NAVA JUAREZ

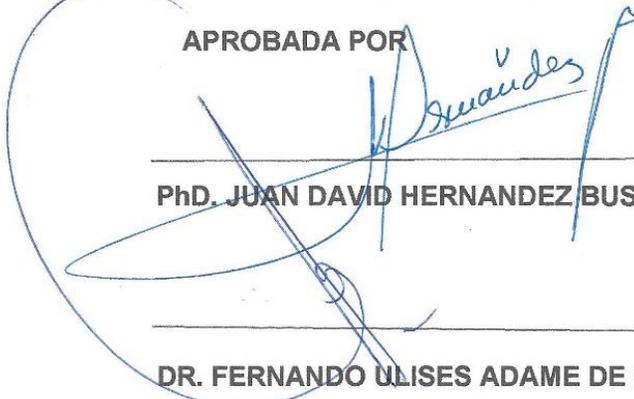
TESIS

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

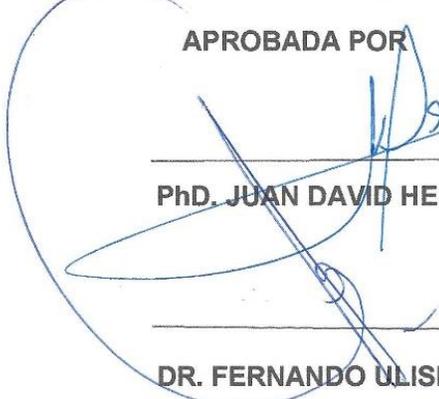
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


PhD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE

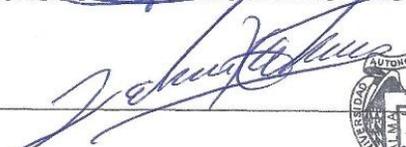
VOCAL:


DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEON

VOCAL:


MVZ. JESUS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL SUPLENTE:


MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNANDEZ TORRES


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZALEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE 2017

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

“Cinética ruminal de ingredientes en dietas para bovinos”

POR

ANDREA ELENA NAVA JUÁREZ

TESIS

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

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

ASESOR:

MC. JAIME ISAIÁS ROMERO PAREDES RUBIO

ASESOR:

MC. ARACELY ZÚNIGA SERRANO



Ramón A. Delgado G.
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZALEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE 2017

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada agradecer a mi padre Dios por darme esperanza y fortaleza de seguir con mis sueños a pesar de los obstáculos por no dejarme rendir ni caer y si llegue a tener caídas ayudarme a enfrentarlas y seguir adelante con la frente en alto.

A mi alma mater, por aceptarme ser parte de ella y brindarme una formación como profesionista. Por ser mí segundo hogar a lo largo de 5 años. Y sobre todo porque en esta mi segunda casa tuve la dicha de conocer a gente maravillosa que hoy en día es muy importante para mí.

Al Dr. Hernández Bustamante, por brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación. Y agradecer infinitamente por todo su apoyo y cariño que me brindo a en mis 5 años de carrera siendo mi tutor, maestro y más que nada un buen amigo para mí. Gracias por ser en estos 5 años parte importante de mi formación por encontrar en usted un gran apoyo. Que aunque no soy una persona muy expresiva quiero decir que jamás le terminare de agradecer lo que usted me ha brindado.

MC. Aracely Zúñiga Serrano, por ser un gran apoyo en los últimos días en esta universidad por con su experiencia brindarme las herramientas necesarias para concluir con mi carrera por ser una excelente maestra compañera y amiga.

DEDICATORIA

A mis padres:

José Luis Nava Ramírez y Blanca Elena Juárez Ortiz por su apoyo y por ser un gran ejemplo de fortaleza y por siempre inculcarme los valores del trabajo, humildad, sencillez, estudio y sobre todo enseñarme a amar y apasionar lo que hago. Agradecerles por los sacrificios hechos para poder brindarme una carrera profesional. Los amo jamás terminaría de agradecer todo lo que han hecho por mí.

A mi hermana:

Blanca Luisa Nava Juárez por brindarme siempre el apoyo y las ganas de trabajar por ser igual que mis padres un gran ejemplo de fortaleza. Por ser un gran apoyo profesional al brindarme consejos con su experiencia.

A mi sobrino:

Pablo que me dio las ganas de seguir adelante con su simple presencia que a pesar de ser un pequeño ser, quiero ser un gran ejemplo para él y desmostarte el valor del trabajo, el estudio y sobre todo el amor a la carrera que algún día llegue a estudiar.

A mis amigas:

Karla Ivonne Luna Medina por ser un apoyo en mi vida, por acompañarme a lo largo de mi carrera, por jamás juzgar y estar conmigo en cada momento de risa, enojo, tristeza pero sobre todo mucha alegría y locura.

Maribel Alejandra briones Morales por ser un gran apoyo en toda la carrera y por demostrarme que existen amistades verdaderas.

A mavis:

Que llego a mi vida en un momento que necesitaba de alguien especial, que por ningún motivo me ha dejado sola, por acompañarme en los momentos malos y buenos, por una excelente compañera de viaje, mi paño de lágrimas en los momentos difíciles y sobre todo por ser mi compañera fiel estos años.

RESUMEN

Se realizó un trabajo, sobre la digestibilidad *in situ* en un bovino fistulado, con tres alimentos: pollinaza, maíz y DDG, con la finalidad de conocer sobre la digestibilidad de estos alimentos. Para evaluar y realizar este experimento se utilizó el método de Orskov (Bolsa de Dacrón), tomando en cuenta diferentes horas de incubación de las muestras las cuales fueron: 0, 4, 8, 12, 24 y 48 h.

De los tres alimentos utilizados el único que mostró resultados satisfactorios fue el maíz teniendo alta digestibilidad desde las 4 h con más del 60% hasta alcanzar a las 48 h arriba del 90%. Por lo tanto este producto puede ser utilizado en los animales rumiantes, ya que los índices de digestibilidad de materia seca son altos. Esto para poner al tanto a los productores de ganado, de unos subproductos que se encuentran disponible en el mercado a un bajo costo y con altos niveles de nutrientes como es el caso de la proteína.

Palabras clave: Pollinaza, maíz, DDG, digestibilidad, cinética,

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE CUADROS	vi
ÍNDICE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. OBJETIVO	3
1.2. HIPOTESIS	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Técnicas de digestibilidad	4
2.2. Técnica de digestibilidad <i>in situ</i>	4
2.3. Técnica de digestibilidad <i>in vitro</i>	5
2.4. Técnica de producción de gas.....	5
2.5. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de rumiantes.....	6
2.5.1. ESÓFAGO	6
2.5.2. RUMEN Y RETÍCULO	7
2.6. MICROORGANISMOS DEL RUMEN	8
2.7. RUMIA.....	8
2.7.1. ABSORCIÓN.....	9
2.8. DESARROLLO DEL RUMEN Y DEL RETÍCULO	9
2.9. ALIMENTOS.....	10
2.9.1. POLLINAZA.....	10
2.9.2. DDG.....	12
2.9.3. MAIZ	14
III. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Cirugía de fistula ruminal.....	17
3.2. El material.....	18
IV. RESULTADOS.....	21
4.1 Resultados del experimento con pollinaza	21
4.2. Resultados del experimento con maíz	23
4.3. Resultados del experimento con DDG.....	24

V. DISCUSION	25
5.1. Pollinaza.....	25
5.2. Maíz	27
5.3. DDG.....	27
VI. CONCLUSIÓN.....	29
VII. LITERATURA CITADA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de la digestibilidad in situ de la materia seca de la pollinaza.....	22
Cuadro 2. Resultados de la digestibilidad in situ de la materia seca del maíz.....	23
Cuadro 3. Resultados de la digestibilidad in situ de la materia seca del DDG.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ancla utilizada en el experimento.....	19
Figura 2. Bolas que se realizaban al final del experimento para almacenar y posterior mente hacer otras experimentaciones en caso de ser necesario.....	21
Figura 3. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia Seca de la pollinaza.....	22
Figura 4. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia seca de maíz.....	24
Figura 5. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia seca de DDG.....	25

I. INTRODUCCION

La ganadería bovina en México representa una de las actividades más importantes en el sector agropecuario, por la contribución que realiza a la oferta de producción de productos cárnicos, así como su participación en la balanza comercial del país.

La ganadería ha evolucionado mucho en los sistemas de manejo y alimentación. Lo que marca la diferencia son los factores que integran a cada sistema de producción, la genética, el sexo, la alimentación, el tiempo en la engorda y el uso de promotores de crecimiento.

Las vacas son animales rumiantes, los cuales la base de su alimentación son los forrajes, aunque también se usan otros insumos en su alimentación. Entre ellos están los granos, el sorgo, el maíz, la cebada, los ensilados, la avena y diversos pastos.

Un programa de alimentación animal se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales.

Históricamente, se han ido desarrollando métodos para medir en forma lo más precisa posible el valor nutritivo de los alimentos. En la medida que se ha ido avanzando se han intensificado las técnicas de alimentación animal y por lo tanto se ha hecho más importante encontrar un método óptimo para la medición de digestibilidad.

La calidad nutritiva de los forrajes está en la función de la proporción y el nivel de consumo, de la digestibilidad, del contenido de nutrientes y la eficiencia en que estos pueden llegar a ser metabolizados y utilizados por los animales. Durante el

proceso digestivo, una porción de los carbohidratos estructurales pueden ser hidrolizados, fermentados y degradados por microorganismos ruminales, lo que permite al animal aprovechar los productos finales como los ácidos grasos y amoníaco principalmente, así como una parte de la proteína dietética. Parte de los microorganismos ruminales son también el origen de proteínas y aminoácidos que estos son aprovechados en el tracto digestivo del rumiante como proteína de origen microbiano.

Una vez degradados los nutrientes de los forrajes, 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. La digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo. El conocimiento de la degradabilidad, la digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo y por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes.

Aunque las determinaciones de la digestibilidad in vivo total, incluyendo la degradabilidad in situ o in vivo parcial. De la bolsa de nylon son consideradas las más exactas, este es un proceso laborioso y costoso que requiere el empleo de altas cantidades de alimento, uso de alta mano de obra y la disposición de instalaciones para su cuidado.

1.1. OBJETIVO

- Buscar alternativas para la alimentación del ganado bovino reduciendo costos y garantizando que las raciones cumplen con las expectativas y los nutrientes necesarios para la buena alimentación de los animales domésticos.
- Medir la digestibilidad in situ de la pollinaza, el DDG y el maíz.

1.2. HIPOTESIS

Se espera encontrar valores de digestibilidad por encima del 60%

II. REVISION DE LITERATURA

Los coeficientes de digestibilidad determinados en muchos estudios sobre nutrición hacen referencia a la fracción de un determinado alimento o dieta que desaparece durante su paso a través del conducto gastrointestinal, suponiendo así que el proceso de absorción interviene también en la determinación del valor nutritivo (Church, 1993).

2.1. Técnicas de digestibilidad

Las pruebas de digestibilidad se utilizan para estimar el valor nutritivo de los alimentos, éstas se han mejorado desde las primeras ideas en 1725, cuando los alimentos para rumiantes eran evaluados como unidades de paja. Inicialmente, las técnicas fueron diseñadas para caracterizar el valor nutritivo más que para predecir la producción de los animales. La mejoría de los métodos de evaluación de alimentos tiene que seguir los nuevos conceptos de la química y la fisiología animal, así como los nuevos conocimientos de la microbiología del rumen (Pedraza, 2001 citado por Canchola 2008).

2.2. Técnica de digestibilidad *in situ*

La técnica *in situ* a la cual también se le conoce como técnica de la bolsita nylon (Orskov *et al.*, 1980) permite estudiar la cinética de desaparición del alimento en el rumen de animales fistulados. Se utiliza animales canulados en rumen para medir la digestibilidad de los alimentos a nivel ruminal directo del animal (Torres *et al.*, 2009). Además de eso también podemos medir la extensión y velocidad de 13 la

digestión, los efectos de la dieta y de la suplementación, entre otros. La técnica mencionada tiene varias fuentes de error, como lo es la dieta del animal, tamaño, tipo y diámetro de la bolsa, peso de la muestra, número de muestras, tiempo de permanencia de la bolsa en el rumen, modo de extracción entre otros (Burton, 1970).

2.3. Técnica de digestibilidad *in vitro*

La técnica de digestibilidad *in vitro* simula la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante y requiere de la preparación de un inóculo que contenga microorganismos ruminales viables (Tilley y Terry, 1963). Este método consiste en reproducir en condiciones de laboratorio lo que sucede en el organismo animal mediante una reproducción lo más parecido a lo real (Mojica, 2010). Los métodos *in vitro* para evaluar la digestibilidad son útiles porque son más rápidos, sencillos y menos costosos que los métodos de digestibilidad *in vivo*.

2.4. Técnica de producción de gas

La técnica de producción de gases es otro método *in vitro* que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo. Una de las ventajas de este procedimiento es que el curso de la fermentación y la función de los componentes solubles del sustrato pueden ser cuantificados. Otro problema inherente a los métodos *in situ* e *in vitro* que se han tratado de solucionar a través de la técnica de producción de gas es el estudio de las fases tempranas de la fermentación, ya que los procedimientos gravimétricos no son lo suficientemente sensibles para medir

los pequeños cambios que ocurren en el peso del sustrato durante las primeras horas de fermentación (Rosero, 2002).

2.5. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de rumiantes

Ahora vamos explicar la anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes, para poder entender cómo se llevó a cabo este trabajo de investigación que fue con la técnica de digestibilidad in situ en bovinos.

La primera porción del conducto alimenticio está formado por la boca, que contiene la lengua y los dientes. La lengua de los rumiantes es especialmente larga en su porción libre y cubierta por diferentes tipos de papilas que le dan una marcada aspereza y la convierten en el principal órgano de aprehensión. Es decir que la lengua sale de la boca, rodea al pasto y lo atrae hacia adentro. La dentadura de los rumiantes carece de caninos e incisivos en el maxilar superior y éstos están reemplazados por una almohadilla carnosa. Los incisivos inferiores están implantados en forma no rígida de modo de no lastimar la almohadilla. Los incisivos sujetan entonces el pasto contra el rodete superior y el animal corta el bocado mediante un movimiento de cabeza. Este bocado es ligeramente masticado, mientras el animal sigue comiendo. Cuando ha juntado varios bocados formando un bolo de aproximadamente 100 gramos incluyendo la saliva, éste es deglutido (García, 2005).

2.5.1. Esófago

El bolo deglutido pasa junto con la saliva a la faringe que es un pasaje común a las vías respiratorias y digestivas y baja al estómago por el esófago. Este es un

órgano tubular que une la faringe con el estómago. Su longitud aproximada es de 0,90 a 1,05 m y su diámetro potencial en la misma especie de 5 a 7 cm. Está formado por 3 capas de las cuales la intermedia muscular, produce ondas que facilitan el traslado del bolo (Gingins, 1969).

2.5.2. Rumen y retículo

El estómago es normalmente un saco que comienza en el extremo del esófago (cardias) y termina en el duodeno (píloro). En los rumiantes este saco se halla dividido en cuatro compartimentos denominados rumen, retículo, omaso y abomaso, o comúnmente rumen, reddecilla, librillo y cuajar. El rumen es el de mayor volumen con una capacidad que puede llegar a más de 200 litros en vacunos. El rumen es un saco formado por una membrana mucosa recubierto por un epitelio escamoso, estratificado y cornificado que representa papilas y rodeado por una capa muscular que es la que produce las contracciones. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos (dorsal, anterior, ventral, ciego dorsal y ciego ventral), La reddecilla o retículo está separada del rumen por el pliegue rúmimo-reticular. Presenta esencialmente la misma estructura pero la mucosa de este compartimento se caracteriza por formar pliegues de 1 cm. de altura aproximadamente que dan origen a celdas poligonales en forma de panal. En la porción superior derecha se abre el cardias, que es donde se une el esófago y por donde entran los alimentos. En esa misma región se halla la gotera esofágica, consistente en un canal formado por dos pliegues que le permiten cerrarse y conducir alimentos líquidos directamente al estómago verdadero o cuajar. Este reflejo se manifiesta con fuerza en terneros lactantes pero la habilidad

se pierde luego del destete y solo un porcentaje de los adultos responde a estímulos más fuertes, como soluciones de sal común o mejor aún de sales de cobre. Esta gotera desemboca en el orificio retículo omasal de un diámetro aproximado de 3 cm. y que une la redecilla con el librillo (Getty, 1982).

2.6. Microorganismos del rumen

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios. Las primeras son las más importantes y su concentración puede llegar a cien mil millones por centímetro cúbico. La concentración y el tipo de bacterias depende de la dieta pues si bien están presentes siempre muy variadas especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable (Rodríguez, 2007).

2.7. Rumia

La rumia es la función característica del rumiante y consiste en la regurgitación de digesta del retículo a la boca. El estímulo para iniciar la rumia es el contacto de partículas gruesas en la pared ruminal; se produce una contracción del retículo que precede las contracciones del ciclo de mezcla y eleva el material por encima del nivel del cardias; este se abre y el alimento es absorbido por una presión negativa, similar a la del eructo. Se regurgita un bolo de aproximadamente 130 grs con cierta cantidad de líquido. La remasticación dura de 25 a 60 segundos y consiste en 30 a 80 movimientos de mandíbula. Son movimientos horizontales, típicos de los rumiantes. Al cabo de aproximadamente un minuto el bolo es reingerido y vuelve al rumen tal como un bolo recién consumido, pero ya más

despedazado y más fácilmente atacable por las bacterias. Los períodos de rumio son cortos, de 20 a 50 minutos, raramente más de 90 y tienden a ser más frecuentes después de las comidas. El tiempo total dedicado a la rumia depende del tipo de dieta, siendo muy pequeño en dieta con gran contenido de grano y mayor tratándose de alimentos con mucha fibra. El tiempo normal oscila entre 7 y 11 horas por día (Reece, 2004).

2.7.1. Absorción

En el rumen, contrariamente a lo que sucede en el estómago de los monogástricos, se produce absorción de los productos de la digestión, en este caso ácidos grasos volátiles. También absorbe el amoníaco producido por el ataque bacteriano a las proteínas o por hidrólisis de la urea proveniente tanto de la dieta como de la saliva. El amoníaco absorbido es transformado por el hígado en urea, y de ésta, parte se elimina por la orina y parte vuelve al rumen por medio de la saliva, estableciendo el ciclo de nitrógeno (Ferret, 2002).

2.8. Desarrollo del rumen y del retículo

En los terneros y corderos al nacimiento el rumen tiene el mismo tamaño que el cuajar. Al comenzar el consumo de forrajes el retículo y el rumen inician un rápido crecimiento estimulados por los productos de la fermentación bacteriana, los ácidos grasos volátiles. El animal adquiere las bacterias ruminales a través del agua, suelo o forraje, donde éstas se hallan en abundancia, mientras que sólo adquiere los protozoarios por contacto directo con otro animal, generalmente lamiéndolo (Ferret, 2002).

2.9. Alimentos

Los alimentos que se probaron por medio de la técnica in situ fueron los siguientes:

- Pollinaza
- DDG
- Maíz

2.9.1. Pollinaza

La pollinaza presenta alto contenido de nitrógeno, del cual el 50% se encuentra en forma de nitrógeno no proteico, el más importante es el ácido úrico (4 - 10%). Se considera como un ingrediente adecuado para ser utilizado en la formulación de dietas para rumiantes principalmente en bovinos para engorda (Ruiz, 2005).

La pollinaza son los desechos sólidos de la producción de pollos de engorde, compuesto de la base o de la cama de los galpones, la extreca y los residuos de alimento y plumas que queden en la cama.

La utilización del ácido úrico en forma químicamente pura en dietas de rumiantes se ve limitada por su alto costo; sin embargo el ácido úrico es el principal componente de la fracción de nitrógeno no proteico contenida en las excretas de ave (Arbiza, 1986).

Las excretas de los animales de granja son utilizadas en la alimentación animal, la gallinaza y pollinaza han sido de las más empleadas por su alto contenido de proteína cruda (22-27%), en forma no proteica 50% y proteica 50% que en forma

similar contribuyen al total del nitrógeno en la dieta, y como excelente fuente de minerales para rumiantes (Flores, 1986).

Las excretas de aves, particularmente de gallinas ponedoras y pollo de engorda presentan mayor valor nutritivo que las excretas de otros animales. Las excretas de pollo de engorda son particularmente valiosas por su contenido de proteína (NNP). Por otra parte su contenido promedio de pared celular como porcentaje de la materia seca es de 35 % lo cual es menor a los porcentajes presentes en excretas de cerdos, bovinos de carne y leche (Wilkinson, 1989).

La composición química de las excretas de aves es muy variable, principalmente la pollinaza por el tipo de material de cama empleado en las naves de engorda de pollo. Estas heces tienen un elevado contenido de proteína (24 a 31%) y minerales (principalmente calcio y fósforo) pero también contienen algunos elementos tóxicos, entre los que destaca el cobre que podría causar serios problemas a la salud de los animales, por lo que se recomienda mandar una muestra a un laboratorio para examinarla con especial interés en la cantidad de cobre presente (Bustamante, 2004).

La pollinaza es un recurso alimenticio para rumiantes ampliamente utilizado en nuestro país. Su empleo está basado en su valor proteínico, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales. Esta tecnología se complementa con la tecnología Disminuya el costo de la alimentación del ganado con la pollinaza (FAO, 2008).

2.9.2. Granos de destilería (DDG)

Son subproductos de destilería se obtienen mediante secado de los residuos del proceso de obtención de etanol como biocombustible, a partir de diversos ingredientes ricos en almidón. El proceso en sí consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima inicial en etanol. Por tanto, en el producto final se reduce drásticamente el contenido en hidratos de carbono no estructurales y se concentra proporcionalmente el porcentaje del resto de nutrientes (Blas y Rebollar, 2007).

Los DDGS son un producto muy palatable, especialmente el producto fresco (origen nacional) en rumiantes, con altos contenidos en levaduras, minerales y vitaminas del grupo B. No obstante, su inclusión a niveles elevados puede alterar la fermentación ruminal de la fibra por su alto contenido en grasa insaturada. La adición de sales cálcicas, sódicas o ácido fosfórico para ajustar el pH, a fin de favorecer el rendimiento del proceso, es frecuente lo que modifica el nivel en estos minerales del producto final (Blas y Rebollar, 2007).

Durante 1970 y 1980, se inició la construcción de plantas de etanol a gran escala, y los investigadores empezaron a enfocarse en la evaluación de granos de destilería secos (DDG). De 1986 hasta 1998 se llevó a cabo muy poca investigación para evaluar el uso de co-productos de destilería en dietas, a pesar de que varias plantas nuevas de molienda seca para la producción de etanol iniciaron operaciones. Estas plantas de molienda seca de etanol relativamente nuevas, cuentan con la más alta y moderna tecnología, diseño de ingeniería, tecnología de fermentación y proceso de secado en comparación con las plantas antiguas construidas en décadas anteriores. Aunque hay una considerable

variación en el contenido y la digestibilidad de nutrientes entre las fuentes de DDG, varios trabajos de investigación han demostrado que los DDG producidos en plantas de etanol de “nueva generación” tienen mayores niveles de nutrientes esenciales que los encontrados en el NRC y otras fuentes publicadas (Shurson. 2005. citado por Bernal. 2013).

En la mayor parte de los procesos se utilizan cereales como el maíz. El proceso en sí consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima inicial en etanol. Por tanto, en el producto final se reduce drásticamente el contenido en hidratos de carbono no estructurales y se concentra proporcionalmente el porcentaje del resto de nutrientes (Blas y Rebollar, 2007).

Cuando los granos son fermentados para la producción de alcohol, aproximadamente un tercio de la materia seca es recuperado como subproducto. Los dos productos básicos al final del proceso de fermentación son coarse o torta, (restos de granos no fermentados) y una fracción líquida conocida como stillage (licor) conteniendo pequeñas partículas de grano, levaduras y nutrientes solubles. Estos dos productos luego de diferentes procesos pasan a conformar los cuatro siguientes subproductos según se sequen y se comercialicen juntos o separados con sus siglas respectivas:

- 1) Granos de Destilería Secos o DDG, (Dried Distillers Grains).
- 2) Granos Destilería Secos con Solubles o DDGS, (Dried Distillers Grains with Solubles).
- 3) Solubles de Destilería Secos o DDS, (Dried Distillers Solubles).
- 4) Solubles de Destilería Condensados, 30 a 40%MS, o CDS (Condensed Distillers Solubles) (Schroeder, 2010).

2.9.3. Maíz

El maíz es el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y en los inicios del XXI. En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol (Serratos, 2009).

El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal. La avicultura, la producción de cerdos y la de ganado bovino de carne y leche se sostienen en gran medida con este cereal.

El grano de maíz representa para nuestro país y la mayoría de los países del mundo, el ingrediente más utilizado como suplemento energético en la alimentación del ganado bovino. El grano de sorgo y el de avena ocupan un distante segundo lugar. Por ser su uso tan frecuente y extendido, la ciencia ha generado una importante cantidad de información básica y aplicada en relación al manejo del GM “en distintas situaciones de alimentación”. Por otro lado, no existe ni existirá una receta universal que contemple todas las situaciones que se presentan a diario en las explotaciones agropecuarias, dados las diferentes composiciones de las dietas, tipo de animales y producción a las que son destinadas, efectos buscados con el procesamiento, interacciones entre los distintos componentes, etc (González, 2003).

El tamaño del grano de maíz obliga al animal a la rumia y lo procesa en la masticación en fracciones menores (quebrado) y fracciones aplastadas (maceradas). El tamaño y densidad, el grano de maíz dentado o semi-dentado

puede ser utilizado entero sin pérdidas de digestibilidad potencial en dietas de alta concentración de energía metabolizable para animales en confinamiento (Pordomingo, 2006).

El maíz es el principal cultivo forrajero en Durango, donde se utiliza de diferentes maneras; como son: forraje fresco, ensilado, henificado y los residuos de la cosecha del maíz (rastroy de maíz), mazorcas y grano, que pueden molerse para obtener los suplementos alimenticios utilizados durante la época de estiaje (RIA, 2012).

El maíz es importante como forraje para ensilar por su productividad, riqueza en energía, facilidad de recolección, conservación y utilización de los animales, aunque es pobre en materias primas nitrogenadas y en algunos minerales (Alaniz, 2008 citado por Mier, 2009).

El valor nutritivo del ensilado de maíz puede ser mejorado con aditivos y materiales que contengan carbohidratos solubles para ayudar a garantizar una fermentación rápida y eficiente en el silo (No se encuentra en la literatura citada).

El maíz es el principal cultivo forrajero en Durango, donde se utiliza de diferentes maneras; como son: forraje fresco, ensilado, henificado y los residuos de la cosecha del maíz (rastroy de maíz), mazorcas y grano, que pueden molerse para obtener los suplementos alimenticios utilizados durante la época de estiaje (SIAP 2011. citado por Rosales 2013.)

III. MATERIALES Y METODOS

Por medio de la técnica de digestibilidad in situ se realizó una investigación para sacar los valores nutricionales de la pollinaza, DDG y maíz.

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en el área de CBR donde se encuentra una vaca Holstein de aproximadamente de 450 kg de peso, con una fistula ruminal en un corral de aproximadamente de 50 X 50 metros cuadrados.

A continuación se da una pequeña explicación de lo que es la cirugía de fistula ruminal en bovinos para extraer líquido ruminal y así poder dar este líquido a otros animales para un mejor rendimiento, curar enfermedades entre otras muchas cosas de las que sirve esta fistula.

3.1. Cirugía de fistula ruminal

La fistula ruminal es una importante ayuda para la evaluación de los alimentos, en la determinación de la eficiencia de la fermentación ruminal de los requerimientos post-ruminales del animal huésped y manejar la fisiología del mismo rumen.

La cánula es de material de poliuretano.

Procedimiento:

El ayuno:

El bovino a fistular debe someterse a un ayuno previo a la cirugía de 18 a 24 horas con el propósito de disminuir la carga del rumen.

Posición:

Decúbito lateral derecho o en posición de pie.

Depilación y asepsia del área:

De 25 cm de largo por 20 cm de ancho a la altura del rumen por debajo de la última costilla a la altura de las lumbares. Hacer la asepsia del área adecuadamente con jabón antiséptico, yodo, etc.

Tranquilizantes y anestesia:

Tranquilizar al animal con xilacina y anestesia local (lidocaína).

Material de cirugía:

- Material instrumental de disección.
- Suturas
- Gasas
- Guantes
- Cánula

Cirugía:

Con ayuda de la cánula se hace una marca donde será la incisión, después se comienza con la incisión circular, se hace la disección de los músculos para evitar cortar con el bisturí se pueden usar los dedos. Se hace una incisión en el rumen para empezar a suturar rumen, musculo y piel en forma circular. Al terminar de suturar se pone un cicatrizante antiséptico. Posteriormente se comienza a meter la cánula poco a poco para evitar lastimar traumatizar más al animal, al terminar de colocarla se revisa que quede bien fija la cánula y se pasa a poner la tapa de ella.

Las fechas en las que se realizó el experimento fueron en el mes de mayo en los días del 20 al 30. Dejando descansar al animal 4 días, ya que empezó a tener bajo consumo de alimento.

En animal utilizado para el experimento se encontraba en convivencia con otros bovinos 7 vacas y 1 toro en mismo corral. Todos ellos se alimentaban entre las 7 y 9 de la mañana con pacas de alfalfa. Cuando la vaca bajo su rendimiento fue separa de ellos para tener un trato personalizado y poder ser alimentada aparte con protemax 38, este es una mezcla de poliniza, maíz, melaza, mix 70 entre otros alimentos.

El material

Ancla:

- Palo de madera
- Ganchos
- Pesa pequeña
- Soga delgada

Bolsas:

- Argollas
- Bolsa de nailon
- Liga de plástico
- Plumón permanente

Experimento:

- Ancla

- Bolsas
- Alimentos
- Bascula
- Agua
- Estufa
- Vidrio de vacío
- Guantes



Figura 1. Ancla utilizada en el experimento.

Para realizar el experimento se tuvieron que mandar hacer bolsas de nailon enumeradas para tener un mejor control de los alimentos que utilizamos. También se mandó hacer un ancla con 18 ganchos en grupos de 3 y un palo de madera al extremo del ancla para tener un mejor manejo y manipulación de esta.

Los grupos de tres del ancla estaban catalogados como hora 0, hora 4, hora 8, hora 12, hora 24 y hora 48.

El experimento consistió en meter el ancla en la fistula ruminal del rumiante. Extraer el ancla y quitar a las 9 am la hora cero, a la 1 pm la hora 4, a las pm la hora 8, a las 9 pm la hora 12, a las 9 am del día siguiente la hora 24 y por ultimo a las 9 am de día siguiente la hora 48.

Cada que se sacaba un grupo de tres de un alimento se enjuagaba muy bien con agua hasta quitar todo el exceso de alimento o liquido ruminal que quedaba en la parte exterior de la bolsa, después de hacer eso se llevaban a la estufa de secado donde duraban un par de horas posteriormente se pasaba a pesar cada bolsa para ver su hubo cambios.

El mismo procedimiento se realizaba cada que sacábamos un grupo de tres de las bolsas.

Esto se hizo con los tres alimentos que se probaron la pollinaza, el maíz y DDG.

Después de sacar las bolsas de la estufa se meten a un recipiente de vacío unos minutos se sacan y se manipulan con pinzas se pesan y posteriormente se saca la materia seca para más adelante poder sacar otro tipo medidas que se necesiten para su investigación.

La digestibilidad in situ de la materia seca se estima con la siguiente formula:

(García *et al.*, 2005)

Digestibilidad in situ: $(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} = X100$



Figura 2. Bosas que se realizaban al final del experimento para almacenar y posteriormente hacer otras experimentaciones en caso de ser necesario.

IV. RESULTADOS

Los resultados que obtuvimos son satisfactorios ya que la mayoría de los alimentos obtuvimos arriba del 60%.

Aquí se muestran los resultados en forma de tablas y gráficas para una mejor comprensión de lo que se obtuvo.

4.1. Resultados del experimento con pollinaza

La pollinaza fue uno de los alimentos que nos dio resultados más satisfactorios ya que es una buena inversión tiene una accesibilidad muy buena a su compra y muy económica.

En la cuadro 1 se muestra las horas en que el alimento fue extraído del rumen y los resultados que se obtuvieron.

En la figura 8 se muestran los mismos resultados pero representados en una gráfica donde se muestra claramente como los porcentajes van subiendo

Cuadro 1. Digestibilidad in situ de la materia seca de la pollinaza

HORA	RESULTADO %
0	15.27
4	20.19
8	36.30
12	51.17
24	64.39
48	74.74

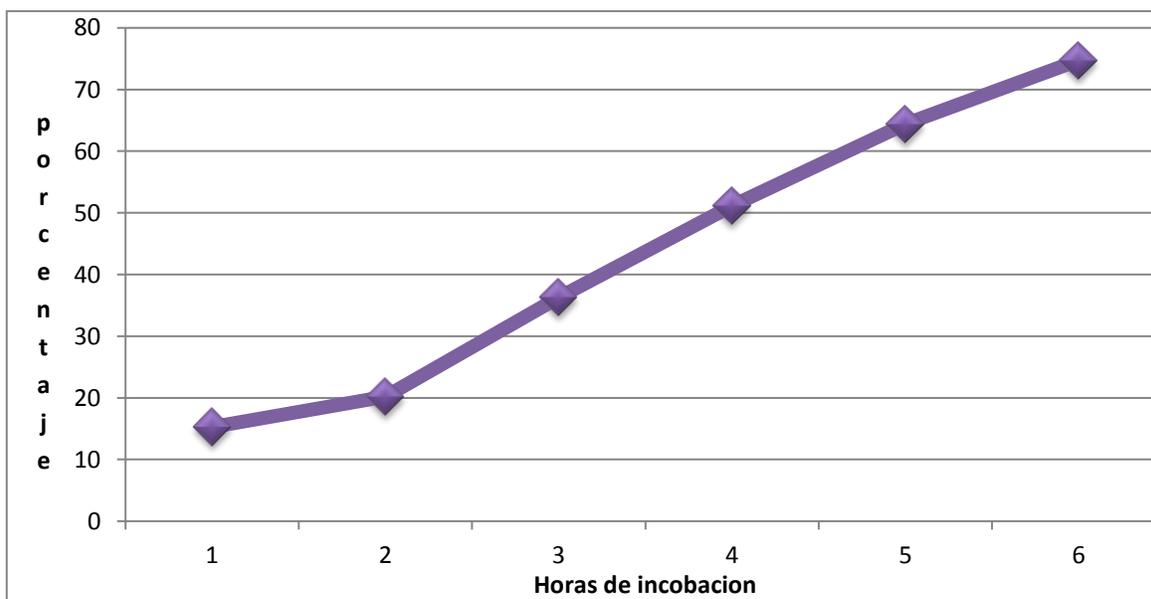


Figura 3. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia seca de la pollinaza.

4.2. Resultados del experimento con maíz

Los resultados del maíz se muestran en el cuadro 2 notándose un gran incremento a la hora 4, llegando a una cantidad mayor del 60%.

En la cuadro 2 se muestran las horas en que fueron extraídas las bolsas y los resultados que se obtuvieron.

En la figura 9 se muestran los resultados en forma de gráfica. Como podemos observar con el maíz variaron lo resultados ya que es un alimento altamente digestible para rumiantes por eso sigue siendo uno de los alimentos más utilizados para el consumo de estos y con mejores resultados.

Cuadro 2. Digestibilidad in situ de la materia seca de maíz.

HORA	RESULTADO %
0	10.00
4	60.94
8	54.17
12	58.59
24	94.79
48	94.77

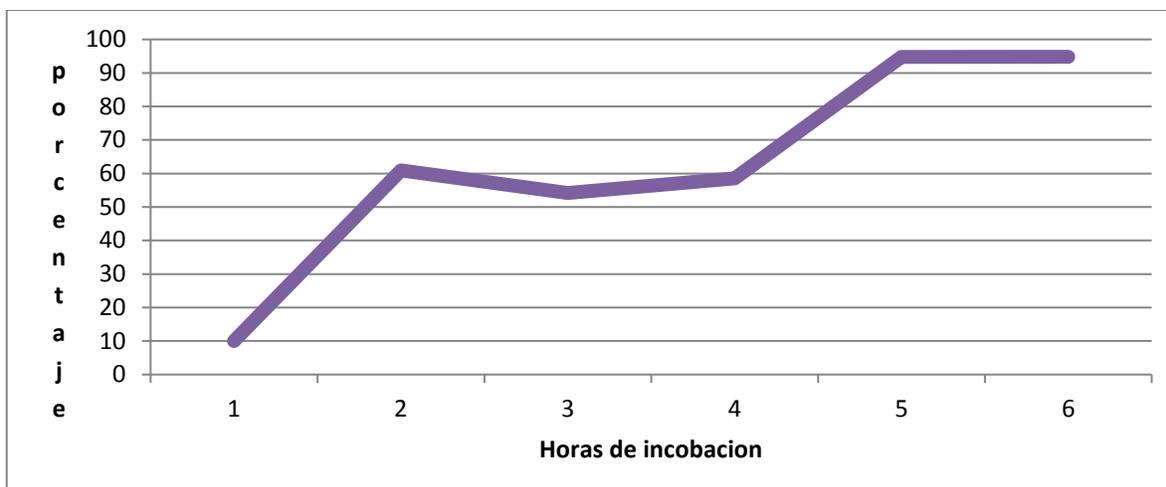


Figura 4. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia seca de maíz.

4.3. Resultados del experimento con DDG

Los DDG también nos arrojaron resultados muy satisfactorios en las gráficas se puede ver el aumento que tuvo conforme pasaron las horas. Los DDG son alimentos muy utilizados en los animales pues han tenido una alta digestibilidad.

Aquí en cuadro 3 se muestran las horas y los resultados que se obtuvieron del experimento con los DDGs. Como se puede observar los resultados fueron satisfactorios, se observa que en cada hora los alimentos subieron casi un 10 por ciento.

Y en la figura 10 se muestra la gráfica de los resultados que se obtuvieron.

Cuadro 3. Digestibilidad in situ de la materia seca de ddg.

HORA	RESULTADO %
0	6.34
4	17.16
8	29.93

12	37.91
24	42.60
48	52.68

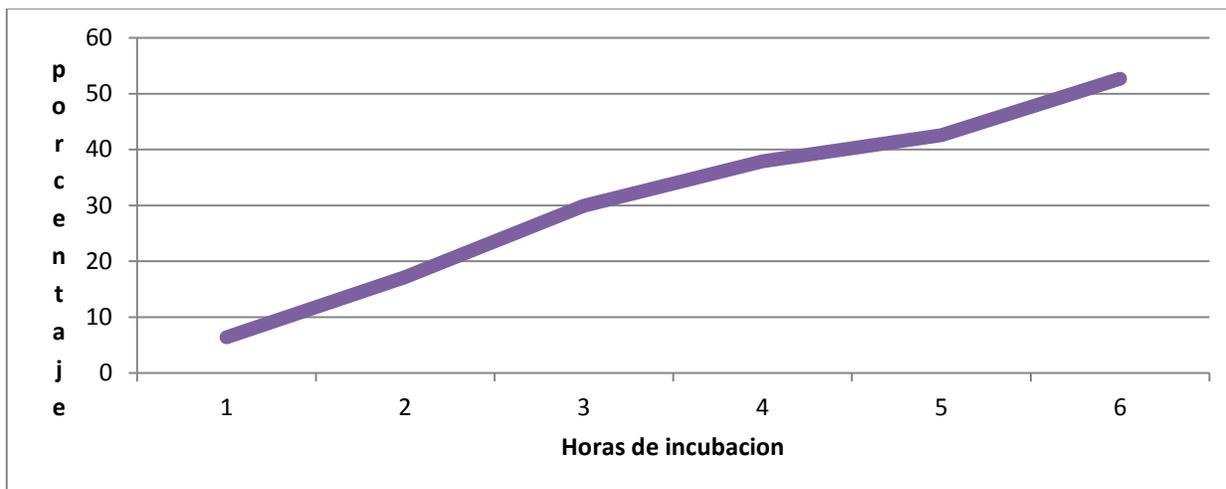


Figura 5. Representación gráfica de la digestibilidad in situ de la materia seca de DDG.

V. DISCUSION

Los resultados que obtuvimos de los tres experimentos fueron muy satisfactorios ya que si se cumplió lo que buscábamos de acuerdo con otros autores de otras literaturas.

5.1. Pollinaza

Las excretas de los animales de granja son utilizadas en la alimentación animal, la gallinaza y pollinaza han sido de las más empleadas por su alto contenido de

proteína cruda (22-27%), en forma no proteica 50% y proteica 50% que en forma similar contribuyen al total del nitrógeno en la dieta, y como excelente fuente de minerales para rumiantes (Flores, 1986. citado por Espinoza, 2010.)

Existen varios autores que discuten el uso de la pollinaza ya sea de gallinas ponedoras con las de pollos de engorda. Al igual que muchos difieren en su uso como alimento para el ganado bovino porque por lo general el animal no sube de peso con este producto.

La mayor parte de consumo de materia seca de las relaciones que contenían más pollinaza y suplemento energético, estuvo asociado a un mayor consumo de energía y proteína, los cuales incrementan el 21 y 56% respectivamente, sin embargo esta mayor ingesta de nutrimentos no se tradujo en un incremento significativo de ganancia de peso lo cual se aumentó solamente un 11%(Rojas, 2001).

La pollinaza fue uno de los alimentos que mejores resultados nos presentó pues es un alimento con una digestibilidad muy alta y alto contenido de minerales. Pero no muy recomendado para el consumo animal.

SAGARPA (2014), difiere con el uso de la pollinaza como alimento diciendo, que la pollinaza no se encuentra recomendada como alimento para el ganado bovino, ya que contiene toxinas, las cuales pueden llegar a proliferar en la misma si el manejo o tratamiento proporcionado no es el adecuado, así mismo comentó que el producto contiene plumas, restos de aves, pajas utilizadas como cama y excretas, así como restos de pre mezclas alimenticias que pueden contener coccidiostáticos a base de cobre o antibióticos. Los cuales en altas concentraciones pueden causar intoxicación en el ganado.

Aguirre y Villegas (2003), concluyen diciendo que, existen desventajas en el empleo de este recurso cuando se ofrece en forma fresca; entre las más importantes está la presencia de microorganismos patógenos y su elevada cantidad de humedad la distribución de enfermedades entre los mismos animales o bien de los animales al hombre. La humedad puede propiciar la combustión espontánea de la pollinaza en las bodegas en donde se almacena.

5.2. Maíz

El maíz es un alimento muy utilizado para el consumo en las raciones de los bovinos. Por su alto contenido de materia seca, proteína, etc.

La mayoría de los autores están de acuerdo que el ganado sea alimentado con maíz. La mayoría de las raciones sin decir que todas contienen maíz, es un alimento esencial para la dieta de un rumiente.

En la literatura se recomienda que la MS del maíz forrajero a ensilar sea de un 25 a 35%, para lograr buena compactación del material, propiciar condiciones de anaerobiosis e inhibir el crecimiento de Clostridium (Catchpoole y Henzel, 1991).

En nuestro experimento se obtuvieron resultados en la hora 4 arriba del 60%, 15% menos que en el experimento de Carreón y Coto (2013), En este experimento, únicamente las formulaciones con 100 y 75% de ensilado de maíz.

5.3. DDG

Los DDG granos de destilería son un producto de alimento para el ganado bovino muy económico y a su vez con grandes de nutrientes.

Blas (2007) concuerda con que los DDGS son buen alimento pero difiere diciendo que los DDGS son un producto muy palatable, especialmente el producto fresco (origen nacional) en rumiantes, con altos contenidos en levaduras, minerales y vitaminas del grupo B. No obstante, su inclusión a niveles elevados puede alterar la fermentación ruminal de la fibra por su alto contenido en grasa insaturada. La adición de sales cálcicas, sódicas o ácido fosfórico para ajustar el pH, a fin de favorecer el rendimiento del proceso, es frecuente lo que modifica el nivel en estos.

Aristizabal (2016). Difiere diciendo que los DDGS al ser comparados con otra fuente de proteína de vegetal como la harina de soya, resultan ser deficientes en lisina, sin embargo, son una buena fuente de proteína no degradable en rumen, lo cual los convierte en una fuente económica de proteína bypass.

García (2005), concluye diciendo que Los DDG, al igual que el grano de maíz y la harina de soya, son relativamente sencillos de manejar y almacenar. El suministro de los alimentos en esta forma minimiza tanto el manejo como el almacenamiento y los costos para el productor lechero.

VI. CONCLUSIÓN

Los datos que obtuvimos de este estudio nos mostraron que los productos utilizados en la experimentación que fueron: pollinaza, maíz y DDG, pueden ser utilizados como parte de la alimentación de los rumiantes, ya que sus índices de digestibilidad de la materia seca fueron muy satisfactorios, de acuerdo con otros autores se demostró que su digestibilidad puede ser mayor de 60% de materia seca.

Estos alimentos independientemente de ser un excelente aditivo para las raciones de los rumiantes, los tres productos son muy económicos y de acceso muy fácil para los ganaderos, nutriólogos y toda aquella persona que se dedique a la alimentación de estos animales.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, P. y Villegas, J. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinaza producida en el estado de Yucatán. Mérida, México. Vol. 41 pp. 197-207.
- Aristizabal, D. P. 2016. Uso de coproductos de la industria del etanol en la alimentación animal. Bogotá, Colombia. 3(2)4-14.
- Bernal, F. E. 2013. Tasa de separación de la proteína de granos de destilería deshidratados (GDD), usados en la alimentación de bovinos lecheros. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 51 p.
- Bustamante, J. 2004. Estrategia de la alimentación bovina en Nayarit. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Jalisco, México. 101 p.
- Blas, C. Rebollar, P. Mateos, G. 2007. DDGS de maíz. Universidad politécnica de Madrid. Madrid, España. 5 p. http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/07-DDGS_de_maiz.pdf
- Canchola, M. 2008. Digestibilidad de la materia seca de pollinaza usada en dietas para bovinos. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- Church, D.C. 1993. El Rumiante, Fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia. Zaragoza España.

- Ferret, A. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. Barcelona, España. 12 p.
- FAO. 2008. La pollinaza como fuente de minerales para rumiantes. <http://teca.fao.org/es/read/4407>.
- García, A. 2005. La economía en el suministro de granos de destilería en el Ganado lechero. Extencion extra. South Dakota state university cooperative extennsion service. USDA.
- Giraldo, L. 2007. Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en forrajes tropicales. Medellín, Colombia.
- Gingins, M. 1969. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. Conferencia en Dpto. Zootecnia, Fac. Agr. Y Vet. Sitio argentino de producción animal. 4 p. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf
- Getty, R. 1982. Anatomía de los animales domésticos. Quinta edición. Barcelona, España. pp
- Gonzáles, G. O. 2003. Grano de maíz en la alimentación de ganado: ¿entero o partido?. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.
- INIFAP. 2006. Uso de la caña de azúcar en la alimentación de bovinos de doble propósito. San Luis Potosí.
- INIFAP. 2007. Uso de la pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes. San Luis Potosí.

- Mier, A. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Trabajo de fin de master. Universidad de Córdoba. Córdoba, Veracruz, México. 64 pp.
- Mojica, M. M. 2010. Establecimiento y Uso de la Técnica de Digestibilidad In Vitro Para Evaluar Nutricionalmente Maíz Forrajero. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis
- Muñoz, J. 2012. Evaluación de la degradabilidad in situ en bovino suplementados en cuatro especies arbóreas. Mata, Colombia.
- Narváez, N. 1989. Digestibilidad in vitro de especies forrajeras tropicales. 1. Comparación de métodos de determinación. Cali, Colombia.
- Orskov, E.R. 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. 5: 195-213.
- Pordomingo, A. 2006. Uso de maíz entero vs. Grano molido en feedlot. E.E.A INTA Anguil.
- RIA. 2012. Efecto de la suplementación con germen de maíz sobre el consumo y la digestibilidad de heno en bovinos estabulados. Instituto nacional de tecnología agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 69 p.
- Rodríguez, R. 2007. La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia en los rumiantes. Revista cubana de ciencia agrícola. Instituto de Ciencias Animal. La Habana, Cuba. Vol. 41 303-311 pp.
- Rojas, A. Vargas, E. Tobia, C. 2001. Uso de las excretas de pollo de engorde (pollinaza) en la alimentación animal. San José, Costa Rica. Agronomía costarricense. 25(2) 35-43 p.

- Rosales, A. Delgado, E. Soto, A. 2013. Degradabilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro* de diferente formulación de ensilado de maíz-manzana adicionado con melaza. Aguascalientes, México. 17(2) 79-96 p.
- Rosero, J. 2002 Estudio químico, "*in situ*", "*in vitro*" e microscópico da parede celular de cinco genótipos de sorgo colhidos em três épocas de corte. *PhD. D. Thesis*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 148p. <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/4/posa17036.htm>
- Ruiz, E. L.R. 2005. Zootecnia Tropical: Utilización de los subproductos de la avicultura. VEN. 23(2):183-210.
- Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. La sagarpa recomienda no proporcionar pollinaza como alimento al ganado bovino. Hidalgo, México. <file:///C:/Users/usuario/Desktop/tesis/articulos%20tesis/SAGARPA%202014.pdf>
- Schroedes, J. 2010. Granos de destilería suplemento energético y proteico para el ganado lechero. Extensión service north Dakota state university. 10 p.
- Serratos, J. A. 2009. El origen de la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
- Torres, G. G., T. F. Arbaiza, F. C. Carcelén y O.A. Lucas. 2009. Comparación de las técnicas *in situ*, *in vitro* y enzimática (Celulosa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. Rev. Inv. Vet. 20(1):5-9.
- Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104