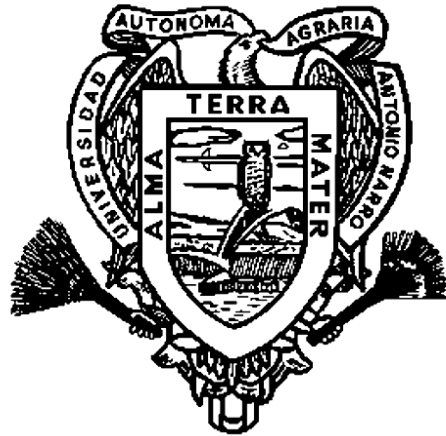


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA EN ALIMENTOS NO
CONVENCIONALES USADOS EN BOVINOS”**

**POR
GERARDO PALLARES GUERRERO**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

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

“DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA EN ALIMENTOS NO
CONVENCIONALES USADOS EN BOVINOS”

POR
GERARDO PALLARES GUERRERO

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 HERNANDEZ BUSTAMANTE

VOCAL:



MVZ. JESUS GAETA COVARRUVIAS

VOCAL:



MC. OLIVIA GARCIA MORALES

VOCAL SUPLENTE:

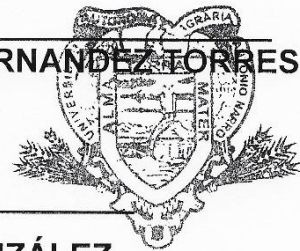


MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNANDEZ TORRES



DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

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

“DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA EN ALIMENTOS NO
CONVENCIONALES USADOS EN BOVINOS”

POR

GERARDO PALLARES GUERRERO

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

PhD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE

ASESOR:

MC. JAIME ISAIAS ROMERO PAREDES RUBIO

ASESOR:

MC. ARACELY ZUNIGA SERRANO

DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el motor de mi vida

A mi Papá, Gerardo Rubén Pallares Romero por todo el apoyo que me ha brindado, por no dejar que me diera por vencido, alentarme a ser una mejor persona y ser un excelente profesionalista.

A mi Mamá, Diana Guerrero Armendáriz por estar para mí siempre que lo necesito, por animarme y alentarme. Por educarme e inculcarme valores, ayudarme a ser una persona de bien. Por ti soy lo que soy hoy.

A mis hermanas, Avilia Iveth Pallares Guerrero y Aida Victoria Pallares Guerrero por ser mis cómplices, compañeras de aventuras, regaños y por alentarme a ser alguien en la vida.

A mis tías Boro y Selene, por ser las mejores, apoyarme, preocuparse por mí siempre y ayudarme en cualquier cosa que se ofreciera.

Al Dr. Juan David Hernández Bustamante por permitirme ser parte de este proyecto para realizar mi tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser mi hogar durante los últimos cinco años, por brindarme todo lo necesario para ser un Médico Veterinario Zootecnista con todas las herramientas para ser un excelente profesionalista.

A mis amigos que estuvieron en mis mejores y peores momentos que me acompañaron en este camino los llevare siempre en mi corazón y a los que se alejaron gracias por enseñarme el verdadero significado de amistad y honradez.

A ti que me enseñas cada día a ser un mejor ser humano, a ver la vida de otra manera, a aconsejarme a querer más y ser más.

Y todas las personas que conocí y me acompañaron en este camino.

¡GRACIAS!

DEDICATORIA

Meña:

*Volverás porque sabes que te quiero
porque sabes que me quieres y por más lejos que te encuentres
sé que un día hasta mis brazos volverás.*

RESUMEN

Se realizó una investigación en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, sobre la digestibilidad in situ en un bovino fistulado, los evaluados fueron sorgo, soya y PROTEMAX23®. Para evaluar la digestibilidad de estos alimentos se utilizó el método de la bolsa de dacron de Orskov (1978), con un intervalo de diferentes horas de incubación, 0, 4, 8, 12, 24 y 48 horas.

Se observó que, de los tres alimentos evaluados, la soya fue la que tuvo mayor digestibilidad con un 85% a las 48 horas., el PROTEMAX23® casi cumplió con el objetivo de digestibilidad al obtener 57% a las 48 horas., mientras que el sorgo obtuvo 50% de digestibilidad a las 48 horas. Por lo tanto, de los tres alimentos la soya es más recomendable utilizarla en la alimentación del ganado por su índice de digestibilidad.

Palabras clave: Digestibilidad in situ, pollinaza, soya, sorgo, Orskov

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Digestibilidad	5
2.2. Métodos de digestibilidad	6
2.2.1. Técnica in situ	6
2.3. PROTEMAX23®	7
2.3.1. Pollinaza	7
2.3.2. Valor nutritivo	8
2.3.3. Propiedades de la Pollinaza	9
2.3.4. Efecto del deshidratado en la pollinaza	11
2.3.5. ¿Qué es la sanitación de pollinaza	11
2.3.6. Importancia del uso de la pollinaza	11
2.3.7 Niveles y formas de usar la pollinaza	12
2.3.8 ¿Cómo usar la pollinaza	12
2.3.9. ¿Cómo usarla en raciones integrales?	13
2.3.10. Digestibilidad de la pollinaza	13
2.3.11. Problemática al utilizar la pollinaza	13
2.3.12. Peletizado	15

2.3.13. ¿Por qué peletizar?	16
2.4. Soya	16
2.4.1. Procesamiento de la soya	18
2.4.2. Extracción de aceite	18
2.4.3. Harina de soya	18
2.4.4. Método de cocción	19
2.4.5. Método de tostado	19
2.4.6. Método de extrusión	20
2.5. Sorgo	20
2.5.1. Importancia económica	20
2.5.2. Interés forrajero	21
2.5.3. Resistencia a la sequía	21
2.5.4. Cantidad de semilla	22
3. Materiales y métodos	23
3.1 Técnica de digestibilidad	25
4. Resultados	30
4.1. PROTEMAX23®	30
4.2. SOYA	31
4.2. SORGO	32
5. DISCUSION	33
6. CONCLUSION	35
7. LITERATURA CITADA	36

INDICE DE CUADRO

	Pág.	
Cuadro 1	Minerales en la pollinaza en granjas del estado de Yucatán	10
Cuadro 2	Principales países productores de sorgo	21
Cuadro 3	Digestibilidad in situ de PROTEMAX23®	30
Cuadro 4	Digestibilidad in situ de SOYA	31
Cuadro 5.	Digestibilidad in situ de Sorgo	32

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Vaca utilizada	24
Figura 2.	Balanza de laboratorio	25
Figura 3.	Pinzas de laboratorio	26
Figura 4.	Estufa 105°C	26
Figura 5.	Desecadores	27
Figura 6.	Ancla con contrapeso con las muestras ya colocadas	27
Figura 7.	Colocación del ancla en el rumen	28
Figura 8.	Extracción de las muestras	29
Figura 9.	Digestibilidad en las diferentes horas de PROTEMAX23®	30
Figura 10.	Digestibilidad en las diferentes horas de SOYA	32
Figura 11.	Digestibilidad en las diferentes horas de SORGO	33

INTRODUCCIÓN

Lo más importante en la producción de bovinos es la alimentación, la ganadería ha atravesado por su peor crisis en años, ya que por cuestiones económicas y climatológicas los ganaderos buscan más que nunca alternativas económicas para alimentar a su ganado. Por eso a los ganaderos les inquieta cualquier alternativa que se les pueda ofrecer para reducir costos, pero sin que afecte la calidad del alimento que le puedan dar a sus animales.

La digestibilidad en el ganado bovino ha ido ganando notoriedad en estos tiempos, se les ha demostrado a los ganaderos con estudios y experimentos la digestibilidad de diferentes alimentos.

Los bovinos son animales rumiantes, su dieta principal son los forrajes, también se usan granos y subproductos de origen animal. De las muchas opciones que tenemos para alimentar al ganado hay una que ha ganado popularidad y hay en grandes cantidades en la región lagunera, la pollinaza, se compone de una mezcla entre excretas de ave de engorda y el material que se utiliza como cama para las aves que puede ser de aserrín o pajas. La pollinaza es un recurso abundante y económico en la región lagunera, es por eso que generalmente se utiliza como fuente de proteína en combinación con otros forrajes y alimentos. La pollinaza se ofrece al ganado de diversas maneras y son muy útiles como suplemento para animales que están en pastoreo como en confinamiento.

El uso de pollinaza en la alimentación del ganado bovino ayuda a aumentar la rentabilidad de la producción al minimizar los costos de la alimentación.

También podemos recurrir a ingredientes de origen natural como la pasta de soya y el sorgo. La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen natural ya que en un animal puede representar el 10 o 20% en la dieta dependiendo del animal.

Por otro lado, el sorgo es una especie de rápido crecimiento, resistente a sequias, el costo de producción es muy bajo y además es buena opción para proporcionar alimento energético al ganado.

OBJETIVOS

- Buscar alimentación alternativa de buena calidad y económica para el ganado
- Observar la digestibilidad *in situ* del sorgo, pasta de soya y PROTEMAX23

HIPÓTESIS

- Se espera obtener de los alimentos estudiados, una digestibilidad *in situ* superior al 60%.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento determina el porcentaje de sustancia no digerida que debe ser eliminado del tracto digestivo (Ørskov, 1990).

El conocimiento de la degradabilidad y la digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Bochi-Brum *et al.*, 1999).

La digestibilidad se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere en su paso por el tubo gastrointestinal. La digestibilidad varia por los factores propios del alimento, los animales que lo consumen o por ambos casos. La digestibilidad de los alimentos puede aumentar mediante procesos como son el molido, el rolado y la formación de pastillas y hojuelas, pero esto incrementa la velocidad a la que el alimento pasa por el tubo gastrointestinal (Shimada, 2003).

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. 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 (Giraldo *et al.*, 2007).

Métodos de digestibilidad

El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para los animales rumiantes (Reyes, 2012).

Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Debido a que en los estudios *in vivo* los alimentos sólo pueden ser evaluados en raciones totales y al hecho de que tales estudios requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar, en los últimos años varias técnicas *in situ* e *in vitro* han sido desarrolladas (Posada y Noguera, 2005).

Técnica *in situ*

Como técnica *in situ* (*in sacco*) se entiende a las evaluaciones de alimentos que se realizan empleando animales, tales como la digestibilidad o consumo voluntario (Reyes, 2012).

La técnica *in situ* consiste en colocar la muestra en bolsas sintéticas e incubarlas en el rumen de animales fistulados para obtener el grado de degradabilidad (Mehrez & Ørskov, 1977).

La técnica de digestibilidad *in situ* utiliza bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal (Torres *et al.*, 2009)

Según Ørskov *et al.*, 1980 “La técnica *in situ* o también llamada de la bolsa de nylon 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”

El método *in sacco*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objetivo fundamental medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (Pedraza, 2001).

PROTEMAX23®

Es una mezcla de pollinaza sanitizada mezclada con otras fuentes proteínicas e ingredientes energéticos en forma de pellet que mejora el perfil nutricional de la pollinaza por ser de alta palatabilidad.

Pollinaza.

Los desechos sólidos o excretas de los animales en confinamiento se han convertido en un problema de difícil solución, por esta razón la posibilidad de reciclar los nutrientes contenidos en las excretas para la alimentación animal parece ser una excelente alternativa (Vargas, 1994)

Según la Unión Ganadera de Jalisco “El alto costo de los ingredientes proteicos de origen vegetal (pastas de soya, ajonjolí, cártamo, canola) y animal

(harinas de sangre, carne, pescado) impide la utilización generalizada de suplementos en el ganado bovino, lo que repercute en bajos niveles de producción de carne por animal y por hectárea. Una alternativa para disminuir el costo de la suplementación proteica en el ganado es la utilización de la pollinaza.”

El uso de las camas avícolas como suplemento en la dieta de rumiantes es de gran importancia para garantizar mayor producción de carne, con bajos costos de producción, más aún si se tiene en cuenta que estos residuos que provienen de la industria avícola contaminan el ambiente cuando no son reciclados (Ortiz et al., 2009).

La cama de los galpones está compuesta por varios materiales tales como el aserrín, olote molido, cascarilla de arroz, paja etc. (Rivera, 1988).

Su empleo está basado en el alto contenido de proteína, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales (Ochoa y Urrutia, 2007).

La pollinaza son los desechos sólidos de la producción de pollos de engorde, compuestos de la base o cama de los galpones, la excreta y los residuos de alimentos y pluma que queden en la cama (Vargas et al., 1994.)

Valor nutritivo

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, en función del material original de la cama, de la densidad de las aves utilizada, así como de la duración y número de la crianza en que se utiliza, además de la altura inicial de la cama y de la dieta suministrada, puede contener entre 11 y 30 % de proteína bruta (PB), fibra con digestibilidad (esta varía según el tipo de material utilizado como cama), calcio (Ca), fósforo (P), vitaminas y otros minerales. El valor nutritivo de estos residuos es mayor que el de otras excretas de animales, pues son especialmente ricos en proteínas y minerales (García et al., 2004)

Propiedades de la Pollinaza

La UGRJ publica que “en la pollinaza se ha reconocido la presencia de minerales, no obstante, pocos esfuerzos han sido conducidos para precisar la calidad y cantidad de ellos y recomendar su empleo como fuente mineral. La suplementación mineral a los rumiantes se lleva a cabo convencionalmente mediante el suministro de mezclas de sales minerales comerciales, las cuales pueden ser incorporadas a los alimentos balanceados o bien, pueden ser ofrecidas directamente en saladeros. Esta suplementación mineral, no obstante ser necesaria, efectiva y financieramente rentable, resulta también ser onerosa. Su costo por animal oscila en alrededor de \$50.27/día”.

Un elemento de importarte consideración dentro de la composición química de las excretas de aves es su alta variabilidad, la cual ha sido atribuida a los numerosos factores que alteran su composición. En el caso de la cama de pollos se destacan principalmente el tipo de material que se use como cama, la densidad de aves en el galpón (Tobía y Vargas, 2000).

La Unión Regional Ganadera de Jalisco (URGJ) estima que la pollinaza contiene varios minerales esenciales y esto lo sustenta con un estudio que ésta misma organización hizo en unas granjas avícolas del estado de Yucatán.

Cuadro 1. Minerales en la pollinaza en granjas del estado de Yucatán:

MINERAL	CONTENIDO
Calcio	3.01 %
Fósforo	1.87 %
Magnesio	0.16%
Sodio	0.47%
Potasio	1.82%
Fierro	0.08%
Manganeso	250 ppm
Cobre	154 ppm
Zinc	112 ppm
Cobalto	7 ppm

Unión Regional Ganadera de Jalisco S/F

Lo cual le conlleva a decir que es bueno su suministro en el hato ganadero, siempre y cuando no exceda de los 100 gr. por cabeza al día.

Efecto del deshidratado en la pollinaza.

La pollinaza es deshidratada y molida, esto se lleva a cabo para facilitar su manejo, su conservación, reducir la posibilidad de diseminar enfermedades y darle un valor agregado. En cuanto a la sanidad de las excretas, es posible esterilizarlas cuando se utiliza una temperatura de 150°C durante 3 h (Castellanos et al., 2012).

Además de propiciar una disminución en el contenido de humedad y de una posible carga bacteriana (Castellanos et al., 2012).

¿Qué es la sanitación de pollinaza?

Jaramillo dice que “es un proceso térmico, químico y biológico al cual se somete la pollinaza o gallinaza para garantizar la eliminación de agentes patógenos para las aves”

Ventajas:

- Eliminación de olores agresivos y lixiviados
- Evita la proliferación de moscas y vectores
- Eliminar virus del Newcastle e Influenza aviar, los cuales se inactivan a temperatura de 56 grados durante 3 horas.

Importancia del uso de la pollinaza

La pollinaza es un recurso abundante y económico cuyo uso se ha extendido en los últimos años, resultando atractivo en la región semiárida de San Luis potosí, en donde se ubica una gran cantidad de granjas productoras de pollo de engorda (Ochoa y Urrutia, 2007).

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 (TECA, 2008).

Niveles y formas de usar la pollinaza

El principal atractivo para su utilización, es la cantidad de proteína que aporta. Los niveles y las formas de utilización de gallinaza y pollinaza son extremadamente variables.

- **En Dietas integrales.** Hasta 40%, dependiendo de cuáles son los demás componentes de la dieta y sus proporciones.
- **En Concentrados secos.** Hasta 100% dependiendo del tipo de forraje que se suministra a los animales.
- **En Concentrados enmelazados.** De 20 a 80%, en muchos casos los únicos componentes de estos concentrados son la gallinaza y la melaza.

En Mezclas ensiladas. De un 5 a 20% del forraje verde, como aditivo con el objeto de evitar la pérdida de jugos y mejorar el valor nutritivo del silo (Bustamante, 2004).

¿Cómo usar la pollinaza?

Puede ser suministrada en una mezcla con melaza en una relación de dos partes de pollinaza y una de melaza. Se ofrece de dos a tres kg/animal/día. Cuando el pasto es de buena calidad se esperan ganancias de peso de 500 a 700

g por animal al día. Este suplemento aporta principalmente proteína y energía, además de minerales (Bustamante, 2004).

¿Cómo usarla en raciones integrales?

La UGRJ dice que “dependiendo de los demás ingredientes, se puede usar en niveles que no sobrepasen el 30 % del total de la ración. Es recomendable que la pollinaza esté siempre seca y que haya sido previamente analizada en el laboratorio, para determinar su contenido de cobre y así evitar intoxicaciones. En caso de que presente cantidades por arriba de lo normal, es conveniente emplearla en niveles no mayores al 15%, o de lo contrario se deberá reducir el consumo de este alimento”.

Digestibilidad de la Pollinaza

En distintos experimentos realizados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U-L, se comprobó la digestibilidad de la pollinaza obteniendo resultados favorables. Canchola (2008) tuvo una digestibilidad del 66.104% a las 48 horas de incubación. Salcido (2017) tuvo una digestibilidad del 98.67 a las 48 horas de incubada la muestra.

Problemática al utilizar la pollinaza

La pollinaza contiene cantidades elevadas de cobre, producto del uso de sulfato de cobre como promotor de crecimiento de los pollos. Este elemento en cantidades elevadas es tóxico, en especial en ovinos, animales que son muy susceptibles a la toxicidad con cobre, ya que se acumula en el hígado y cuando

alcanza niveles altos, se presenta signos clínicos de envenenamiento (Ochoa y Urrutia, 2007).

Las excretas de aves pueden tener también otras sustancias como: toxinas, microorganismos patógenos, residuos de aditivos alimenticios e insecticidas, que impedirían su uso en la alimentación de los animales (Bustamante, 2004).

La SAGARPA en 2012 a través del delegado estatal de Hidalgo MVZ Francisco Velarde García, comento que la pollinaza no es un alimento ideal para los bovinos ya que puede contener cierto grado de toxinas los cuales pueden llegar a proliferar en la misma si el manejo o tratamiento proporcionado no es el correcto. Así mismo menciono que las cantidades proporcionadas de pollinaza en la región es de 30 a 50% siendo esta mayor a los rangos permisibles en la dieta normal de los bovinos que son de 10 a 15%, lo que eleva el riesgo de consumir mayor cantidad de agentes patógenos que merman la salud de los animales, no recomendándola para alimentar a bovinos productores de leche.

De acuerdo a un estudio elaborado por el departamento de nutrición animal y bioquímica de la Universidad Nacional Autónoma de México, la mortandad de cientos de reses por consumo de pollinaza se origina en la presencia de toxinas otulínicas en granjas avícolas de donde provenía el alimento (Sitio Argentino de Producción Animal, 2016).

La temporada de calor eleva el índice de mortalidad de aves en las granjas de pollos, que en combinación con descuidos en el adecuado manejo sanitario puede propiciar la aparición de la bacteria, que posteriormente habría contaminado la pollinaza que se distribuyó desde una granja de aparcería, atribuyó el productor. Manifestó que la presencia de toxinas botulínicas solo podría explicarse si hubiera pollos muertos que convivieron con aves vivas, sin que se tuvieran condiciones de higiene (Sitio Argentino de Producción Animal, 2016).

Peletizado

Según Falk (1985) “El proceso de peletización se define como el moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o pelets, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad”

El peletizado ha sido, y continúa siendo, una técnica de procesamiento que goza de gran popularidad en la fabricación de alimentos balanceados. Básicamente, el peletizado convierte una mezcla de ingredientes finamente molidos en aglomerados (pélets) densos de libre flujo (Behnke, 2010).

En la agricultura siempre se han buscado tecnologías o procesos para hacer la producción más efectiva y eficiente. El peletizado, pretende mejorar el rendimiento mediante la homogenización del tamaño de las semillas, creando una semilla más grande y redonda que facilita su manejo y desarrollo más uniforme. Esta tecnología es utilizada mayormente en cultivos cuyas semillas poseen una forma irregular y de tamaños muy pequeños (Seminis, 2016).

¿Por qué peletizar?

Hay muchas razones que se usan para justificar el proceso, pero sería adecuado hacer una lista de unas cuantas:

- Mejora el desempeño animal
- Disminuye el desperdicio de alimento
- Reduce la alimentación selectiva
- Mejora la densidad de masa
- Mejores características de manejo de materiales
- Destrucción de organismos perjudiciales
- Expectativas del cliente

(Behnke, 2010)

El peletizado convierte una mezcla de ingredientes finamente molidos en aglomerados (pélets) densos de libre flujo. La formación del pélet sucede en el punto en donde están por entrar en contacto los rodillos y el dado (o matriz) de salida (Behnke, 2010).

Soya

La soya (*Glycine max* L.) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad y constituye, en la actualidad, la fuente de aceite y proteína vegetal de mayor importancia en el mundo (Maqueira et al., 2016).

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal con que se cuenta actualmente, este hecho se debe a la característica única que presenta esta pasta en relación con otras y que es su alto contenido de lisina (Cuca y Ávila, 1978).

Se cultiva por sus semillas de las que se extrae aceite, su empleo en la elaboración de leche de soja, para su consumo germinadas o como forraje; en algunos países asiáticos se fermenta para obtener salsa de soja. Es uno de los principales cultivos de grano a escala mundial, destacando su cultivo como oleaginosa (U. P. N. 2009).

Este cultivo se explota en diferentes partes del mundo y es un alimento que puede contribuir a la solución de problemas nutricionales en las regiones tropicales. La importancia mundial de la soya se puede analizar a partir de sus usos, su producción, su calidad, el costo de las proteínas y los atributos favorables que posee (Romero et al., 2013).

A nivel mundial el cultivo de soya ha sido el de mayor crecimiento en superficie y producción en la última década, y constituye la principal oleaginosa que se comercializa en el mundo, ya que el grano de ésta es una fuente muy importante de aceite (20%) y proteína vegetal (40%) para consumo humano y para la formulación de alimentos balanceados utilizados en la ganadería productora de carne, leche y huevo, además de una amplia gama de productos alimenticios y nutricionales (INIFAP, 2007).

La cantidad de semilla a sembrar por hectárea dependerá de la variedad, porcentaje de emergencia en campo, peso de la semilla, fecha de siembra y distancia entre surcos que se utilizará en la siembra. Es importante mencionar que tanto el porcentaje de germinación y peso de la semilla pueden variar de un año a otro, dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolle el cultivo, por lo que es necesario determinar estos factores para estimar con mayor precisión la cantidad de semilla a utilizar por hectárea (INIFAP, 2007).

Procesamiento de la Soya

El procesamiento industrial tiene como objeto mejorar el valor alimenticio de la soya. Muchos de los procesos industriales combinan la extracción de aceite con la producción de tortas residuales que son fuente de proteína en la alimentación animal o se incorporan en forma de harina en los productos alimenticios (Panizzi y Mandarino, 1995)

Extracción de aceite

Las prensas hidráulicas con tornillo y la extracción con solventes son los métodos comúnmente utilizados para extraer el aceite de las semillas de soya. En la mayoría de las industrias modernas el aceite se extrae con solventes (Panizzi y Mandarino, 1995).

Harina de Soya

Una de las formas de producir harina de soya puede ser a partir de la semilla entera, por tratamiento con vapor o hervor y secado al 5% de humedad y a

continuación por quebrado, descascarado y molturación (Panizzi y Mandarino, 1995).

Método de cocción

Consiste en poner a hervir un recipiente con agua hasta alcanzar el punto de ebullición, luego se introduce el grano de soya en un costal de fique y se deja cocinar durante 25 a 30 minutos después de los cuales se saca y se pone al sol para su secado y posteriormente utilización en la preparación de las dietas para animales o su almacenamiento. Este proceso está recomendado para ser utilizado por pequeños productos y garantizada inactivación de los factores anti nutricionales presentes en el grano de soya (Garzon, 2010).

Método de tostado

Se utilizan equipos a base de calor seco (sin vapor), el cual es aplicado directamente a la superficie del grano por un breve periodo de tiempo. Los tostadores más conocidos utilizan gas o combustibles y pueden tener una capacidad desde 1 tonelada por hora, hasta 12 toneladas por hora. La mayoría de los equipos utilizan airea caliente con temperaturas que oscilan entre 300 a 350 °C durante un tiempo de paso del grano de 1 a 3 minutos y temperatura de salida de 130 a 170 °C. Desde el punto de vista sanitario, este proceso destruye la mayor parte de microorganismos patógenos, insectos, hongos y otros organismos que afectan la calidad del grano. Cuando se realiza con un estricto control, el producto que se obtiene es de alta calidad nutricional y con un nivel mínimo de factores antinutricionales (Garzon, 2010).

Método de extrusión

Se recomienda para ser utilizado a nivel empresarial y puede ser extrusión seca o húmeda. En el primer caso se involucra el uso de presión y fricción mecánica, para generar el calor requerido en el calentamiento del grano de soya. En este proceso el grano previamente molido se pasa por un cilindro mediante un tornillo sin fin. El calor originado por la fricción en el cilindro es suficiente para desactivar los factores anti nutricionales. Estos equipos trabajan con temperatura entre 150 a 170 °C y un tiempo de retención del grano de 30 a 60 segundos presentándose disminución de un 15% de humedad. La extrusión húmeda incluye el uso de vapor durante el proceso y en el mismo no hay pérdida de humedad (Garzon, 2010).

Sorgo

La Universidad de Valencia define al sorgo como una gramínea que puede alcanzar los 3 m de altura, normalmente más pequeña, con hojas de más de 2 cm de anchura. Se trata de una planta que se cultiva como forraje y que la podemos encontrar naturalizada en los márgenes de campos y caminos.

Importancia económica

Según INFOAGRO, en la actualidad, el sorgo representa el principal grano en algunas partes de África, Asia, India/Pakistán y China donde constituye gran parte de la dieta humana. Se emplea también en alimentación animal, en la producción de forrajes, y para la elaboración de bebidas alcohólicas. Su resistencia a la sequía y al calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas, y es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo.

Cuadro 2. Principales países productores de sorgo:

PAIS	PRODUCCIÓN (1000 t)
Estados Unidos	12 635 730
Nigeria	9 058 000
India	7 150 800
México	6 202 920
Sudán	4 999 000
Argentina	2 794 967
China	2 434 895
Etiopía	2 173 599
Burkina Faso	1 507 162
Brasil	1 440 750
Australia	1 283 000
Níger	975 223
Mali	900 791
Tanzania	900 000
Egipto	843 840
Yemen	601 040
Chad	576 571
Camerún	500 000
Uganda	456 000
Venezuela	382 116

Fuente: FAO (2007).

Interés forrajero

Puede utilizarse tanto el grano como la planta entera para la alimentación del ganado (GOB S/F).

Resistencia a la sequía

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Tiene cañas de dos a tres metros de altura, llenas de un tejido blanco y algo dulce, vellosas en los nudos. Tiene hojas lampiñas, ásperas en los bordes. Las flores aparecen en una panoja floja, grande y derecha; o bien espesa, arracimada y colgante. La planta se adapta bien

en zonas áridas o semiáridas con calor. Es capaz de soportar la sequía durante un periodo bastante largo y reanudar su crecimiento cuando vuelve a llover. Para germinar necesita una temperatura de 12 o 13°C. Se desarrolla bien en terrenos alcalinos, especialmente las variedades azucaradas, que aumentan su contenido de sacarosa en tallos y hojas. Prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados (GOB S/F).

Cantidad de semilla

Para tener una población adecuada bajo condiciones de riego, se recomienda utilizar de 25 a 30 kilogramos de semilla por hectárea (Martínez et al 2005).

De esta forma se tendrán entre 85 mil y 150 mil plantas por hectárea. El sorgo crecerá activamente cuando la temperatura pase de 15°C. El nivel óptimo para su desarrollo serán los 32°C. La cosecha se hace de manera manual o con máquina (GOB S/F).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la digestibilidad in situ de PROTEMAX23®, sorgo y pasta de soya, fueron requeridos los siguientes materiales.

- Bovino de la raza Holstein-Friesian con fistula ruminal permanente
- Cánula ruminal
- Bolsas de nylon
- Aros de metal
- Ligas
- Ancla con contrapeso
- Muestras de los tres productos
- Estufa de aire caliente
- Bascula
- Pinzas de metal
- Desecador
- Pala
- Alfalfa
- Agua
- Guantes de látex
- Guantes para palpar
- Soga

La prueba experimental se desarrolló en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en las coordenadas latitud Norte 26°23', longitud Oeste 104° 47'; ubicada en Periférico y carretera Santa Fe en el municipio de Torreón Coahuila, México. En el área de Centro de Biotecnología de la reproducción y el Laboratorio de Bromatología.

Se utilizó un bovino de la raza Holstein-Friesian con un peso aproximado de 500kg, con una fistula ruminal y canula permanente y alojada en un corral en el

cual contaba con agua a libre acceso, alimentación dos veces al día, 9:30 horas., y 19:00 horas, con comedero y sombra.



Figura 1. Vaca utilizada

Los ingredientes a evaluar fueron PROTEMAX23®, Sorgo y soya

Para la determinar la digestibilidad se utilizó la técnica de las bolsas de nylon descrita por Orskov y McDonald (1979).

Se utilizaron bolsas de nylon previamente lavadas para evitar contaminantes o falsos errores al pesar las muestras.

Se prepararon juegos de tres ingredientes para cada hora de incubación en el rumen las cuales fueron 0, 4, 8, 12, 24, 48 respectivamente.

Técnica de Digestibilidad

La digestibilidad de los ingredientes se midió con la técnica de la bolsa de nylon de Orskov y McDonald (1979) la cual consiste en colocar una determinada cantidad de muestra dentro de la bolsa y cerrarla para anclarla con la liga en el ancla e introducirla en el rumen.

Se usaron bolsas de nylon con un tamaño de 14cm de largo por 9 de ancho, las bolsas fueron lavadas con agua y dejadas en la estufa por 12 horas a una temperatura de 60°C. Después de sacarlas de la estufa fueron pesadas una por una, así como la liga y argolla por separado siempre manipuladas con las pinzas de metal para no interferir en el peso final ya con la muestra de los ingredientes de los cuales se colocaron entre 20 y 21 g de muestra.



Figura 2. Balanza de laboratorio



Figura 3. Pinzas de laboratorio



Figura 4. Estufa 105°C



Figura 5. Desecadores

Se sujetaron con ligas de hule y argollas de acero a una soga que tenía un contrapeso que garantizara que las muestras siempre estuvieran inmersas en el rumen.



Figura 6. Ancla con contrapeso con las muestras ya colocadas

Las bolsas fueron incubadas a 0, 4, 8, 12, 24 y 48 horas, las bolsas pertenecientes a la hora cero solo se introdujeron y se sacaron de inmediato para que solo quedaran húmedas del líquido ruminal y las otras muestras se sacaron a la hora correspondiente, después de eso las bolsas fueron introducidas en la estufa por 24 horas. Al sacarlas de la estufa fueron introducidas en un desecador para enfriarlas y eliminar la humedad.



Figura 7. Colocación del ancla en el rumen



Figura 8. Extracción de las muestras

RESULTADOS

En el cuadro 3, se observan los resultados que se obtuvieron durante el estudio de la digestibilidad in situ de **PROTEMAX23®**, mostrando los valores que se presentaron en las diferentes horas.

Cuadro 3. Porcentaje de digestibilidad in situ de PROTEMAX23®

Hora muestra	Promedio
0	4.25
4	12
8	30.92
12	34.83
24	45.35
48	57.13

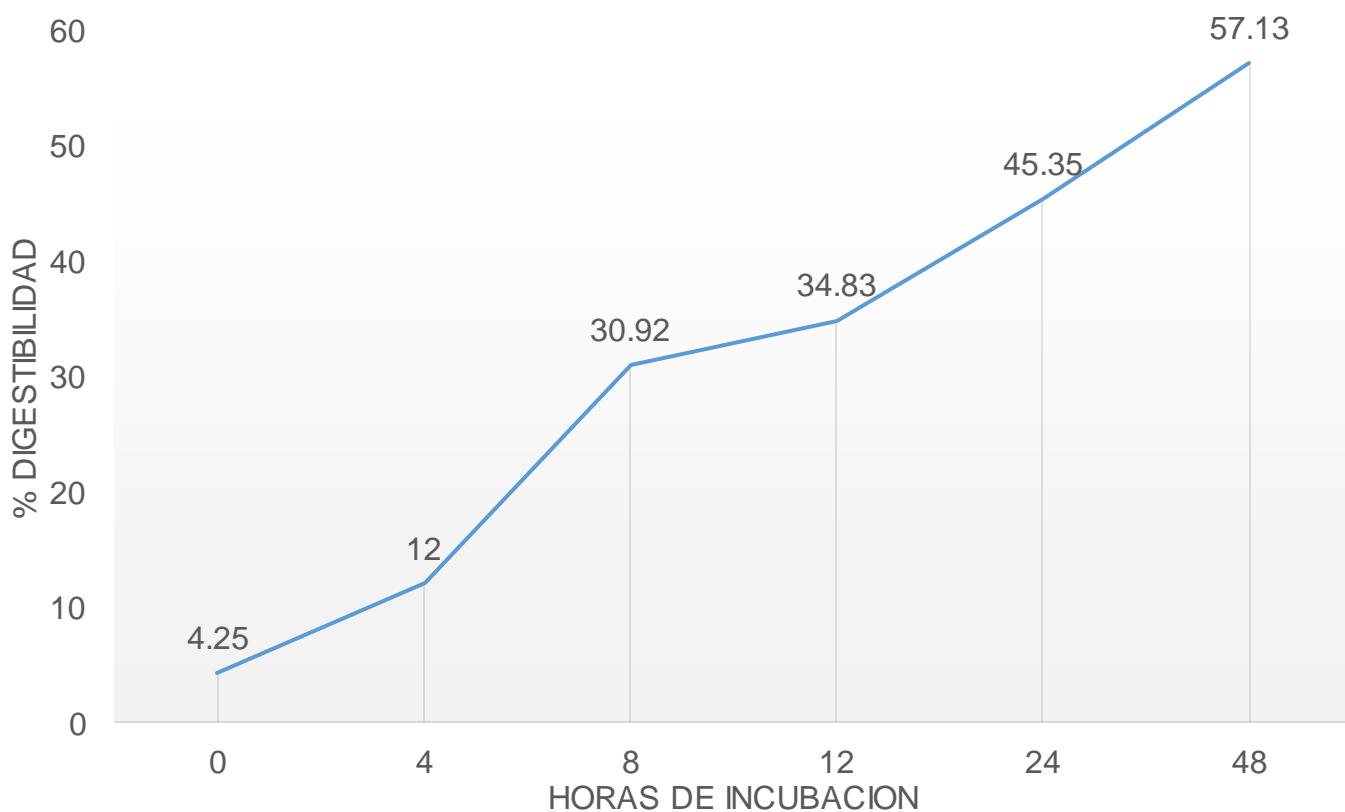


Figura 9. Digestibilidad en las diferentes horas de PROTEMAX23®

SOYA

En seguida se muestran los resultados obtenidos del estudio de digestibilidad in situ de la Soya, mostrando el promedio de digestibilidad en las horas de incubación.

Cuadro 4. Porcentaje de Digestibilidad in situ de SOYA

Hora muestra	Promedio %
0	3.68
4	30.61
8	38.27
12	39.46
24	59.61
48	85.67

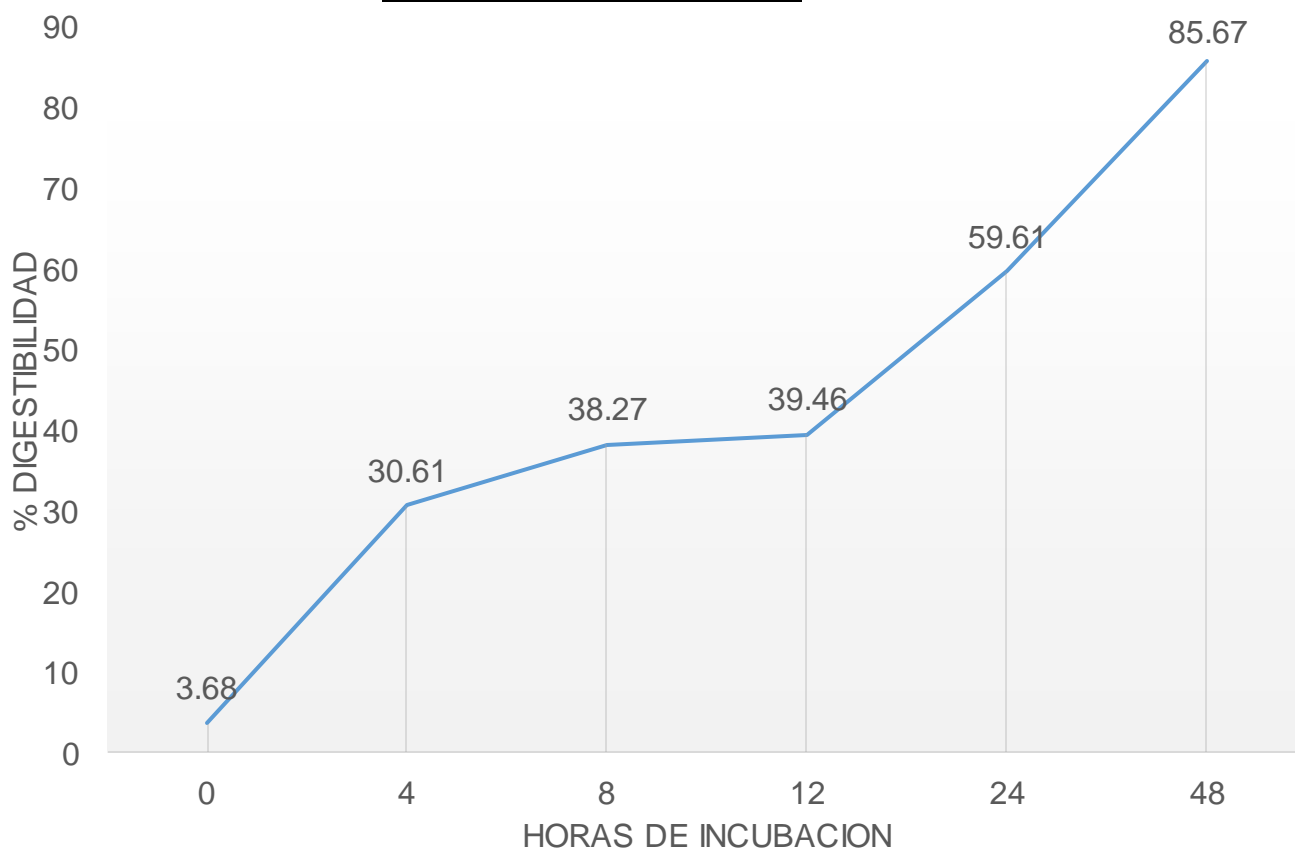


Figura 10. Digestibilidad en las diferentes horas de SOYA

SORGO

En seguida se muestran los resultados obtenidos del estudio de digestibilidad in situ del Sorgo, mostrando el promedio de digestibilidad en las distintas horas de incubación.

Cuadro 5. Porcentaje de Digestibilidad in situ de Sorgo

Hora muestra	Promedio
0	4.88
4	7.4
8	10.75
12	10.55
24	30.34
48	50.55

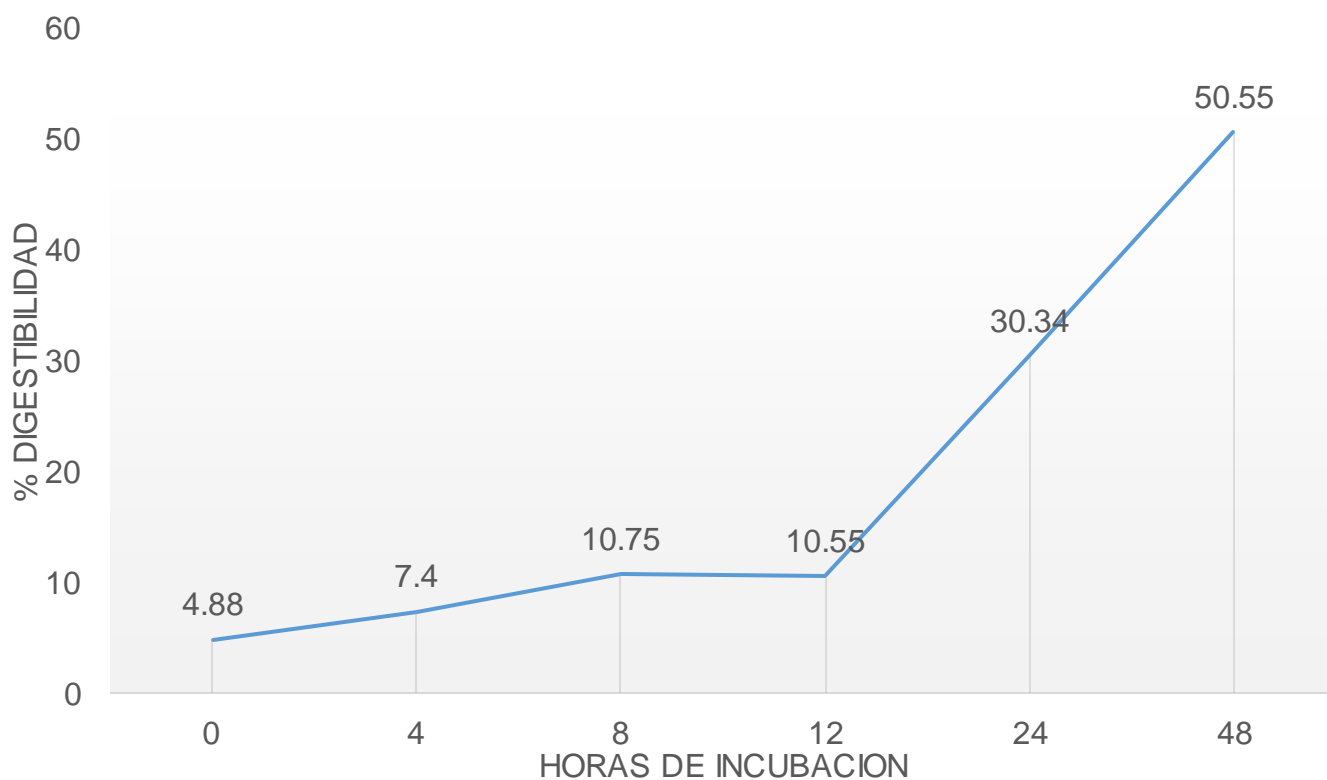


Figura 11. Digestibilidad en las diferentes horas de SORGO

DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron de los tres ingredientes probados fueron variables.

PROTEMAX23®

Según el estudio realizado sobre la digestibilidad de PROTEMAX23® como una alternativa económica para alimentar al ganado, cumple satisfactoriamente con el objetivo de medir la digestibilidad in situ de la materia seca de este producto, pero en cuanto al planteamiento de la hipótesis de digestibilidad in situ de la materia seca de 60% se rechaza porque no llegó al porcentaje, pero se acerca al porcentaje esperado porque presenta una digestibilidad alta de materia seca.

Salcido (2017) encontró una digestibilidad in situ de 98.67 a las 48 horas de incubación un alto contraste en relación al resultado de esta investigación. Se podría pensar que algún factor influyó en la digestibilidad tan baja que tuvimos.

Por otro lado, Canchola (2008) tuvo una digestibilidad in situ de 66.104 similar a la nuestra pero que sí superó el rango esperado.

Soya

Los datos arrojados por este estudio demuestran que la Soya al ser usada en la alimentación del ganado como una alternativa de alimento energético, cumple con el objetivo de medir la digestibilidad in situ y cumple con la hipótesis

planteada en este trabajo ya que presento índices de digestibilidad por encima del 60% hasta llegar a 85% de digestibilidad a las 48 horas de incubación.

Gutierrez y Vazquez en 2008 encontraron que, al tostar la soya, probablemente, algunos de los lípidos se volatilizaron disminuyendo su contenido de 20.0 a 17.4%; de esta manera las proporciones de materia seca, cenizas, proteína y energía de la soya tostada aumentaron en comparación con la soya cruda.

Sorgo

En base a los resultados obtenidos sobre la digestibilidad in situ de este producto se logro el objetivo de medir la materia seca para buscar alternativas económicas de alimentos para el ganado y se demuestra que el uso del Sorgo como alternativa para la alimentación de ganado es económica y con altos índices de nutrientes y su fácil cosecha.

En cuanto al planteamiento de la hipótesis que se presenta en este trabajo se rechaza porque solo alcanzo un 50% de digestibilidad de materia seca a las 48 horas de incubación y por lo tanto no llega al 60% de materia seca.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de este estudio nos mostraron que los productos utilizados en el experimento (PROTEMAX23, SOYA y SORGO) pueden ser utilizados como parte de la dieta del ganado bovino ya que sus índices de digestibilidad son altos aunque solo la soya haya sobrepasado el porcentaje que se esperaba en la hipótesis.

Aunado a eso, estos productos son muy económicos y de fácil acceso como la pollinaza en la región lagunera o el sorgo y la soya, por lo mismo son de fácil acceso para el ganadero que busca alternativas económicas y nutritivas para su ganado.

LITERATURA CITADA

- Behnke C., K., (2010). El arte (ciencia) del peletizado. Disponible: <https://www.wattagnet.com/articles/5411-el-arte-ciencia-del-peletizado>
- BETANCE S., A., 2017. Digestibilidad in situ de la materia seca de un subproducto avícola usado en la alimentación de rumiantes. (Protemax 24). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- Bochi-Brum O., Carro M.D., Valdés C., González J.S., López S. 1999. Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. Arch. Zootec. 48: 51-61.
- Bustamante G. J. 2004. Estrategias de Alimentación para la Ganadería bovina en Nayarit. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación regional del pacífico centro. Folleto para productores N° 1, Nayarit. 105 p.
- Canchola R., M., 2008. Digestibilidad de la materia seca de pollinaza usada en dietas para bovinos. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 39p.
- Castellanos R., A. Murguía O. M. Moguel O. Y. (2012). Efecto del deshidratado sobre el valor nutritivo de la pollinaza y la presencia de microorganismos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 38(3). Disponible: <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1340>
- Castellanos, A. y Murguía L. (2001). Efecto del deshidratado sobre el valor nutritivo de la pollinaza y la presencia de microorganismos. INIFAP: 219-230 pp.
- Cuca G., M. y Avila G., E., 1978. Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia Veterinaria*. Vol 2. 325-358 p.
- García Y., Ortiz A., Lon Wo E., 2004. Efecto de los residuos avícolas en el ambiente. Instituto de ciencia animal. Cuba. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/efecto%20residuales%20avicolas%20ambiente.asp>
- Garzon A., V., 2010. La Soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores. CORPOICA. La libertad Villavicencio, Meta, Colombia
- Giraldo L. A., Gutiérrez L. A., y Rúa C. Comparación de dos técnicas: in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Rev Col Cienc Pec* 2007; 20: 269-279
- Gutiérrez-Espinosa, M. y Vásquez-Torres, W. (2008). Digestibilidad de Glicine max L, soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachipomus* Cuvier 1818. Orinoquia, pp.141-148.

- Jaramillo F., 2014. Sanitización de pollinaza o gallinaza de piso. Solla. Disponible: <http://www.solla.com/content/sanitizaci-n-de-pollinaza-o-gallinaza-de-piso>
- Maqueira-López, L. A., la-Noval, W. T. D., Roján-Herrera, O., Pérez-Mesa, S. A., & Toledo, D. 2016. Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soya *Glycine max.*(L.) Merrill) durante la época de frío en la localidad de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 98-104.
- Martinez V. J., Silva S. R., A., Cuellar V. E., de J., 2005. Guía para cultivar sorgo forrajero de riego para pastoreo, verdeo y henificado en el norte y centro de Coahuila. 7. INIFAP.
- Mehrez, A. Z. and Ørskov, E. R. (1977). The use of a Dacron bag technique to determine rate of degradation of protein and energy in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.* 88: 645-650.
- Ochoa C., M. A. y Urrutia M., J. 2007. Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes. San Luis Potosí. N° 32 . inifap. p. 1
- Ørskov E. R. Deb Hovell, F. D., Mould, F. 1980 The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production* , 1980 , Vol. 5, No. 3 , pp. 195-213
- Ørskov, E. (1990). Alimentación de los rumiantes, principios y práctica. España, ACRIBIA.
- Ortiz A., Elías A., y Valdivié M., 2009 Utilización de diferentes fuentes de pollinaza como complemento alimenticio en la ceba de ovinos en pastoreo. *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 43 (3):245-249
- Pedraza, R. (2001). Estimación del valor nutritivo de los alimentos para rumiantes con énfasis en las técnicas *in sacco* y de producción de gas *in vitro*. *Rev. prod. anim.* 13(1): 45-51 p.
- Posada, S. L. y Noguera, R. R. 2005: Técnica *in vitro* de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 17, Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/4/posa17036.htm>
- Reyes G., J. A. 2012. Evaluación de la digestibilidad in situ de los nutrientes y variables ruminales del ensilado de caña de azúcar con diferente fuente de proteína. Tesis. Doctorado. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, Mexico
- Rivera V., M. I., 1988. Determinación de Macro y Microminerales en Gallinaza y Pollinaza procedentes de varios estados de la republica mexicana. Tesis para obtener el título de Medico Veterinario Zootecnista. Universidad Autonoma de Mexico. Mexico, D. F. 52 p.
- Romero, Aracelis, Ruz, Raquel, & González, Martha. (2013). Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 459-463.
- Seminis (2016). Tecnología Del Peletizado ¿Qué Es Y Cuáles Son Los Beneficios? Disponible: <http://www.seminis-las.com/tecnologia-del-peletizado-que-es-y-cuales-son-los-beneficios/>
- Shimada M. A. 2003 *Nutricion animal* 1 ed. Trillas Mexico 32-33

- Sitio Argentino de Producción Animal (2016). Intoxicación por “pollinaza” genera alta mortandad en bovinos en México. Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/03-Pollinaza.pdf
- Tecnologías y practicas para pequeños productores agrarios (TECA) 2008. La pollinaza como fuente de minerales para rumiantes. Disponible: <http://teca.fao.org/es/read/4407>
- Tobía C. y Vargas E. (2000). Evaluacion de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentacion animal. I. Disponibilidad y composicion química . *Agronomía Costarricense*, [en línea] 24(1), pp.47-53. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43624105>
- Torres G., G., Arbaiza F., T., Carcelén C., F., & Lucas A., O. (2012). COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS in situ, in vitro Y ENZIMÁTICA (CELULASA) PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN OVINOS. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5-9. Disponible: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v20i1.348>
- Union Ganadera Regional De Jalisco (UGRJ). 2018 *Disminución del costo de alimentación del ganado incluyendo pollinaza*. Disponible: http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=563&Itemid=142
- Union Ganadera Regional De Jalisco (UGRJ). 2018. La Pollinaza como fuente de minerales para rumiantes. Disponible: http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=306&Itemid=140
- Universidad Pública de navarra. 2009. Leguminosas de Navarra. Disponible: http://www.unavarra.es/herbario/leguminosas/htm/Glycine_L.htm
- Vaca B., D., F., 2007. Utilización de proteasa para la asimilación de la torta de soya en la cría y engorde de pollos. Tesis. Titulo. Escuela superior politécnica de Chimborazo facultad de ciencias pecuarias escuela de ingeniería zootecnia. Riobamba, Ecuador. 131 p.
- Vargas E. y Mata L. 1994. Utilizacion de las excretas de aves en la alimentacion de los rumiantes. *Nutricion Animal Tropical*. 1:59-71.