

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Pruebas de digestibilidad *In situ* de alimentos no convencionales
para ganado bovino**

POR

KARLA IVONNE LUNA MEDINA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA

OCTUBRE 2017

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

“Pruebas de digestibilidad *in situ* de alimentos no convencionales para ganado bovino”

POR

KARLA IVONNE LUNA MEDINA

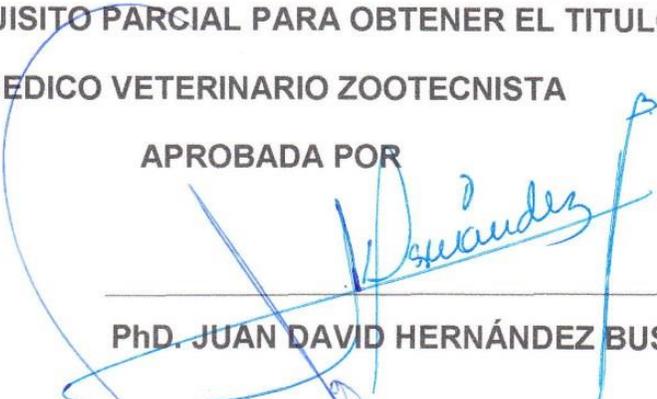
TESIS

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

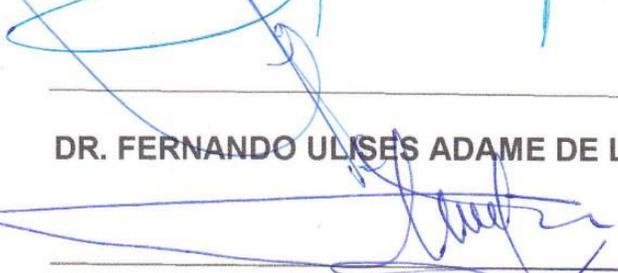
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

VOCAL:

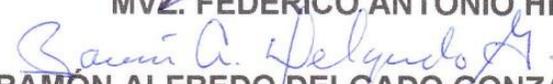

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

VOCAL:


MVZ. ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTELL

VOCAL SUPLENTE:


MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNANDEZ TORRES


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

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

“Pruebas de digestibilidad *in situ* de alimentos no convencionales para ganado bovino”

POR

KARLA IVONNE LUNA MEDINA

TESIS

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

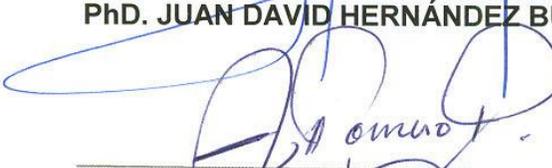
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

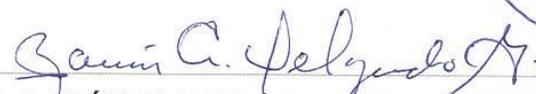

PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

ASESOR:


MC. JAIME ISAÍAS ROMERO PAREDES RUBIO

ASESOR:


MC. ARACELY ZÚNIGA SERRANO


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZALEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE 2017

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS

Por tantas bendiciones en mi vida, por nunca soltarme de su mano y por darme la dicha de cumplir mis sueños y anhelos.

A Mis Padres

José Luis Luna Benítez y Rosa María Medina Martínez por darme la vida, brindarme su apoyo incondicional, por su sacrificio, sus consejos y su grande amor.

A Mi Asesor

El Dr. Juan David Hernández Bustamante por apoyarme a lo largo de mi licenciatura, por compartir sus conocimientos, su colaboración y asesoramiento para la realización de este trabajo, además de su amistad y consejos. Lo aprecio mucho.

A Mi Asesora

MC. Aracely Zúñiga Serrano por compartirme de sus conocimientos, por ser una gran amiga y maestra

A Mis Catedráticos

A todos los que me compartieron de su sabiduría y conocimientos, que contribuyeron con mi desarrollo profesional.

A Mis Amigos

Por todos esos buenos momentos compartidos y por su amistad.

A Mi Alma Mater

Por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, por ser mí segundo hogar.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a las personas que más amo y han sido parte importante de mi vida:

A Mis Padres José Luis Luna Benítez y Rosa María Medina Martínez quienes con sacrificio tratan de darnos siempre lo mejor, que siempre me motivaron a seguir adelante a pesar de los obstáculos, y estuvieron en cada triunfo para seguir apoyándome, y en cada caída para extenderme su mano, los amo infinitamente, que DIOS los bendiga siempre. Gracias.

A Mis Hermanas Sandra Rocío Luna Medina y Cynthia Paola Luna Medina quienes se desvelaron en muchas ocasiones conmigo, gracias, con esfuerzo todo es posible, las amo.

A Mi Mamá Tomis y Mi Tía Gabriela que siempre están pendientes de mí y mis hermanas, que son mis segundas madres, gracias por apoyarme.

A Mi Amor Rigoberto Ríos Ocampo, por su colaboración en la realización de este trabajo, por su comprensión, consejos, pero sobre todo por su amor. Te amo.

A Mi Mejor Amiga Andrea Elena Nava Juárez, por ser más que una amiga mi hermana de otra madre, compañera de locuras y tristezas, por enseñarme que las amistades incondicionales existen, simplemente gracias por estar, te quiero mucho.

A Dolly, Toffy y Pequeña que llegaron a mi vida a brindarme tantas alegrías y sobre todo a enseñarme como ser una mejor persona. Gracias

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la digestibilidad *in situ* de la materia seca de tres alimentos: un subproducto avícola peletizado, de salvado de trigo y de residuos de tenería (carnaza). El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Se utilizó un bovino fistulado de rumen con un peso aproximado de 500 kg. Se determinó con la técnica de la bolsa de nylon, a diferentes tiempos de incubación (0, 4, 8, 12, 24 y 48 horas).

Se observó que estos alimentos durante las horas 4 y 8, no obtuvieron la digestibilidad esperada que era por encima del 60%, no fue hasta la hora 48 cuando se muestran resultados satisfactorios del A1.- 63.12%, A2.- 61.91% y A3.- 81.10%. Por lo que se concluye que estos alimentos no poseen altos porcentajes de digestibilidad *in situ*.

Palabras claves: Digestibilidad *in situ*, subproducto avícola, salvado de trigo, carnaza, bovino.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE CUADROS	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. PROTEMAX 38 ®	5
4.2. Peletes.....	5
4.3. La pollinaza.....	6
4.4. La melaza	6
4.5. El grano de maíz.....	7
4.6. Pastas de oleaginosas	9
4.7. D.D.G'S.....	9
4.8. Carnaza.....	10
4.8.1. Infectividad de Tejido.....	12
4.9. Salvado de trigo	12
4.10. Digestibilidad.....	14
4.10.1. Digestibilidad in vivo	15
4.10.2. Descripción de la técnica <i>in situ</i>	18
4.10.3. Digestibilidad <i>in vitro</i>	21
4.11. Técnica de producción de gases	23
V. MATERIALES Y METODOS.....	24
5.1. Procedimiento de la técnica in situ, descrita por Orskov y McDonald (1979) citados por Orskov <i>et al.</i> , (1980)	25
VI. RESULTADOS	29
6.1. PROTEMAX 38 ®	29
6.2. SALVADO DE TRIGO.....	30

6.3. Carnaza.....	31
VII. DISCUSION.....	32
7.1. PROTEMAX 38®	32
7.2. Salvado de trigo	34
7.3. Carnaza.....	36
VIII. CONCLUSIÓN.....	40
8.1. PROTEMAX 38®	40
8.2. Salvado de trigo	40
IX. LITERATURA CITADA.....	42

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ancla con bolsas de nylon que contienen muestras	28
Figura 2. Digestibilidad a diferentes horas de subproducto avícola	29
Figura 3. Digestibilidad a diferentes horas de salvado de trigo	30
Figura 4. Digestibilidad a diferentes horas de carnaza	31

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis químico bromatológico de subproducto avícola	26
Cuadro 2. Análisis químico bromatológico de salvado de trigo	27
Cuadro 3. Análisis químico bromatológico de carnaza	27
Cuadro 4. Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca de subproducto avícola	29
Cuadro 5. Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca de salvado de trigo	30
Cuadro 6. Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca de carnaza	31
Cuadro 7. Excreta de pollos de engorde	33

I. INTRODUCCIÓN

Un elemento clave dentro de los sistemas de producción con rumiantes es la nutrición, ya que el potencial productivo de un animal sólo puede expresarse en la medida que sus necesidades de mantenimiento estén cubiertas y quede un excedente disponible para ser transformado en producto (Araujo y Lachmann, 2009).

El sistema de producción de ganadería extensiva es el más importante en la región Norte Centro de México. Por lo tanto, este sistema de producción también llamado vaca-cría es el que produce becerros para exportación y animales para el abasto de consumo nacional. Se utilizan recursos naturales cuya vocación es la ganadería y no para la agricultura u otra actividad. Sin embargo depende en gran medida de la calidad y cantidad de forraje disponible, así como la innovación de la tecnología que se practica por los ganaderos (Jurado, 2010 citado por Martínez *et al.*, 2010).

Los recursos forrajeros que crecen de manera natural constituyen la fuente de alimentación más económica de la que dispone un productor para mantener a sus animales (Rodríguez, 2014). Sin embargo, Estudios actuales mencionan que el 95% de los pastizales naturales y el 70% de los matorrales de México están sobrepastoreados (Cervantes *et al.*, 2015).

En el norte de México se localizan dos extensas regiones consideradas como las más áridas , conocidas como Desierto Chihuahuense y Desierto Sonorense, que ocupan aproximadamente el 50% del territorio nacional (Rodríguez, 2014). El Desierto Chihuahuense, abarca principalmente los Estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí y Nuevo León, estados de gran importancia ganadera

(Cervantes *et al.*, 2015). Cuenta con una flora caracterizada por diversos tipos de matorrales xerófilos y pastizales (Araujo y Lachmann, 2009).

Uno de los mayores problemas para la alimentación de rumiantes en agostaderos, es la disminución de la producción de forraje durante el periodo de estiaje, limitada por la baja disponibilidad de nutrientes todo esto dado en consecuencia por el poco crecimiento y mala calidad de los pastos con una alta variabilidad de calidad de forraje a través del año (Ledezma, 2003 citado por Rodríguez, 2014), lo que provoca bajos rendimientos de carne por hectárea (Rodríguez, 2014).

No llenar los requerimientos provoca que se presenten problemas nutricionales, que traen como consecuencia desequilibrios orgánicos e impiden que el animal tenga un buen desempeño productivo (INATEC, 2016).

Para disminuir o corregir estas deficiencias nutricionales algunos ganaderos recurren al uso de alimentos concentrados. Sin embargo analizar los alimentos base es de suma importancia para caracterizarlos nutricionalmente y para seleccionar mejor los suplementos a utilizar, como para garantizar la calidad de productos formulados comercialmente; como el caso de los concentrados energéticos.

Las actividades agropecuarias y agroindustriales dan origen a una serie muy amplia de esquilmos y subproductos que se pueden emplear de diversas maneras para formular alimentos para los animales. La cantidad anual de esquilmos oscila alrededor de 45 millones de toneladas de materia seca para los diez principales cultivos (maíz, sorgo, trigo, frijol, arroz, cebada, soya, algodón, cártamo y ajonjolí). Los esquilmos agrícolas, por lo general, contienen más de 30% de fibra, su proteína total es inferior al 7% y su digestibilidad es menor a 55%. Si se usan como única fuente de alimento, normalmente

se presentarán pérdidas considerables, aunque variables, de peso y de condición corporal en el ganado (González, 2016).

Una dieta balanceada, especialmente para animales con altos niveles de producción, necesariamente requiere de suplementos energéticos y proteicos que cubran sus necesidades (Orskov, 1990 citado por Velásquez, 2007).

La inclusión de fuentes de energía como grano (almidón) o melaza (carbohidratos solubles en agua), para suplementar al ganado en pastoreo o aumentar la densidad energética de raciones altas en forraje, puede reducir la digestibilidad de la fibra (Michelle, 2009).

En México se están utilizando alimentos comerciales que se elaboran usando ingredientes que se encuentran disponibles en cada región del país.

El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal (Gallardo, 2012). Durante el periodo 1996-2006 ocupó el 51% de la superficie sembrada y cosechada totales en promedio anual; generó el 7.4% del volumen de producción agrícola total. La demanda de maíz grano por parte del sector pecuario representa el 51% equivalente a 12.7 millones de toneladas del total ofertado (24.9 millones de toneladas). Dentro de la industria de alimentos procesados hay que distinguir la que es independiente y la integrada. La independiente es aquella que se dedica solamente a la producción de alimento balanceado para su venta a otras industrias (Cruz *et al.*, 2012).

El peletizado se ha convertido en una de las técnicas más comunes en el procesamiento de los alimentos balanceados (Machinery y Zhou, 2013).

Como resultado de esto, el análisis de alimentos se lleva a cabo usando técnicas, que intentan predecir alguno de los tres parámetros que constituyen la performance animal: el consumo, la digestibilidad y la eficiencia de utilización (Cherney, 2000).

II. OBJETIVOS

- Medir la digestibilidad *in situ* de la materia seca de Protemax38 ®, Salvado de trigo y carnaza.

III. HIPOTESIS

Se espera observar una digestibilidad mayor del 60 %, de los tres alimentos ofrecidos (Protemax 38®, Salvado de trigo y Carnaza)

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Actualmente destaca la alimentación animal mediante pellets. Presenta una elevada digestibilidad, no obstante en su estado fresco presenta dos problemas fundamentales: la aceptabilidad que depende en gran medida de la especie de la que es obtenida y el elevado contenido de agua que presenta limitaciones en relación al transporte, conservación y suministro (Agrowaste, 2013).

4.1. PROTEMAX 38 ®

Protemax38 es un suplemento alimenticio en forma de pellet para adicionarse a las raciones de bovinos, caprinos y ovinos de reemplazo. Está compuesto de maíz y/o sorgo molido, pastas oleaginosas, pollinaza sanitizada, granos secos de destilería con solubles (DDGS), urea, melaza de caña, aromatizante, saborizante sintético de fresa, coco, anís, canela.

4.2. Peletes

Tienen muchas ventajas sobre el resto de los alimentos balanceados, ya que tienen menos polvo, proporciona una nutrición más equilibrada, aumenta el consumo de alimento, es fácil de almacenar y transportar (Machinery, 2013) además se incrementa la velocidad de paso a través del tubo digestivo (González, 2016). El proceso de peletización se define como el moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o pellets, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad. El pellet mejora el crecimiento y la conversión alimenticia de los animales (Paulino, 2013).

4.3. La pollinaza

Es una mezcla heterogénea, compuesta por la cama de los galerones, excretas, residuos de alimento y plumas, por lo que su composición nutricional es variable (Rojas *et al.*, 2001).

La pollinaza es un recurso abundante y económico cuyo uso se ha extendido en los últimos años. Generalmente se utiliza como fuente de proteína, en combinación con otros alimentos y forrajes deficientes en proteína. Por su alto contenido de minerales la pollinaza puede ser utilizada como suplemento mineral (INIFAP, 2007). Para aumentar la gustocidad y el consumo de las dietas a base de pollinaza, se puede mezclar con maíz, sorgo, melaza, salvado de trigo o cascarilla de soya (UGRJ, 2017).

4.4. La melaza

Ha sido suministrada al ganado de carne y de leche por muchos años, principalmente como aditivo para incrementar la gustocidad o facilitar la reducción a comprimidos de las raciones convencionales mezclados en seco (Fajardo y Sarmiento, 2007). Existen muchos tipos de melaza (SIRP, 2000). Desde la que contiene todo el azúcar (rica), hasta la que resulta al completar el proceso de extracción en el ingenio (final) (Martin, 2004). La melaza residual o melaza final es el subproducto de la industria azucarera del cual se ha substraído el máximo de azúcar. Cuando se emplea la palabra melaza sin especificación, se suele referir a la melaza residual. La melaza de caña para pienso es melaza residual diluida en agua hasta un Brix normal de 79,5. El peso específico de la melaza se indica por el valor Brix en grados. A 79,5 Brix, la melaza pesa 1,39 kg por litro (SIRP, 2000). El término Brix es usado para indicar la gravedad específica. Las lecturas

en Brix se usan en la comercialización. Cuando las lecturas en Brix son usadas en soluciones puras de azúcar, estas indican el porcentaje de azúcares por peso. Sin embargo, la melaza contiene, además de azúcar, ciertos minerales, gomas y otros materiales extraños por lo que las lecturas en Brix, no es un indicador verdadero del total de azúcar o sólidos totales (Michelle, 2009).

La melaza obtenida de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es un insumo usado para complementar las raciones alimenticias; ya que, presenta alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles (Araiza *et al.*, 2013). Contiene de 26 a 40% de sacarosa y de 12 a 25% de azúcares reductores, con un contenido total de azúcar de más de 50 a 60% (SAGARPA, 2016). La melaza caliente es más fácil de bombear, se mezcla más rápidamente con otros ingredientes (Michelle, 2009). Elimina la formación de polvos durante la alimentación del ganado, actúa como aglomerante y facilita la formación de pellets (SAGARPA, 2016).

4.5. El grano de maíz

Entero es prácticamente indigestible en rumen, y en el intestino, por lo tanto, si se suministra entero la única manera de exponer el almidón al ataque microbiano y a las enzimas digestivas es a través del procesamiento por la masticación que el animal realice durante la ingestión y la rumia. Si bien el grano de maíz entero puede ser suficientemente dañado durante la masticación, el grado de ruptura que sufre el grano durante dicha masticación, dependería de la edad de los animales. Los animales jóvenes muestran una mayor digestibilidad del almidón y menor cantidad de granos enteros en

las heces con respecto a los adultos, indicando que la masticación es más eficiente (Elizalde *et al.*, 2003).

Orskov (1990) citado por Velásquez (2007) dice, que en el procesamiento de los granos, el grado de tratamiento óptimo es aquel con el que se obtiene una digestibilidad aceptable, próxima a la óptima, de modo que un procesado de mayor intensidad sólo perjudicaría más la digestión.

La molienda húmeda es fuente de gran diversidad de productos. Si bien el principal producto de la molienda húmeda es el almidón, otros subproductos de interés tecnológico y alimenticio son el *gluten feed* (gluten de maíz) y el *gluten meal* (*harina de gluten*) (Strecker y col., 1997 citado por Haros, 1999).

El proceso comienza con una maceración del grano con el fin de ablandarlo, seguido por operaciones de molienda y separación. Las fracciones tienen propiedades físicas diferentes por lo que pueden ser separadas por métodos basados en diferencias de densidad y tamaño de partícula. La característica básica de esta industria es lograr la separación de los principales componentes del maíz empleando grandes cantidades de agua, lo que la diferencia de la molienda seca de maíz, la cual puede ser comparada con la molienda de trigo (Lasseran, 1973 citado por Haros, 1999).

El *Corn Gluten Feed* (*Gluten de maíz*) es un producto derivado de la molienda húmeda del grano de maíz (GM), utilizado en dietas de animales de alta producción de carne y leche.

Se presenta en el mercado como una harina gruesa (seca o húmeda) o en pellets. Los pellets tienen la ventaja de facilidad de manejo y transporte, además su aptitud para

mezclado en mixer. Su presentación húmeda posee color amarillento claro, con sabor dulzón a cereales tostados y ligero olor a maíz fermentado (Fernández, 2014).

4.6. Pastas de oleaginosas

Las plantas oleaginosas constituyen uno de los grandes grupos de cultivos de mayor producción, investigación, experimentación y comercialización mundial; precisamente por ser plantas útiles, cuyas semillas, granos o frutos tienen un alto porcentaje de ácidos grasos y proteínas de alta calidad (SAGARPA, 2016).

Estas harinas contienen de 20% a 50% de proteína y menos de 18% de fibra cruda; son residuos que quedan después de extraer el aceite de las semillas de las oleaginosas y al ser molidas se obtienen las harinas tales como: Harina de soya, harina de ajonjolí y harina de girasol (INCE, 2006).

4.7. D.D.G'S

Desde mediados de 1940, los granos de destilería se utilizan como alimento para el ganado (Loosli *et al.*, 1952 citado por Herrera y Jordán, 2010). Los granos secos de destilería con solubles (DDGS, por sus siglas en inglés) (USGC, 2012), se obtienen mediante secado de los residuos del proceso de obtención de etanol como biocombustible, a partir de diversos ingredientes ricos en almidón. En la mayor parte de los procesos se utilizan cereales. 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 *et al.*, 2007).

4.8. Carnaza

La industria de la tenería enfocada para reducir el impacto de sus desechos y subproductos, ha buscado la manera de crear nuevas opciones para dar un uso adecuado a los desechos obtenidos de los primeros pasos de la manufactura de la piel de bovino.

La mayoría de los residuos sólidos corresponde a la piel defectuosa no procesada, trozos de cuero procesados y otros, que representan más de 150.000 toneladas por año en todo el mundo (Bermúdez, 2013 citado por Cardona *et al.*, 2015).

Estos desechos son ricos en nutrimentos proteicos, de tipo fibroso y corresponden a la estructura del tejido conectivo de los animales superiores que se encuentra en mayor cantidad en el área reticular de la dermis de los bovinos (Banks, 1980 citado por González 1998).

Las plantas que produzcan harinas a partir de subproductos de la tenería y curtiduría que pretendan emplearlas en la alimentación de rumiantes deberán garantizar una temperatura mínima de 133°C por un tiempo mínimo de 20 minutos a una presión de 3 bares de presión o su equivalente en otra unidad de medida para obtener la aprobación de su proceso por parte de la Secretaria (SAGARPA, 2009). En el Dictamen del grupo Ad Hoc se comenta que el proceso térmico recomendado por la FAO no destruye el prion, solamente reduce su infectividad (SAGARPA, 2009).

El proceso de los subproductos animales en general se hace especialmente importante tanto por la demanda en el mercado de la fabricación de alimentos balanceados para

animales, como por una adecuada disposición de los subproductos de los rastros, empacadoras, carnicerías y tenerías. El proceso de subproductos de tenería reviste debido a la especial importancia en la posibilidad de su aprovechamiento y que de alguna manera contribuye a remediar la falta de proteínas que existe en este país. Estos productos son deshidratados necesariamente en secadoras rotatorias ya que el costo de mantenimiento de otros equipos lo hacen poco rentables (Mendizábal, 1994).

El uso de estas proteínas en la alimentación de rumiantes permite disminuir los costos de alimentación del ganado, lo que deriva en costos de producción de carne y Leche más bajos y su correspondiente precio de venta al consumidor final, además de disminuir las cantidades de importación de productos sustitutos y permitir el reciclado de más de 6, 000,000 Kilos mensuales de Subproductos y Desperdicios de tenería únicamente en el área de la ciudad de León, Gto. (SAGARPA, 2009)

El uso potencial de estos desechos proteicos no ha sido debidamente explotado, ya que su bajo costo y el contenido de aminoácidos que posee, son adecuados para ser usados como fuente de proteína. Ya sea para enriquecer las dietas de ganado bovino, o como materia prima para la obtención de aminoácidos e hidrolizados, también pueden ser utilizados en la industria de la alimentación, como complementos alimenticios, suplementos o potenciadores de sabor, y productos no alimenticios como fertilizantes, adhesivos, y a la industria farmacéutica. Esto da una idea del campo tan extenso donde estos subproductos pueden ser utilizados (González, 1998).

4.8.1. Infectividad de Tejido

El Manual Técnico para el reconocimiento de Encefalopatía Espongiforme Bovina EEB o BSE (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Regional para América latina y el Caribe, FAO. Septiembre 2003 citado por SAGARPA, 2009) en su página 55 reconoce que existen más de 40 tejidos en los cuales no se ha detectado infecciosidad, incluso en animales clínicamente afectados, poniendo como ejemplo a la piel. Mientras que en su página 35 nos dice que es altamente improbable la presencia de la enfermedad en América Latina y que una de las formas en que los países libres de EEB pudieran ser afectados serían la importación de animales vivos o de piensos contaminados procedentes de países con EEB (SAGARPA, 2009).

La OIE tampoco considera a las pieles de rumiantes como factor de transmisión de EET's y de hecho las excluye, al igual que los productos elaborados con las mismas de la normatividad en cuanto a EEB (Código Sanitario para los Animales Terrestres - 2008 Cap. 11.6) (SAGARPA, 2009).

4.9. Salvado de trigo

El afrechillo de trigo puede definirse como un alimento de tipo energético-proteico, con valores intermedios tanto de energía como proteínas. Puesto que es un subproducto de la extracción de harina (almidón) el residuo que le confiere el valor energético deriva fundamentalmente de la fibra de la cubierta de los granos (Gallardo, 2003).

En el proceso típico de molienda del trigo para producir harina para consumo humano, se obtiene un rendimiento de 72% de harina y 28% de subproductos (Chandler, 1999 citado por Vargas, 2000). En Costa Rica, ese 28% de subproductos para consumo

animal represento 58.000 toneladas toneladas. Estos subproductos contienen la mayor cantidad de nutrimentos presentes en el gano de trigo (Blasi *et al.*, 1995; Chandler 1999 citados por Vargas 2000).

En la industria de alimentos balanceados existe un problema para la identificación correcta para los subproductos de trigo, debido a que la industria de la molienda del grano de trigo, mezcla los diferentes subproductos del proceso según se requiera, o bien, varia el grado de extracción o el tipo por procesar, lo que se traduce en cambios en la composición química, biológica y física de los subproductos (Vargas, 2000).

Diferentes subproductos obtenidos del grano de trigo entero, están constituidos básicamente de las mismas estructuras celulares difiriendo únicamente en el tamaño y distribución de las mismas; diferentes porcentajes de partículas de endosperma, células epidérmicas, testa etc., se encuentran en cada uno de los subproductos (Murillo y Vargas, 1978).

La calidad energética de estos dependerá del grado de tecnología aplicada en el proceso de obtención de las harinas, a medida que la extracción es más eficiente menor contenido en almidón tendrá el afrechillo, y por ende de energía (Fernández, 2014).

En general, los afrechos y afrechillos de trigo tienen un porcentaje proteico que varía entre los 14 al 17%, niveles medios de energía (2.2 a 2.6 Mcal EM/kg de MS), y un contenido en fibra bruta que alcanza los 18 al 20%. El nivel en vitaminas hidrosolubles suele ser alto (excepto niacina), al igual que en minerales como fósforo, magnesio y manganeso (Fernández, 2014).

4.10. Digestibilidad

Shimada (2003), define la digestibilidad como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere (desaparece) en su paso por el tubo gastrointestinal.

La digestibilidad varía por los factores propios del alimento, los animales que lo consumen o por ambas cosas. Esta puede aumentar mediante procesos como son el molido, el rolado y la formación de pastillas y hojuelas, sin embargo esto incrementa también la velocidad a la que pasa el alimento por el tubo gastrointestinal (Shimada, 2003). La cantidad y calidad de nutrimentos específicos y la relación que entre ellos guardan en un alimento dado, determinan de hecho la digestibilidad (Águila, 2001).

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales (Giraldo *et al.*, 2006 citado por Araiza *et al.*, 2013).

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. Por lo tanto, métodos precisos y prácticos para la evaluación del valor nutricional de los forrajes son de reconocida importancia (Posada y Noguera, 2005 citado por Reyes, 2012).

Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos in vivo, in situ e in vitro (Reyes, 2012).

4.10.1. Digestibilidad in vivo

Este método denominado también, de digestibilidad aparente por colección total de heces fecales (Reyes, 2012) se estima bajo cierto número de animales (Lachmann et al., 2009 citado por García *et al.*, 2009).

La digestibilidad in vivo, se ve alterada por: la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento y la eficiencia metabólica animal, también son consideradas las condiciones ambientales. Para la determinación del coeficiente de digestibilidad *in vivo*, se han utilizado varios métodos, dentro de ellos, los más importantes son el de colección total de heces (CTH) y el de las proporciones utilizando indicadores. El método CTH, es el más confiable, ya que involucra factores directos del alimento con el animal. Lo ofrecido al animal, lo rechazado y muestras de heces son analizados en laboratorio y así, determinar la digestibilidad del nutriente en cuestión (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

Lascano et al. (1990) citado por Reyes (2012), señalaron que tanto en ovinos como en bovinos se pueden usar jaulas individuales metabólicas, que permitan la colección de heces, ya sea por medio de separadores o con el uso de bolsas colectoras. La digestibilidad determinada por este método se expresa habitualmente como digestibilidad aparente o real según las siguientes ecuaciones (Lascano et al., 1990; García *et al.*, (2008) citados por Reyes, 2012):

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

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

Cantidad de alimento ingerido

Este índice sólo estima la digestibilidad del nutriente ingerido, ya que el hecho de no aparecer en las heces no significa que haya sido asimilado, sino que parte del alimento ingerido puede haberse eliminado de otra manera (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

En el caso de bovinos productores de leche o de carne se hace más difícil llevar a cabo una prueba *in vivo* (Pérez, 2008).

Una alternativa es la colección parcial de las heces, pero incluyendo algún tipo de marcador. Existen marcadores externos e internos los cuales son sustancias que no son absorbidas por el animal, no tienen efecto en la digestión y son fáciles de medir; los marcadores externos se adicionan a la dieta y se recolectan en las heces. Los marcadores internos se encuentran en el alimento, cenizas insoluble en ácido es considerado un marcador interno (Thonney, 1984 citado por Pérez, 2008).

Los indicadores permiten tener referencias de aspectos físicos, como la tasa de pasaje o químicos, como hidrólisis y absorción, estimando cuantitativa y cualitativamente la información nutricional en sistemas donde la colección de heces se vuelve complicada (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

Un indicador debe de ser inerte y no tóxico, no tener efectos fisiológicos, no ser absorbido ni metabolizado en su paso por el tracto digestivo y debe ser recuperado completamente tanto de materias primas como de alimentos procesados, debe mezclarse bien con el alimento y mantenerse uniformemente distribuido en la digesta, no tener influencia sobre las secreciones alimentarias, digestión, absorción, motilidad del

tracto digestivo o sobre la excreción, no tener efecto sobre la microflora del tracto digestivo del hospedero; además debe tener cualidades que permitan su medición precisa y ser barato (Rodríguez *et al.*, 2007 citado por García *et al.*, 2009). Como el indicador ideal no existe, se considera que cumpla sólo con la indigestibilidad, la recuperación completa y la fácil medición del material, además de no afectar al animal, no interferir la digestibilidad del alimento y debe contar con un método específico y sensible para su determinación (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

Dentro de diversas clasificaciones que han tenido los indicadores, la más común es que existen internos y externos. Los internos son aquellos constituyentes naturales del alimento, que no son digeridos ni absorbidos por el animal (lignina), o que se digieren en muy poco. La ventaja de ellos es que no es necesaria la preparación del marcador. Los externos (óxido de cromo), son sustancias químicas que se suministran al animal directamente con la ración, en cápsulas (oral), en soluciones o incluso directamente en el rumen, cumpliendo la misma función que los internos (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

El número de animales a seleccionar en el momento de realizar ensayos de digestibilidad, ya sea en condiciones de pastoreo o en confinamiento, debe ser una muestra representativa, ya que de esta manera las variaciones individuales se reducen. El paso a seguir luego de la selección, es el período de acostumbramiento del animal, el cual tiene como fin limpiar el aparato digestivo de residuos alimenticios consumidos antes de comenzar el ensayo, de tal modo que el animal se acostumbre a su nueva dieta y al manejo diario (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

Las muestras fecales se toman luego de ser excretadas, o rectalmente, según el marcador empleado, a intervalos iguales, dependiendo del momento de administración del indicador y la excreción del mismo (Lachmann *et al.*, 2009 citado por García *et al.*, 2009).

4.10.2. Descripción de la técnica *in situ*.

El principio del método *in situ* o *in sacco* (Hvelpiund y Weisbjerg, 2000; Valderrama, 1993 citados por Velásquez 2007) ha sido adoptado como un método estándar para determinar el grado y la tasa de degradación ruminal de la materia seca (ms) y de la proteína de los alimentos para rumiantes (Orskov, 2000 citado por González *et al.*, 2015).

El método *in situ* se asemeja al método *in vivo* en todo, excepto en la falta de masticación, la rumia y el paso del alimento a través del tracto posterior (González *et al.*, 2015)

Dicha técnica involucra la incubación del sustrato en bolsas de nylon dentro del rumen de animales fistulados, obteniéndose a intervalos de tiempo la información del rango de fermentación, midiéndose la pérdida de ms y de proteína de la bolsa. Esta técnica puede también predecir relativamente bien el consumo voluntario y la digestibilidad de un alimento (Orskov, 2000 citado por González *et al.*, 2015), adicionando un tratamiento matemático que permite calcular constantes para las tasas de digestión y definir o cuantificar la degradación ruminal de diferentes fracciones (Valderrama, 1993 citado por Velásquez, 2007) y ha contribuido extensivamente a mejorar el entendimiento del aporte de nitrógeno (N) al rumiante y sus microbios (González *et al.*, 2015).

Los animales pueden ser bovinos, ovinos o caprinos (Orskov, 2000 citado por Velásquez, 2007).

La dieta es el principal factor que determina la cantidad y tipo de microorganismos que se encuentran en el rumen y, por lo tanto, el grado de digestión de los nutrimentos dietarios; por ejemplo, la alimentación con dietas altas en concentrados con un elevado contenido de carbohidratos fermentables reduce el pH ruminal y causa un cambio en la población microbiana, aumentando los organismos amilolíticos y disminuyendo celulolíticos (Lindberg, 1981 citado por González *et al.*, 2015).

Debido a que las muestras de alimento que se someten a pruebas de digestibilidad *in situ* están en íntimo contacto con los microorganismos ruminales, es muy importante que se encuentren en el rumen aquellos capaces de digerir el tipo de alimento evaluado, por lo cual es necesario proporcionar una dieta adecuada para favorecer su crecimiento (Nocek, 1988 citado por González *et al.*, 2015).

La dieta debe tener como base pradera o heno de leguminosa. El material de las bolsas debe ser de poliéster (dacrón) o nylon (Hvelpiund y Weisbjerg, 2000 citado por Velásquez, 2007).

Los poros de la bolsa deben permitir la entrada del líquido ruminal y los microorganismos, pero deberán ser lo suficientemente pequeños para minimizar las pérdidas de material sin degradar, a la vez que permitan una adecuada actividad microbiana y así se eviten obstrucciones. La elección de la porosidad de la bolsa repercute en la relación entre la pérdida de partículas de alimento no degradadas y el movimiento de los microorganismos a través de la bolsa. Un tamaño de poro entre 40-60

μm es adoptado como estándar (Orskov, 1992; Michalet-Doreau y Ould-Bah, 1992 citado por González *et al.*, 2015).

La muestra incubada debe ser capaz de moverse libremente dentro de la bolsa, con el objetivo de evitar microambientes que afecten la repetibilidad del análisis (Michalet-Doreau y Ould-Bah, 1992; Orskov, 1992 citados por González *et al.*, 2015). Hvpelpiund y Weisbjerg (2000) citados por Velásquez (2007), destacan la importancia del tamaño de la muestra, concluyendo que la relación más apropiada va de 10-15 mg de material/cm² de superficie de la bolsa. Otro aspecto a considerar en el tamaño de la muestra es la cantidad requerida para su posterior análisis; asimismo, el número de bolsas a emplear en un mismo tiempo dependerá de la especie de animal canulado (González *et al.*, 2015). Es por ello que Nocek (1988) citado por González *et al.*, (2015) sugiere, aunque varía con el tipo de alimento, un tamaño de muestra de 10 a 20 mg/cm² de superficie de bolsa, debido a que, por lo general, provee suficiente residuo al finalizar la incubación en el rumen para poder llevar a cabo análisis químicos posteriores.

La acumulación de gas puede afectar la digestibilidad *in situ* del alimento, ya que puede causar que las bolsas floten, lo que impide su libre movimiento dentro del rumen y limita cualquier acción mecánica causada por los movimientos ruminales. También puede reducir el flujo de líquido ruminal en la bolsa y la entrada de sustancias y microorganismos para digerir el alimento (González *et al.*, 2015).

La técnica *in situ* o también llamada de la bolsa de nylon (Orskov *et al.*, 1980 citado por Reyes, 2012) 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 (Reyes, 2012).

Esta técnica ha mostrado un buen grado de asociación con el consumo y la digestibilidad para alimentos como forrajes frescos y henos (Orskov, 2000 citado por Reyes, 2012).

La digestibilidad *in situ* de la materia seca se estima con la siguiente ecuación (Orskov, 2000; García et al., 2008 citados por Reyes, 2012):

$$\text{Digestibilidad } \textit{in situ} (\%) = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100}{\text{Peso inicial}}$$

4.10.3. Digestibilidad *in vitro*

Las técnicas *in vitro* empleadas en estudios de cinética de digestión, basadas en análisis de residuos no digeridos o fermentados, a diferentes tiempos de incubación, presentan una serie de desventajas, entre las que se puede mencionar, alto costo, no es posible determinar el rol de los componentes solubles del forraje y es muy difícil el estudio de las fases tempranas de fermentación (Bruni y Chilbroste, 2001 citados por Reyes, 2012).

Los métodos *in vitro* que han sido utilizados más ampliamente desde su introducción en 1963 son el de Tilley y Terry y el de Van Soest y colaboradores en 1966 (Giraldo et al., 2007), ya que permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido (Van Soest, 1994 citado por Bochi-Brum et al., 1999).

La digestibilidad in vitro es un método, que se basa en el principio de someter una muestra de alimento (forraje o grano) en un recipiente a la acción de inóculo de líquido ruminal, con el fin de simular las condiciones que ocurren en el rumen (Bruni y Chilibroste, 2001 citados por Reyes, 2012).

Para obtener el líquido ruminal se quita la tapa de la cánula ruminal y con la mano se retira toda la ingesta húmeda de la parte media, si se están utilizando novillos se puede usar un bastón con un vaso de acero inoxidable soldado para facilitar esta operación. El líquido obtenido se filtra con la ayuda de un embudo provisto de cuatro capas de gasa; la ingesta se exprime y el bagazo seco se desecha. De esta manera deberán obtenerse aproximadamente tres veces el volumen necesario para la determinación. La necesidad de un termo dependerá de la distancia que haya de los corrales al laboratorio, ya que con práctica las actividades descritas pueden realizarse en 15 minutos. Deberá tenerse cuidado en que el líquido tenga contacto con el aire el menor tiempo posible. Ya en el laboratorio el líquido puede volverse a filtrar a través de ocho capas de gasa y se pasa a un frasco precalentado a 39° C en baño maría. Se tapa el frasco y se deja reposar en el baño hasta que se separen dos capas, con una manguera y por succión se toma la parte inferior la cantidad de inóculo necesaria para realizar a determinación (Llamas y Tejada, 1990 citados por Estrada, 2003)

Después de un determinado tiempo se mide la cantidad de materia seca, materia orgánica o celulosa que ha desaparecido durante la incubación, la proporción desaparecida se denomina digestibilidad in vitro (Bruni y Chilibroste, 2001 citados por Reyes, 2012).

4.11. Técnica de producción de gases

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 citado por Reyes, 2012).

Este sistema presenta la ventaja de que el producto final que se mide (gas) es resultado directo del metabolismo microbiano, en lugar de registrar la desaparición de sustrato. Una segunda ventaja es que la formación de productos finales de la fermentación, pueden ser monitoreado a intervalos cortos de tiempo y por lo tanto la cinética de fermentación puede ser descrita con precisión. La técnica de producción de gas aparece como un sistema *in vitro* de alta capacidad operativa y bajo costo, en la cual los perfiles de producción de gas pueden ser generados utilizando sistemas semi o totalmente automatizados. La determinación de los productos finales de la fermentación y los residuos no fermentados, en conjunto con los perfiles de producción de gas, permite estimar la tasa, extensión y eficiencia de la fermentación (Bruni y Chilbroste, 2001 citados por Reyes, 2012).

V. MATERIALES Y METODOS

La prueba experimental se desarrolló en la Unidad de Centro de Biotecnología de la Reproducción y en el Laboratorio de Nutrición, del Departamento de producción animal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón Coahuila, México, con coordenadas geográficas 103 25' 57" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y 25 31' 11" de latitud norte, con una altura de 1,123 msnm (CNA, 2005). La duración de estudio en su fase experimental fue de aproximadamente 30 días.

Se utilizó una vaca Holstein con un peso de 500 kg, fistulada en el rumen, dispuesta con una cánula de silicona con un diámetro de 11 cm para separar el ambiente interno del animal con el exterior, la cánula es sellada con una tapa insertada a presión, que podía ser retirarla cada vez que se desee (Velásquez, 2007).

La alimentación de la vaca consistió en una dieta a base de heno de alfalfa. La dieta se ofreció diariamente en dos tomas (9:00 y 19 h), durante el período de evaluación con el fin de mantener una microflora ruminal estable y evitar incurrir en errores de digestibilidad del alimento fermentado (Hvelpiund y Weisbjerg, 2000 citado por Velásquez, 2007).

El animal tuvo libre acceso al agua a toda hora del día.

Los subproductos alimenticios (ingredientes) a ser evaluados fueron:

A1.- Protemax38, A2.- Salvado de trigo, A3.- Carnaza

Se prepararon tres tratamientos provenientes de cada alimento utilizado.

5.1. Procedimiento de la técnica in situ, descrita por Orskov y McDonald (1979) citados por Orskov *et al.*, (1980), que en términos generales consiste en lo siguiente:

La digestibilidad de materia seca del Protemax38, salvado de trigo y carnaza se determinó usando la técnica in situ de la bolsa de nylon (10 x 20 cm y tamaño de poro de 53 μ) a 0, 4, 8, 12, 24, y 48 h de incubación. Estas bolsas se secaron previamente a 101°C por 24 horas, para llevarlas a peso constante y en cada una ya identificadas se colocaron del A1.- entre 20 y 21.301 g, A2.- de 14 a 16.763 g, A3.- entre 14 y 16.434 g. Por tres repeticiones en cada hora. Se sujetaron con ligas de hule y argollas de acero a una soga suspendida con un trozo de metal a manera de contra peso (ancla), para garantizar que las muestras estuvieran inmersas en el saco ventral del rumen. La inclusión de un peso adicional en las bolsas, a manera de contrapeso, no parece tener mayor importancia (Michalet-Doreau y Ould-Bah citado por González *et al.*, 2015). Las bolsas pertenecientes a la hora cero se reintrodujeron y se sacaron de inmediato con la finalidad de solo humedecerlas con liquido ruminal, las otras muestras se retiraron del rumen a su hora correspondiente, se lavaron a chorro circulante con agua corriente a baja presión, hasta que el agua salió totalmente cristalina, las bolsas con los residuos del alimento se introdujeron en una estufa de desecación a 101° C durante 24 h.

La digestibilidad in situ de la materia seca se estima con la siguiente ecuación: (Orskov, 2000; García *et al.*, 2008 citado por Reyes, 2012).

$$\text{Digestibilidad in situ \%} = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final})}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Cuadro 1. Análisis químico bromatológico de subproducto avícola ProteMAX 38®

PROTEINA	38%MIN
GRASA CRUDA	1.50% MIN
FIBRA CRUDA	10.50% MAX
CENIZAS	13.00% MAX
HÚMEDAD	12.00% MAX

Cuadro 2. Análisis químico bromatológico de Salvado de trigo

Humedad %	13.07 ± 1.09
Proteína Bruta %	16.48 ± 1.46
Grasa %	5.15 ± 1.85
Fibra Cruda %	10.26 ± 1.72
Extracto Libre de N %	50.56 ± 4.62
Cenizas	5.41 ± 1.04
Calcio mg/100	668 ± 15
Fósforo mg/100	193 ± 18

(Murillo y Vargas, 1978)

Cuadro 3. Análisis químico bromatológico de carnaza

Proteína Cruda	70% MIN.
Digestibilidad de la Proteína	80% MIN.
Proteína de sobrepaso ruminal	60% MIN.
Fibra Cruda	1.50% MÁX.
Cenizas	20% MÁX.
Humedad	10% MÁX.

(APELSA, 2012)



Figura 1. Ancla con las bolsas de nylon que contienen las muestras

VI. RESULTADOS

6.1. PROTEMAX 38 ®

Cuadro 4. Digestibilidad “*in situ*” de la materia seca de subproducto avícola

Hora muestra	% Digestibilidad
0	6.42
4	28.21
8	35.04
12	42.02
24	54.81
48	63.12

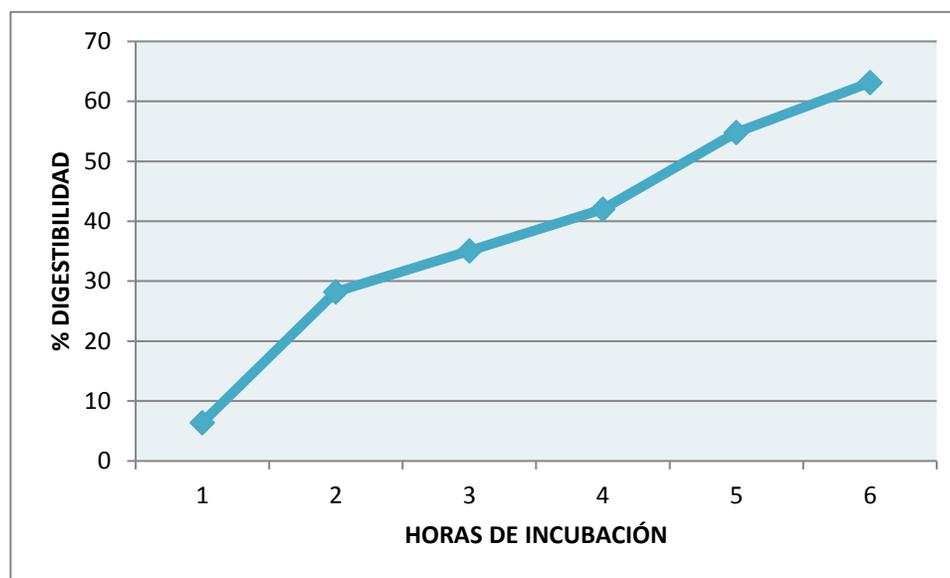


Figura 2. Digestibilidad a diferentes horas de subproducto avícola

6.2. SALVADO DE TRIGO

Cuadro 5. Digestibilidad “*in situ*” de la materia seca del salvado de trigo

Hora muestra	Promedio
0	7.90
4	26.29
8	37.15
12	46.41
24	51.83
48	61.91

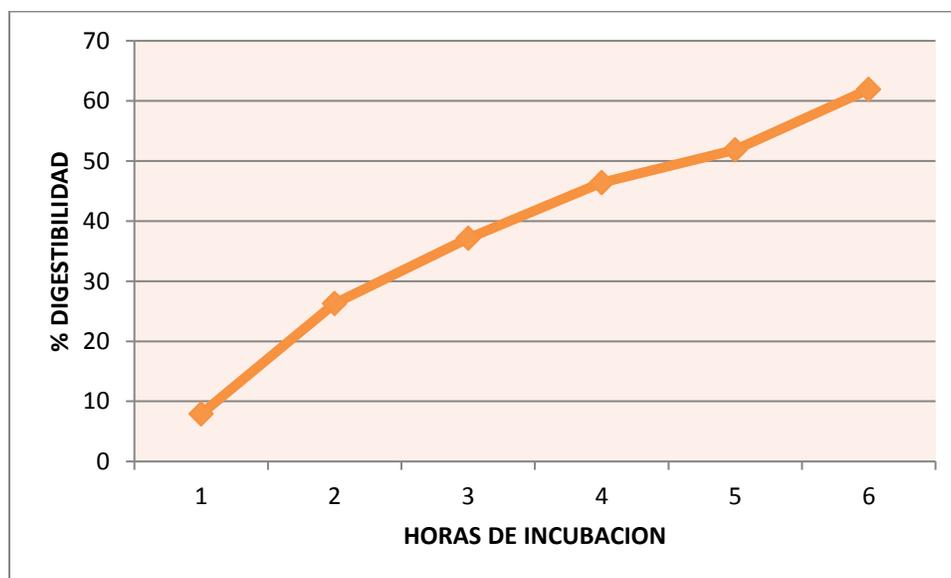


Figura 3. Digestibilidad a diferentes horas de salvado de trigo

6.3. Carnaza

Cuadro 6. Digestibilidad “*in situ*” de la materia seca de Carnaza

Hora muestra	Promedio
0	-1.40
4	7.58
8	20.32
12	27.27
24	56.02
48	81.10



Figura 4. Digestibilidad a diferentes horas de carnaza

VII. DISCUSION

7.1. PROTEMAX 38 ®

El valor nutritivo de la pollinaza es mayor que el de otras excretas de animales, pues son especialmente ricos en proteínas y minerales (García et al. 2007 citado por Carvajal y Martínez, 2016). Es rica en fósforo (aproximadamente 1.8%), además de calcio (3%) y otros minerales (Aguar et al. 1987; Moguel *et al.*, 1990 citados por Carvajal y Martínez, 2016). por lo que su empleo como fuente mineral es recomendable (Carvajal y Martínez, 2016).

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% (Flores, 1986 citado por Espinosa, 2010), de este el más importante es el ácido úrico (4 - 10%) (Ruiz, 1988 citado por Espinosa, 2010). El 50% del nitrógeno presente en la pollinaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco bajo en arginina, lisina, metionina y cistina (Avelar y Guevara, 2012)

Avelar y Guevara (2012) difieren en que el contenido de proteína cruda (PC) puede variar del 17% hasta 31% de acuerdo al tipo de cama utilizada. Sin embargo, su riqueza energética es baja, ya que depende del tipo de material fibroso que se haya utilizado como cama, así como de su contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina por lo que se sugiere mezclarlo con otra fuente energética (carbohidratos de fácil disponibilidad)

El contenido de proteína cruda de la pollinaza es de 21% en promedio. El contenido de proteína varía de acuerdo al tipo de cama que se utilice (Avelar y Guevara, 2012).

El material que se utiliza en la cama para los pollos, puede ser el aserrín de madera y la cascarilla de arroz o de soya, olote de maíz, etc. (Avelar y Guevara, 2012).

Cuadro 7. Excreta de pollos de Engorde

Proteína bruta	% 31.30
Proteína verdadera	% 26.70
Proteína digerible	% 23.30
Ceniza	% 15.00
Calcio	% 2.40

La digestibilidad aparente de la proteína presente en la pollinaza en promedio es del orden de 75% con variación de 65 a 82%. (Bhattacharya, A.N. 1975 y Fontenot J.P. 1974 citados por Vargas y Mata, 2013).

Las siguientes recomendaciones suponen que se cuenta con una pollinaza de alta calidad: 25% o más de proteína cruda (en base seca), 25% o menos de cenizas (en base seca) y 25% o menos de humedad. La pollinaza con más de 25% de cenizas no se debe utilizar en la alimentación del ganado (De la Cruz, 2013).

Se han realizado diversos estudios en cuanto a la utilización de cama de pollo en alimentación animal que permiten ver sus beneficios y desventajas.

Un estudio realizado por Rodríguez *et al.*, en el año 2000, demostró que al suplementar con 40 % de inclusión de pollinaza a toros en la fase final de la ceba, estos incrementaron 200 gr. adicionales de peso vivo por día, con un consumo superior que en el tratamiento con 60 % de cama de pollo y rendimientos de canal similares entre los dos grupos evaluados. Además, con la dieta que contenía menor nivel de inclusión, lograron un costo de producción inferior por unidad de ganancia de peso vivo (Ramírez y Jiménez, 2009).

Se estudiaron cantidades de 15%, 25%, y 35% de pollinaza en la dieta total, en raciones para ganado de engorda, con estos porcentajes lograron promedios diarios de ganancia de peso de 1285, 1188 y 998 gr/animal/día, respectivamente; las diferencias de ganancia de peso para los niveles 15 y 25 % de pollinaza con respecto al 35% fueron altamente significativas, donde el efecto negativo sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia se manifestó cuando la pollinaza sobrepasó el 25% de la dieta, posiblemente atribuido a un valor elevado de NNP y un bajo consumo de energía. Se concluye que al incrementar el nivel de pollinaza en el alimento, disminuye tanto el consumo de materia seca como la ganancia diaria de peso vivo. Este fenómeno se explica considerando que la pollinaza es un material que ha sido digerido previamente por otro animal por lo cual se reduce considerablemente la cantidad y digestibilidad de los nutrientes especiales de la proteína verdadera y la energía digestible (Avelar y Guevara, 2012)

Cuando la pollinaza se procesa adecuadamente, es una fuente segura y económica de proteína, minerales y energía para los rumiantes, por ello es posible utilizarla de manera efectiva en dietas de mantenimiento, crecimiento y finalización de rumiantes. Sin embargo, para suplementarla debe tener la menor cantidad posible de cenizas (suelo) y estar libre de metales, vidrio y otros materiales extraños (De la Cruz, 2013).

7.2. Salvado de trigo

El salvado de trigo está constituido por las partículas de mayor tamaño resultantes del procesamiento industrial del trigo (Murillo y Vargas, 1978).

En función de las diversas proporciones, el contenido de almidón aumenta desde un 20% de salvado hasta el 60% de la harina baja, el contenido en fibra disminuye

paralelamente desde un 10% hasta un 2% de fibra bruta, al igual que el del fósforo (desde 1.0 hasta 0.4%) mientras que el de proteína permanece relativamente estable (14.0%- 15.0%). En cualquier caso el valor nutricional viene definido no por la denominación sino por el contenido de almidón, y en su defecto, en fibra bruta (FEDNA, 2011).

Su principal componente es la fibra (35-40% FDN en salvado y tercerillas y 6-30% en harinillas), las características físicas de la fibra (tamaño de partícula, densidad, capacidad de retención de agua) son adecuadas para acelerar el tránsito digestivo, lo que es de interés en piensos de rumiantes. Los salvados son una buena fuente de ácido linoleico, que representa un 57% de la grasa total, y de minerales, ya que el 80% de los minerales del grano se encuentran en la capa de aleurona y en el pericarpio. Sin embargo debe tenerse en cuenta que su concentración es muy variable. Los subproductos de cereales tienen un contenido apreciable de proteína, compuesta principalmente de albúminas y globulinas. Como consecuencia su contenido en lisina y treonina es superior al del grano de trigo del que procede, mientras que el de aminoácidos azufrados es similar. La digestibilidad de los aminoácidos tiende, en cambio, a ser inferior a la del grano, especialmente para la lisina (FEDNA, 2010 citado por Domínguez, 2014)

El almidón de características similares a las descritas para el grano de trigo, es el componente más valioso y también el más variable (FEDNA, 2011).

Los cerdos y las aves digieren el almidón y absorben la glucosa, los rumiantes en cambio, fermentan el almidón en el rumen y absorben los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) (Orskov, 1990 citado por Velásquez, 2007).

El 90 % del almidón del trigo es rápidamente degradado a nivel ruminal, a diferencia del maíz en que alrededor de un 40% de su almidón llega al intestino sin ser degradado (Orskov 1986, Thompson et al, 1999 citados por Velázquez 2007).

7.3. Carnaza

Las Harinas de Subproductos de Tenería consisten en colágeno (gelatina) por lo que su mercado natural son los rumiantes pues los animales monogástricos son más exigentes en cuanto a la calidad de las proteínas que consumen, pues no cuentan con los microorganismos del rumen (SAGARPA, 2009).

El contenido proteico de estos varía en el orden del 65% y 70%, sin embargo desde que la proteína es básicamente colágeno, la calidad de la proteína, pese a su bajo precio, no permite la posibilidad de ser utilizada en altas proporciones en la dieta del ganado, siendo lo más común el utilizarlas en formulas con un contenido de alrededor del 2% (menos de 400grs. por animal-día), pero incluso a estos niveles permite ahorros en el alimento para el ganado del orden de \$50.00 por tonelada (SAGARPA, 2009).

El Subproducto de tenería es único en su tipo como proteína y se compara con el colágeno (Ramshaw, 1985 citado por González, 1998), debido al perfil de aminoácidos que posee, como son prolina, hidroxiprolina, glicina y alanina. Y aunque es deficiente en triptófano y Usina puede ser usado como fuente de aminoácidos para enriquecer alimentos para ganado y para uso humano (Henrickson, 1980 citado por González, 1998).

Elliot (1961) citado por González (1998) estudió, el valor biológico de las proteínas para ganado bovino en engorda, examinó las consecuencias sobre el metabolismo del rumen,

de una dieta demasiado alta en proteínas. A nivel ascendente, la digestibilidad de la proteína en el rumiante es gradualmente mayor hasta alcanzar niveles del 77% y 80%, sin embargo mucho de este beneficio es espúreo puesto que desaparece del rumen en forma de amoníaco, y a niveles mayores del 20% de proteína hay una pérdida considerable en incremento calórico.

Niveles demasiados bajos de amoníaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos. Demasiado amoníaco en el rumen produce una pérdida de peso, toxicidad por amoníaco y en casos extraños, la muerte del animal. El amoníaco es utilizado para el crecimiento de la población bacteriana. El nivel de utilización de amoníaco para sintetizar proteína microbiana depende de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de los carbohidratos. En promedio, 20 g de proteína es sintetizada por 100 g de materia orgánica fermentada en el rumen. Usualmente una porción de proteína de la dieta resiste la degradación en el rumen y pasa al intestino delgado sin degradarse. La resistencia a la degradación en el rumen varía considerablemente según la fuente de proteína. Usualmente las proteínas en forraje son degradadas a un nivel de 60-80% y las proteínas de concentrados o subproductos industriales a un 30-60% (Wattiaux, 1997 citado por González, 1998).

En los Estados Unidos estos desechos de tenerías se han estado usando para elaborar dietas para pollos, reemplazando los niveles de proteína usadas a partir de soya en un 75% por la proporcionada por el subproducto de tenería hasta en un 35% añadiendo triptófano a la dieta, ya que es un aminoácido limitante (Weisman y Engel, 1961 citado por González, 1998).

Se ha encontrado que los pollos alimentados con el 2% a 8% de hidrolizados de piel proporcionaban un buen aporte de aminoácidos, pero deficiente de metionina, triptófano y lisina para las necesidades de los pollos (Waldroup, 1970 citado por González, 1998).

Los métodos más usuales de hidrólisis ácida utilizan HC16M a temperaturas de 110°C y en atmósfera de N₂ por 22 a 24 h, Sin embargo, la selección final dependerá del aminoácido que se desee aislar en mayor cantidad (González, 1998).

Zuchowski, Jerzy (1983) citado por González (1998) utilizó, las trizas de pellejo provenientes de la piel de bovino desechados en las tenerías donde fueron calentados a 110°C por 2.5 h a presión atmosférica para separar la grasa y obtener aminoácidos, luego lo hizo a 55°C y a 150°C, observando que a altas temperaturas hay pérdida de histidina, lisina, triptófano y metionina, sobre todo a la última temperatura de autoclaveado debido a la gelificación de la proteína.

En estudios hechos en Polonia se usó el desecho de piel obtenido en las tenerías, para hacer una dieta para alimentar cerdos y pollos, dando un tratamiento especial al desecho para hidrolizarlo y obtener una mejor disponibilidad de aminoácidos, encontrando que la proteína de estos desechos era alta en glicina, prolina y ácido glutámico; y bajo en lisina, metionina y triptófano (Felicjanaik, 1977 citado por González, 1998).

Gehrke (1987) citado por González (1998) encontró, que el tiempo de hidrólisis puede ser reducido, si se aumenta la temperatura, por lo que usó una temperatura de 145°C durante 4 h, sin pérdida de lisina pero disminuyendo la obtención de treonina y serina en porcentajes de 7 y 13 respectivamente y con aumento de valina en 8% e isoleucina en 13%.

El uso de hidrolizados de desechos de piel de tenerías en dietas para ovejas, como aporte de aminoácidos hasta en un 75% en sustitución de proteína de soya, ocasionó un decremento en la digestibilidad hasta en un 25% (Knowlton, 1976 citado por González, 1998).

VIII. CONCLUSIÓN

8.1. PROTEMAX 38®

De acuerdo con la investigación realizada sobre la digestibilidad de este subproducto avícola como un apoyo a la alimentación del ganado, se puede decir que cumple con los objetivos de medir digestibilidad *in situ* de la materia seca de este suplemento alimenticio y buscar alternativas de alimentos económicos para el ganado ya que se demostró que el uso de la pollinaza en raciones para rumiantes abarata el costo de estas, a la vez cumpliendo con los requerimientos nutricionales del ganado, sobre todo en época de estiaje. En cuanto al planteamiento de la hipótesis que se presenta en este trabajo, se rechaza ya que no se obtuvo una digestibilidad por encima del 60% de materia seca.

Se ha llegado la conclusión que este subproducto avícola no es una buena opción para su suplementar a ganado bovino.

8.2. Salvado de trigo

Los datos que arroja el presente estudio, demuestran que este subproducto de trigo, al ser utilizado en animales rumiantes, como una alternativa para suplemento alimenticio de estos, es una buena opción del tipo energético- proteico, pero no cumple con la hipótesis planteada en este trabajo, ya que presenta índices de digestibilidad por debajo del 60%, por lo tanto se rechaza.

En conclusión, el valor energético del salvado de trigo deriva fundamentalmente de la fibra de la cubierta de los granos. Por lo tanto se trata de una fuente de energía de menor digestibilidad y metabolicidad que la del almidón.

8.3. Carnaza

En base a los resultados obtenidos sobre la digestibilidad de estos desechos o subproducto de tenería, los objetivos de medir digestibilidad *in situ* de la materia seca y buscar alternativas de alimentos económicos para el ganado, se demostró que el uso de desechos o subproductos de tenería era una buena opción, ya que su bajo costo y el contenido de aminoácidos que posee, son adecuados para ser usados como fuente de proteína. En cuanto al planteamiento de la hipótesis que se presenta en este trabajo, se rechaza ya que no se obtuvo una digestibilidad por encima del 60% de materia seca.

IX. LITERATURA CITADA

- Agrowaste. (2013). *Alimentación rumina elaboracion de pellet*. Obtenido de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/ALIMENTACI%C3%93N-ANIMAL.pdf>.
- Águila. (2001). Evaluación de la inclusión de ingredientes proteicos con diferente solubilidad (pasta de soya, harina de subproductos de pollo y urea) en la digestibilidad in situ y aparente y en la dinámica y fermentación ruminal de cabras granadinas. *Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Cuatitlan*.
- Apelsa. (2012). Obtenido de <http://www.apelsa.net/harinas.html>
- Araiza , R., Delgado, L., Carrete , C., Medrano, R., Solís, S., Murillo, O., y otros. (2013). Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. En *AIA (17)2* (págs. 79-96).
- Araujo, F., y Lachmann, M. (2009). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. *Universidad de Zulia, Maracaibo Venezuela*.
- Avelar , D. A., y Guevara, J. (2012). Efecto del uso de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de vacas encastadas sobre el rendimiento productivo de leche y la ganancia DIARIA DE PESO. En *Universidad de el Salvador Facultad Multidisciplinaria oriental Departamento de Ciencias Agronomicas*. . San Miguel.
- Blas, C., Mateos, G., y Rebollar, P. (2007). DDGS de maíz (granos de destilado, DDG y solubles, DDS). *Universidad Politécnica Madrid, España*.
- Bochi-Brum , O., Carro, M., Valdés, C., González, J., y López, S. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. En D. d. León. León, España.
- Cardona , V. N., Giraldo, V. D., & Vélasquez, R. S. (2015). Reciclaje de residuos de cuero: una revisión de estudios experimentales. *Informador Técnico (Colombia)*. 79 (2):188-198.
- Carvajal, J., y Martínez, E. (2016). Fermentado de malta, pollinaza y melaza en dietas para patos. *Revista Científica Agropecuaria Forestal*.5(1).

- Cervantes, B. F., Gámez, V. G., Hernández, G. J., & Velásquez, M. M. (2015). Establecimiento de pastos nativos e introducidos en zonas semiáridas de México. 1 ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D.F. 22 p.
- Cruz , D. M., Gómez, V. M., Ortiz, P. E., Entzana, T. A., Suárez, H. C., & Santillán, M. V. (2012). http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf.
- Cherney, D.J.R. (2000). Forage Evaluation Ruminant Nutrition. Characterization of Forages by Chemical Analysis. CABI Publishing. New York, USA. p 281-300.
- CNA, C. N. D. A. (2005). Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila, México
- De la Cruz, A. B. (2013). Importancia de los suplementos alimenticios y compuestos minerales para el ganado bovino en época de sequía en Coahuila y Durango. Monografía. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 38 p.
- Dominguez , M. C. (2014). Evaluación del valor nutritivo de las principales materias primas que se utilizan en la alimentación de vaconas de 12-24 meses de edad en el Cantón Cayambe. Tesis. Ingeniería. Universidad Politécnica Salesiana. Salesiana. Quito. 97 p.
- Elizalde, J., Maresca, S., Santini, & F.J. (2003). *Grano de maíz entero en la alimentación de ganado* . Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_granos/11-grano_maiz.pdf
- Espinoza, V. L. (2010). Evaluación de ganancias de peso diarias en un ciclo de engorda en ganado de raza Holstein con una dieta basada en pollinaza, sorgo, heno de avena y bentonita. Tesina. Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán. Cuatitlán Izcalli, Estado de México. 43 p.
- Estrada, V. J. (2003). Tasa de degradación in vitro de la fibra de dietas para borregos adicionadas con levadura y/o bicarbonato de sodio . Tesis. Ingeniería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 49 p.
- Fajardo, C. E., y Sarmiento, F. S. (2007). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para la producción de *Sacharomyces cerevisiae*. Tesis. Licenciatura.

- Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá D.C. 120 p.
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). (2011). Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/salvado-de-trigo-20-almid%C3%B3n-actualizado-nov-2011
- Fernández , M. A. (2014). *Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina* . Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/120-Transformacion_de_subproductos.pdf
- Gallardo, M. (2003). Obtenido de Utilización eficiente del afrechillo de trigo para la suplementación de vacas lecheras : http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/03-suplementacion_afrechillo.pdf
- Gallardo, M. (2012). *Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes*. Obtenido de <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/Tema%202.%20Material%20de%20lectura.%20Concentrados%20y%20subproductos.pdf>
- García, D., García , P., Gatica, F., Gatica, M., y Gornall, V. (2009). Digestibilidad por el método del indicador en rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile. 9 p.
- Giraldo, L., Zoot, M., Gutiérrez, L., & Rua, C. (2007). Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20: 269-279.
- González , G. H., Hernández, Z. H., Holguin, L. C., Lozano, G. G., & Orozco, E. A. (2015). Degradabilidad ruminal de subproductos alimenticios en borregos efecto de la relación forraje-concentrado en la dieta. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. 34 p.
- González, M. S. (2016). *Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Aprovechamiento%20de%20esquilmos.pdf>

- González, S. E. (1998). Valor nutritivo de subproductos de piel de bovino e identificación de sus aminoácidos . Tesis. Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey N.L., México. 134 p.
- Haros, C. (1999). Molienda húmeda maíz; optimización del proceso y desarrollo de nuevas técnicas tendientes a mejorar la calidad de sus productos. Tesis. Posgrado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 248 p.
- Herrera, J. y Jordan, H. (2010). Granos de destilería, una alternativa viable para la producción de leche vacuna. Características, composición y uso. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. vol. 44 (2): 97-105.
- Ibañez, L., Jahn, E., & Vidal, A. (2004). *Evaluación de la Alimentación de vacas lecheras con maíz grano, húmedo, rolado y molido*. Obtenido de <http://consorciolechero.cl/chile/documentos/papers/congreso-sochipa2009/evaluacion-alimentacion-de-vacas-lecheras.pdf>
- Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2016). *Manual del protagonista nutrición animal*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf
- Instituto Nacional de Cooperación Educativa (INCE). (2006). *Fundamentos Técnicos Para la Producción de Alimentos Concentrados para Animales*. Obtenido de http://www.inces.gob.ve/wrappers/AutoServicios/Aplicaciones_Intranet/Material_Formacion/pdf/ALIMENTACION/PRODUCTOR%20DE%20ALIMENTOS%20CONCENTRADOS%20PARA%20ANIMALES%201412236/CUADERNOS/Modulo%20I%20.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2004). *Estrategias de Alimentación para la ganadería bovina de Nayarit*. Obtenido de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/PUBLICACIONES%20DEL%20INIFAP/PUBLICACIONES%20EN%20PDF/FOLLETOS%20PARA%20PRODUCTORES/productores%20I%20ESTRATEGIAS%20DE%20ALIMENTACION%20PARA%20LA%20GANADERIA%20.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2007). *Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes* . Obtenido de http://www.academia.edu/21799519/Uso_de_pollinaza_y_gallinaza_en_la_alimentacion_de_Rumiantes

- Machinery, A., y Zhou, A. (2013). *Tecnología de peletizado para la ganadería lechera*. Obtenido de <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/tecnologia-peletizado-ganaderia-lechera-t30390.htm>
- Martín, P. (2004). La melaza en la alimentación del ganado vacuno. *Avances en Investigación Agropecuaria*. La Habana, Cuba. 8(3).
- Martínez, R. J., Martínez, R. A., Santana, R. R., y Vásquez, N. M. (2010). Producción Animal en el Norte de México. Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Agronomía y Zootecnia. Gómez Palacio, Durango. p 732- 744.
- Mendizábal, A. F. (1994). Procesos de deshidratación y/o hidrólisis de los subproductos de origen animal. FAO. Habana Cuba. p 71-76.
- Michelle, G. C. (2009). Efecto del nivel de melaza en raciones para corderos en la concentración de enzimas en sangre, minerales en hígado y lesiones hepáticas. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey Nuevo León, México. 121 p.
- Murillo, M., y Vargas, E. (1978). Composición química de subproductos de trigo y arroz y de granos de maíz y sorgo utilizados en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2(1): 9-15.
- Orskov, E. R. Deb Hovell, F.D., Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5:3
- Paulino, J. (2013). *Engormix*. Obtenido de <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/peletizacion-calidad-pelet-t30459.htm>
- Pérez, C. J., González, G. D., Aguilera, B. A., Bernal, S. G., & Hernández, M. G. (2008). Evaluación de la digestibilidad in vivo de raciones para becerros en crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro. Querétaro, México. 4 p.
- Pilgrim's. (2017). Laboratorio de aseguramiento de calidad avícola. Gómez Palacio, Durango, México
- Ramírez, P., y Jiménez, J. (2009). Elaboración y utilización de un alimento concentrado a partir de residuos orgánicos en ganado de ceba línea de investigación de producción animal. Tesis. Licenciatura. Universidad de la Salle. Bogota. 35 p.

- Reyes, G. J. (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 Centro Universitario de Ciencias Biológicas, Zapopán, Jalisco, México. 93 P.
- Rodríguez, T. D. (2014). Arbustivas forrajeras en las zonas árida y semiárida del estado de Zacatecas. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacateca, México. 30 p.
- Rojas, A., Tobía , C., & Vargas , E. (2001). Uso de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentación animal . *Agronomía Costarrisense* 25(2): 35-43.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2009). *Información sobre el uso de las pieles para la alimentación de rumiantes, procesos de manufactura, análisis dedictamen grupo AD HOC SAGARPA.* Obtenido de http://www.cofemer.gob.mx/expediente/v99/_B000903048.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). *Melazas de caña de su azúcar y su uso en la fabricación de dietas para ganado .* Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Novembre_Melazas.pdf
- Shimada, M. A. (2003). *Nutrición Animal.* 1 ed. Trillas. México. 194 p.
- Sistema de información de los recursos del pienso (SIRP). (2000).. Obtenido de <http://www.infogranjas.com.ar/2017-01-25-18-57-05/320-alimentacion-animal-bovinos/5100-melaza>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Sistema producto de oleaginosas. (2016). Obtenido de http://www.oleaginosas.org/cat_57.shtml
- Unión Ganadera Regional de Jalisco (UGRJ). (2017). *Disminución del costo de alimentación del ganado incluyendo pollinaza.* http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=563.
- Consejo de Granos de Estados Unidos (USGC). (2012). *Uso de los granos secos de destilería.* https://www.grains.org/sites/default/files/ddgs-handbook/DDGS_Handbook-Spanish2012.pdf.
- Vargas , E., y Mata , L. (2013). Utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/9979>.

Vargas, G. E. (2000). Composición de los subproductos de trigo utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. En *Nutrición Animal Tropical*. 6(1).

Velásquez , R. Y. (2007). Degradabilidad ruminal del grano de maíz procesado por extrusión y rolado al vapor. Tesis. Licentura. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 56 p.