

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**ADICION DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES
(DDGS) Y MONENSINA SOBRE LA FUNCIÓN DIGESTIVA EN
NOVILLOS CRUZADOS ALIMENTADOS A BASE DE HENO DE
BERMUDA CRUZA II**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

PRESENTA

IAZ. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SILVA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. ENRIQUE G. ALVAREZ ALMORA

La presente tesis titulada “**ADICION DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES (DDGS) Y MONENSINA SOBRE LA FUNCIÓN DIGESTIVA EN NOVILLOS CRUZADOS ALIMENTADOS A BASE DE HENO DE BERMUDA CRUZA II**”, realizada por el C. Gustavo Adolfo Carrillo Silva, fue dirigida por el Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora siendo aceptada, revisada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal

Consejo particular

Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora
Director de Tesis

Dra. Noemí Guadalupe Torrentera Olivera
Secretario

Dr. Martin Francisco Montaña Gómez
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

A Dios por un minuto, una hora, un día o una semana de vida, por permitirme ser feliz y darme la fortaleza para poder culminar esta etapa profesional

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero otorgado para culminar el presente posgrado.

A la Universidad Autónoma de Baja California - Instituto de Ciencias Agrícolas, Mi alma mater, por apoyarme en todo momento y permitirme seguir superándome.

A mi asesor, en Dr. Enrique G. Álvarez Almora por su amistad, paciencia, apoyo incondicional y brindarme de sus conocimientos y experiencias para poder lograr esta meta.

A todos y cada uno de mis profesores del Instituto de ciencias agrícolas que gracias a ellos que me aportaron de sus conocimientos y experiencias puedo estar en estos momentos aquí.

A mis padres Gustavo Carrillo y florecita silva que siempre han sabido guiarme, por su apoyo incondicional en todo momento y brindarme todos sus conocimientos para poder culminar esta etapa

A todos mis queridos compañeros de posgrado que en todo momento me apoyaron.

DEDICATORIA

A mis Padres Gustavo y Florecita que a lo largo de la vida me guiaron siempre por el buen camino, me brindaron su apoyo y consejos, porque con su comprensión, cariño y todo su amor son mi gran fortaleza, en todo momento me alentaron a seguir adelante, agradezco la confianza que han depositado en mí, anhelando siempre mi preparación para enfrentarme a la vida.

A mis hermanos Miguel Ángel y Areli con los que he vivido tantas cosas ya que siempre estamos apoyándonos en todo momento y esto solo hace más fuerte el lazo que nos mantiene unidos.

A mi novia Cristina que siempre ha estado a mi lado apoyándome, brindándome su amor y comprensión día con día.

A toda mi familia por ese gran apoyo y confianza que han depositado en mí.

**ADICION DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES (DDGS) Y
MONENSINA SOBRE LA FUNCIÓN DIGESTIVA EN NOVILLOS CRUZADOS
ALIMENTADOS A BASE DE HENO DE BERMUDA CRUZA II**

Por

Gustavo Adolfo Carrillo Silva

Programa de Maestría en Sistemas de Producción Animal

Universidad Autónoma de Baja California

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la adición de granos secos de destilería con solubles (**DDGS**) y monensina (**MON**) sobre la función digestiva en novillos cruzados alimentados a base de heno de pasto bermuda cruza II (**PBCII**) se utilizaron cinco novillos cruzados (160 kg de PV) habilitados con cánulas en rumen y duodeno proximal, esta última situada a 6 cm del esfínter pilórico. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cada uno de los cinco periodos experimentales en un diseño de Cuadro Latino 5 x 5 en los siguientes tratamientos: 1) Testigo (PBCII sin suplemento, **TTG**), 2) PBCII + DDGS al 0.3% del PV (**DDGS03**), 3) PBCII + DDGS al 0.3% del PV + MON (**DDGS03M**), 4) PBCII + DDGS al 0.6% del PV (**DDGS06**), y 5) PBCII + DDGS al 0.6% del PV + MON (**DDGS06M**). El consumo diario de MS se restringió a 2.5% del PV. Al comparar TTG con el promedio de los tratamientos suplementados con DDGS y Monensina, ocurrió en estos una disminución ($P < 0.01$) de 17, 22, 24 y 14% en las cantidades que alcanzaron el duodeno de MO, FDN, NA y NM, respectivamente. Al comparárseles con el testigo, en los tratamientos que recibieron DDGS la digestión en rumen de la MO, FDN y N fue mayor (Contraste 1; $P < 0.01$) 19, 10 y 26%, respectivamente, La adición de Monensina no tuvo influencia ($P > 0.05$) sobre la digestión en rumen de la MO, FDN y N. Los tratamientos que recibieron una dosis mayor de DDGS (0.3 vs 0.6% del PV) presentaron menor ($P < 0.01$) digestión en rumen de la MO, FDN y N. Al compararse con el Testigo, en los tratamientos que recibieron DDGS disminuyó 14 y 26% la generación de MOM y la eficiencia microbial, respectivamente. Pero al contrastar el nivel de 0.3 vs 0.6% de DDGS, en el nivel más alto se observó una elevación de 23, 38 y 6% en la síntesis de

MOM, eficiencia microbiana y eficiencia del N. La adición de Monensina disminuyó la eficiencia del N (Contraste 3; $P < 0.10$). Al comparar al Testigo con los tratamientos que recibieron DDGS ocurrió en estos un incremento de 12 y 51% en la digestión total de la MO y el N ($P < 0.05$), respectivamente. Al comparar la adición de 0.3 vs 0.6% de DDGS no se observó (Contraste 2; $P > 0.05$) influencia sobre la digestión total de la MO y N. No se observó influencia ($P > 0.05$) de ninguno de los factores en estudio sobre ninguna de estas variables estimadas en el contenido ruminal. La adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS) ofrecidos a un nivel de 0.3% del consumo diario de MS, en relación al peso vivo, mejora la utilización de forrajes de mediana o baja calidad, pero por encima de este nivel de inclusión tiende a disminuir la utilización de fracciones como MO y FDN.

ADDING GRAIN DRIED DISTILLERS WITH SOLUBLES (DDGS) AND MONENSIN ON DIGESTIVE FUNCTION IN STEERS FED BERMUDA HAY

SUMMARY

In order to evaluate the addition of dried distillers grains with solubles (**DDGS**) and monensin (**MON**) on the digestive function in cross steers fed on bermuda grass hay crosses II (**PBCII**). Five cross steers (160 kg BW) with cannulas in the rumen and proximal duodenum, 6 cm of the pyloric sphincter. The animals were randomized into each of the five experimental periods using a 5x5 Latino Square design. Treatments were: 1) Control (no supplement PBCII, **TTG**), 2) + DDGS PBCII 0.3% of PV (**DDGS03**), 3) PBCII + 0.3% DDGS PV + MON (**DDGS03M**), 4) PBCII + 0.6% DDGS PV (**DDGS06**), and 5) PBCII + 0.6% DDGS PV + MON (**DDGS06M**). The daily intake of MS was restricted to 2.5% of BW. Comparing TTG with the average of the treatments supplemented with DDGS and monensin OM, NDF, NA and NM decreased ($P < 0.01$), 17, 22, 24 and 14% reaching the duodenum, respectively. When compared with the control, in the treatments that received DDGS digestion in rumen of OM, NDF and N was higher (Contrast 1; $P < 0.01$) 19, 10 and 26%, respectively, The addition of monensin had no influence ($P > 0.05$) on ruminal digestion of OM, NDF and N. The treatments that received a higher dose of DDGS (0.3 vs 0.6% LW) showed lower ($P < 0.01$) ruminal digestion of OM, NDF and N. Compared with the control, treatments receiving DDGS decreased 14 and 26% MOM generation and microbial respectively efficiency. When compared DDGS levels MOM synthesis, Microbial Efficiency and N Efficiency were of 23, 38 and 6% higher in 0.6% than for 0.3%. The addition of monensin decreased efficiency N (Contrast 3; $P < 0.10$). Treatments receiving DDGS, digestion of OM and N were increased 12 and 51% ($P < 0.05$), respectively, when compared with TTG. Did not were observed (Contrast 2; $P > 0.05$) influence of Treatments vs TTG on the total digestion of OM and N. Did not exist influence ($P > 0.05$) of any of the factors on the ruminal content variables. The addition of dried distiller grains with solubles (DDGS) offered at a level of 0.3% of the daily DM intake in relation to body weight, improves utilization of diets based on medium or low quality

forages, but above this level of inclusion it may reduce the use of fractions as MO and NDF

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS-----	I
DEDICATORIA-----	II
RESUMEN-----	III
ABSTRACT-----	V
CONTENIDO-----	VII
LISTA DE CUADROS DE CUADROS-----	IX
1. INTRODUCCIÓN-----	1
2. HIPÓTESIS-----	2
3. OBJETIVOS-----	2
3.1 Objetivos particulares-----	2
4. REVISION DE LITERATURA-----	3
4.1. Forrajes -----	3
4.1.1 Valor nutricional de algunos forrajes en comparación con bermuda	3
4.1.2 Utilización de los forrajes en rumiantes-----	5
4.2. Granos de destilería (DDG)-----	5
4.2.1. Molienda seca de maíz y subproductos-----	5
4.2.2.Valor nutricional de los granos de destilería-----	6
4.2.3. Uso de los granos de destilería en rumiantes-----	9
4.3. Ionoforos-----	10
4.3.1Uso de los ionóforos en rumiantes-----	10
4.3.2. Efecto de los Ionóforos en la Población de Microorganismos	
Ruminales-----	11
4.3.3. Efectos de los ionóforos en el ambiente ruminal-----	12
4.3.4. Efecto de los ionóforos en la producción de rumiantes-----	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS-----	14
5.1. Localización-----	14
5.2. Desarrollo experimental-----	14
5.4. Colección de muestras-----	15
5.5. Análisis de laboratorio-----	16
5.6. Análisis estadístico-----	17

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN----- 18

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES----- 30

8. LITERATURA CITADA----- 31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de los ingredientes en la dieta ofrecida a los novillos en el experimento.-----	18
Cuadro 2. consumo diario de nutrientes (g*d-1) en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con DDGS y monensina-----	19
Cuadro 3. Flujo de nutrientes a duodeno en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDG con y sin Monensina---	20
Cuadro 4. Digestión en rumen, síntesis microbial y eficiencia de uso del nitrógeno en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDG con y sin Monensina-----	24
Cuadro 5. Digestión postruminal en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDG con y sin Monensina---	26
Cuadro 6. Digestión total en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDG con y sin Monensina-----	28
Cuadro 7. Contenido ruminal en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDG con y sin Monensina.-----	29

INTRODUCCION

El zacate bermuda es una gramínea utilizada frecuentemente en las zonas áridas y semiáridas en el norte de México, En el valle de Mexicali este pasto es una alternativa importante para la alimentación del ganado pero su valor nutricional es limitado, de tal forma que se requiere la adición de suplementos energéticos o proteicos, en función del objetivo de producción. Los DDGS son un subproducto de la destilería de los granos durante la elaboración de etanol. En la actualidad su disponibilidad ha aumentado y con ello la oportunidad de incluirlo en la dieta por su alto valor energético-proteico (MacDonald and Klopfenstein, 2004; Morris et al., 2005; Gustad et al., 2006). Varios autores (Klopfenstein et al., 2001) han reportado que la suplementación con DDGS en pasturas de mediana y baja calidad compensa de estas la deficiencia en proteína metabolizable y proteína no degradable en rumen, reportándose que solo con reunir el requerimiento de PM se logra incrementar hasta un tercio la ganancia de peso (Mc Donald et al., 2007). También la energía suplementada con los DDGS mejora la eficiencia de utilización del N (Lake et al., 1974; Fieser and Vanzant, 2004). Al suplementar DDGS en el rango 0.3 y 0.7% del PVV, se ha observado al menos un componente lineal en la GDP de novillos pastoreando forrajes de mediana calidad. Por otro lado la adición de Monensina ha favorecido la eficiencia a nivel ruminal y proteína sobrepasante y lograr una mejor aprovechamiento de este ingrediente, tal es el caso del uso de la Monensina la cual en combinación con otros nutrientes es posible lograr mejores niveles en la engorda de bovinos, La Suplementación Monensina mejora la eficiencia de la alimentación de ganado (Raun et al., 1976). En la búsqueda de nuevas estrategias de alimentación para mejorar la eficiencia y rentabilidad en el ganado en pastoreo o en la engorda de bovinos continuamente se requiere evaluar ingredientes como henos de gramínea, subproductos agroindustriales como los DDGS y aditivos como los ionóforos. El objetivo del presente estudio fue la influencia de dos niveles de suplementación de granos de destilería (DDGS) en combinación con Monensina a becerros de 160 kg de PV consumiendo una dieta a base de heno de zacate bermuda cruza II

Hipótesis

Existe una mejor eficiencia de utilización de nutrientes a nivel ruminal mediante la suplementación de granos de destilería solubles (DDGS) y la adición de Monensina

Objetivo General

Evaluar la influencia de dos niveles de suplementación de granos secos de destilería y solubles (DDGS) y Monensina sobre la función digestiva en novillos cruzados alimentados con una dieta a base de heno de zacate bermuda cruza II

Objetivos particulares

Evaluar la influencia de la suplementación de granos de destilería y solubles (DDGS) y Monensina sobre el flujo de nutrientes hacia el duodeno y la digestión en rumen en novillos cruzados alimentados a base de heno de pasto bermuda cruza II.

Evaluar la influencia de la suplementación de granos de destilería y solubles (DDGS) y Monensina sobre la digestión total y contenido de sólidos y líquidos en el rumen en novillos cruzados alimentados a base de heno de pasto bermuda cruza II.

REVISIÓN DE LITERATURA

Forrajes

Valor nutricional de algunos forrajes en comparación con bermuda

Los forrajes de verano como el bermuda (*Cynodon dactylon*) son generalmente altos en FDN (73%), bajos en ED (56.5%) y PC (9%), de tal forma que limitan su nivel de consumo voluntario, es por esta razón que los suplementos son necesarios para satisfacer las necesidades nutricionales de proteína y energía del ganado (Poppi et al., 1995 y Moore et al., 1999) tomando en cuenta esto la calidad nutricional de un pasto se determina en base a su contenido de PC, y la DIVMS, por lo que el pasto Bermuda variedad Tifton 85 puede ser empleado en forma eficiente.

La proteína es el primer nutriente limitante en muchos forrajes, debido a que esta es requerida por los microorganismos del rumen, así como por los tejidos del animal, la deficiencia puede reducir severamente la eficiencia animal (Villalobos y Guarneros, 2002). Van Soest (1994) ha mencionado como regla general, que los forrajes deberán contener al menos 7% de proteína cruda, para asegurar una buena fermentación ruminal por los microorganismos del rumen. Para proteína cruda se han reportado valores para bermuda de 9.5 a 15.1 % (Hill et al., 2001), para ryegrass de 14 a 23.5 % (Partida, 2003) y para alfalfa de 16 a 22 % (West et al., 1997).

El nivel de FDN del forraje no solo impacta los procesos digestivos, sino también sobre el nivel de consumo de energía. (Hill et al. 2001) reporta valores de FDN para bermuda de las variedades Coastal, Tifton 78 y Tifton 85 de 71.6, 72.5 y 74.6 % respectivamente, mientras que para el ballico anual (*Lolium multiflorum*) los valores varían de 35 a 59.5 % según Partida (2003) y para alfalfa de 48.1 % (West et al., 1997). La cantidad de tiempo que la fibra está expuesta al proceso fibrolítico en el rumen está influenciado por el tamaño inicial de la fibra, la tasa de reducción del tamaño de partícula (masticación, rumia), la densidad de partícula y la tasa de digestión. Esto resulta en la diversidad de valores de digestión para los diferentes forrajes. Para el ballico anual se han encontrado

valores de digestibilidad in vitro que van de 60 a 78 % (Rodríguez et al., 2001), mientras que son menores para las variedades de bermuda Coastal, Tifton 78 y Tifton 85 de 62.5, 65.3 66.9 % respectivamente. Estas diferencias en valor energético e impacto de la fibra sobre el rendimiento nutricional pueden explicar las diferencias en el comportamiento de ganado de carne en pastoreo en ryegrass en el que se reportan ganancias en promedio de 0.540 a 0.763 Kg/animal/día (Navarro et al., 1984) inferiores a las obtenidas en pastoreo de variedades de bermuda Coastal, Tifton 78 y Tifton 85 obteniendo valores de 0.65, 0.74 y 0.72 Kg/animal/día respectivamente (Hill et al., 2001).

Por lo tanto el contenido nutricional y la disponibilidad de los pastos a través de los años son factores que limitan la producción animal, por lo tanto; el nivel de respuesta animal dependerá mayormente de su fisiología y su potencial genético. Sin embargo el valor nutricional de un forraje está en función de su composición química (Energía, proteína, vitaminas y minerales), las características fisicoquímicas de su fibra, su gustocidad y las interacciones asociadas con otros ingredientes en la dieta (Zinn et al., 1986).no obstante la proteína es normalmente considerada como el principal nutriente limitante en muchos forrajes debido a que esta es requerida por los microorganismos del rumen, así como por los tejidos del animal (Bowman y sanson, 1996). A pesar de esto los forrajes son percibidos como un componente esencial de las dietas de engorda porque ayudan a minimizar la incidencia trastornos de digestivo. Sin embargo, los forrajes son relativamente caros en relación con su valor nutricional y la digestibilidad en dietas de alto concentrado.

Por otra parte los niveles de proteína cruda (PC) del pasto Bermuda variedad Tifton 85, fertilizado y muestreado los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre en 1992 y 1993 fueron de 13.2, 10.1, 13.1, 11.8, 9.0 y 19.8, 8.5, 9.3, 9.5 y 9.3 respectivamente; La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) para esta variedad de Bermuda fue de 0.622 (Marsalis, et al., 2008).

Utilización de los forrajes en rumiantes

Los Forrajes son importantes para las dietas en la alimentación del ganado bovino; sin embargo, para cubrir las demandas nutricionales de los animales se utiliza la práctica de suplementación con concentrados por lo que este proceso productivo con rumiantes es altamente dependiente del consumo voluntario del forraje y su digestibilidad, y aun existiendo disponibilidad de éste, el consumo puede estar limitado por su calidad (bajo contenido de proteína y alto contenido de componentes estructurales), no alcanzándose los objetivos de producción, al no satisfacerse las demandas nutricionales del animal. La situación se hace mucho más difícil cuando los requerimientos animales son muy altos y se hacen inalcanzables ante una baja oferta forrajera.

No obstante, la implementación de prácticas de suplementación requiere del previo conocimiento de cómo los elementos aportados influyen como estos suplementos influyen al consumo voluntario y la digestibilidad de la materia seca del forraje y la respuesta animal, especialmente ante los factores económicos. Tendiendo por tanto, a coadyuvar a un manejo y utilización más eficiente del recurso de pastura disponible.

Granos de destilería

Molienda seca de maíz y subproductos.

La molienda en seco se utiliza para obtener aceite y harinas es por eso que es la tecnología de procesamiento más utilizada para obtener bioetanol. Esta molienda utiliza el grano entero por lo que el proceso demanda menos inversión inicial de capital que la molienda húmeda (Belyea et al., 2010). La fermentación del grano genera dos subproductos básicos: una fracción compuesta por grano no fermentado (Granos destilados, GD), y una fracción líquida que contiene levaduras, partículas finas de grano y nutrientes en solución denominada “solubles”. Los subproductos de la molienda seca varían en denominación y calidad de acuerdo al proceso específico empleado y la materia prima utilizada así que pueden ser incorporados en la formulación de alimentos

balanceados si están secos o bien directamente a las ración de los animales ya sea en su forma seca o húmeda.

Al mezclar los granos húmedos destilados con los solubles condensados de maíz el producto final se conoce como granos de destilería con solubles. Este ingrediente está llamando la atención de nutricionistas, plantas de alimentos balanceados y productores porque el abasto se ha incrementado, además de que los precios de otros ingredientes comúnmente utilizados (v.g. maíz, pasta de soya) se han encarecido (Ramírez R. y Huerta B. 2008)

Con el aumento de la producción de etanol como biocombustible, la disponibilidad de granos de cereales para la engorda de ganado está disminuyendo (Gottschalk, 2007). No obstante los Granos de destilería solubles condensados (DDGS) son subproductos de granos de cereales fermentados de la producción de etanol. Estos subproductos son altos en fibra fácilmente digerible, proteínas, grasas y el fósforo y baja en almidón (Klopfenstein et al., 2008). Por lo tanto, la preocupación de almidón disminuye la digestibilidad del forraje no existe en los DDGS (Klopfenstein et al., 2008).

Valor nutricional de los granos de destilería

Existe información disponible en la literatura sobre el valor alimenticio comparativo de DDGS, en general en la engorda, porque es donde las respuestas a su contribución de proteína puede manifestarse. Estimaciones anteriores de proteína no degradable demuestran que de admisión de DDGS han oscilado entre 40 al 70% (Cao et al, 2009, Islas y Soto-Navarro, 2011). En un estudio (Ham et al., 1994), la energía neta de la ganancia (ENganancia) de los DDGS para ganado de engorda fue 21% más alta que el valor del maíz rolado en seco. Como mínimo, la mayor parte de los nutriólogos consideran que los DDGS tienen un valor de energía aparente igual al maíz en grano cuando se alimenta a ganado en finalización a niveles que van del 10 - 20% de la materia seca del alimento total. En muchos estudios, la alimentación de DDGS a niveles del 15 - 20% de la materia seca de la dieta mejoró la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia del ganado de engorda en finalización, comparado cuando se usan dietas que contienen maíz en grano donde la sustitución de maíz con DDGS reduce el almidón

en la dieta ingesta y se cree que aumentar la eficiencia de alimentación mediante la reducción de acidosis ruminal (Ham et al, 1994).

Para los rumiantes que consumen dietas de forraje se ha observado que la Disponibilidad y suministro de granos secos de destilería solubles (DDGS) está aumentando con la expansión de la industria del etanol (Asociación de Combustibles Renovables, 2005). El contenido nutritivo de los DDGS de maíz (base MS) son 37 a 48% de FDN (Spiehs et al., 2002), 30% de PC (Klopfenstein et al., 2008), y de 8 a 12% de grasa (MacDonald et al., 2007). Los carbohidratos estructurales no son fermentados, incrementándose significativamente su contenido en comparación con el material original. La FDN remanente del proceso de destilación de alcohol es altamente digestible lo cual permite su uso en dietas ricas en almidón o forrajes (Schingoethe, 2007). Kaiser (2006) sugiere que el proceso de fermentación para la producción de etanol mejora la digestibilidad de la fibra. No obstante se debe considerar que esta fibra no es considerada fibra efectiva ya que no estimula la salivación ni la rumia (Di Lorenzo y Galvayan, 2010). El reemplazo de almidón por fibra digestible podría reducir los problemas de acidosis que comúnmente se dan con dietas ricas en granos (Klopfenstein et al., 2001). Los GD de maíz en promedio poseen entre 32 y 49% de FDN (Spiehs et al., 2002) y puede llegar a valores de 72% (Mustafa et al., 2000), y 11-18% de FDA (Spiehs et al., 2002). Los contenidos de FDN y FDA de los destilados de sorgo, cebada, y trigo son similares a los informados para maíz. La variabilidad en el contenido de FDN y FDA es significativamente mayor a la de otros nutrientes. Shurson et al. (2001) observaron coeficientes de variación de 5 hasta 54% en el contenido de FDA en GD de maíz dentro de cada planta de destilado. Sin embargo, más recientemente Belyea et al. (2010) informaron una menor variación en el contenido de FDA entre partidas dentro de cada planta (CV%: 2,8 a 5,9%).

Materia Grasa total o extracto etéreo En general el contenido de materias grasas es tres a cinco veces mayor en los subproductos de la molienda seca que en los subproductos de la molienda húmeda (Cuadro 1). Si bien el elevado contenido de lípidos en los GD aumenta la concentración de energía de estos productos, debe considerarse que en rumiantes niveles elevados de lípidos afectan negativamente el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra (Hess et al., 2008). Esta característica restringe el nivel de inclusión dietario de estos subproductos en rumiantes. El contenido de extracto etéreo

en los GD varía entre 7 a 14% (Spiehs et al., 2002; MacDonald et al., 2007; Walter et al., 2010). En este aspecto existe variabilidad dentro de plantas y entre plantas que van desde el 1,8 y el 19,1% (Shurson et al., 2001; Belyea et al., 2010). En el caso de los GD secos, otro aspecto a considerar es que el secado puede alterar el perfil lipídico por oxidación durante el proceso. Se debe considerar que en algunos casos se realiza una extracción de aceite sobre el subproducto dejando un contenido mínimo de lípidos.

Energía El contenido de energía de los subproductos depende del tipo de molienda. En los subproductos de la molienda húmeda (ej. GF) el contenido energía es similar o inferior al de los granos (NRC, 1996), mientras que los GD con o sin solubles de la molienda seca tienen un contenido de energía generalmente superior al de los granos. Resultados experimentales han demostrado que pueden incluirse reemplazando granos en raciones de terminación, y actuando como fuente primaria de energía. Ham et al. (1994) en un experimento de terminación observaron que los GD con solubles proveían 21% más de energía neta (ENg) que el maíz partido. Stock et al. (1999) concluyeron en su revisión que los GD tienen en promedio 9% más de energía que el grano, con valores que pueden superar hasta el 24% en maíz.

Minerales El contenido de cenizas oscila entre 4,8 y 9% (Blasi et al., 2011; Spiehs et al., 2002) para subproductos de la molienda húmeda y seca respectivamente. Los GD tienen elevado contenido de fósforo y azufre. Ambos minerales usualmente provienen de los solubles. Un valor muy elevado de P es indicador de que se le agregó una proporción alta de solubles. En comparación con el grano de maíz, el contenido de fósforo es tres veces superior en los GD. Los niveles elevados de ciertos minerales deben ser considerados para su utilización, a los fines de minimizar su excreción para reducir los riesgos de contaminación con los mismos. Durante el proceso se utilizan diferentes compuestos que pueden modificar la composición mineral del subproducto.

Uso de los granos de destilería en rumiantes

Uno de los ingredientes que en los últimos años han mostrado mayor incremento en su utilización son los granos secos de destilería solubles (DDGS) debido a que la producción de etanol se ha ido expandido exponencialmente a nivel mundial, en especial en los Estados Unidos (Kaiser 2006). Estos contienen aproximadamente tres veces más proteína, grasa y fibra que el maíz (Schingoethe 2006). El aumento en su disponibilidad junto con su elevado valor nutrimental lo hacen un alimento atractivo para finalización de ganado como un suplemento y el reemplazo de maíz, Griffin et al. (2009)

La proteína de los alimentos puede ser utilizada en el rumen por los microorganismos (proteína degradable en rumen, PDR) o puede pasar al intestino sin degradarse (proteína no degradable en rumen, PNDR), donde es digerida y absorbida o desechada en heces. El contenido de proteína depende de varios factores, tipo de molienda, tipo de grano, subproducto, y método de procesamiento. De la molienda húmeda, el GF generalmente tiene menor contenido de PB y mayor de PDR comparado con los subproductos de la molienda seca. El gluten de maíz (GM), obtenido en la molienda húmeda, es el subproducto de mayor contenido proteico (c.a., 60-66%) y de PNDR (60%). Los productos de la destilería de granos tienen un contenido proteico que varía entre 14 y 40,7% de PB dependiendo del tipo de grano, subproducto, y el método de procesamiento de cada planta. A diferencia de lo que ocurre con otros nutrientes, la variabilidad entre plantas en el contenido de proteína bruta dentro de cada tipo de subproducto no es elevada. Los coeficientes de variación van de 0,92% (Buckner et al., 2011) a 7,7% (Shurson et al., 2001).

Los rumiantes requieren en primer término PDR para optimizar los procesos digestivos ruminales. Por lo tanto, limitaciones en la disponibilidad ruminal de proteína influyen sobre la digestibilidad de la dieta y la producción de proteína microbiana. Una vez cubiertas las necesidades de PDR, con el fin de incrementar la producción y mejorar la eficiencia es necesario aumentar la disponibilidad de proteína metabolizable en intestino. En este sentido incrementos en el nivel y la proporción de PNDR impacta positivamente sobre la productividad animal, y en particular cuando se desean alcanzar niveles elevados de producción (NRC, 1996; Gutierrez-Ornela y Klofeinstein, 1991). En el

pasado el uso de harinas de origen animal en la formulación de raciones permitía elevar el estatus de PNDR con respecto a las harinas proteicas de origen vegetal, las cuales son comúnmente bajas en PNDR. Sin embargo a partir de brotes de encefalopatía espongiforme bovina (BSE) se ha limitado el uso de subproductos de origen animal. En la actualidad los GD surgen como una alternativa de reemplazo de las harinas de origen animal para elevar el contenido de PNDR en dietas para bovinos. En el Cuadro 4 se presentan los valores de proteína y PNDR de diferentes alimentos.

Ionóforos

Uso de los ionóforos en rumiantes

La manipulación del rumen se puede hacer mediante sustancias que alteren el ambiente del rumen, modifiquen la actividad metabólica y proporción de ciertos microorganismos, mejoren el ambiente ruminal, o incrementen la utilización de los alimentos (enzimas). El uso de ionóforos en la alimentación de rumiantes ha sido uno de los avances biotecnológicos más importantes, debido a que mejoran la eficiencia productiva en forma consistente y efectiva.

Existen diversos ionóforos, pero los carboxílicos (Monensina y lasalocida) son los que se han utilizado con mayor frecuencia en la alimentación de rumiantes. Estos compuestos antibióticos tienen una estructura lineal, con varios grupos funcionales de oxígeno, grupos carboxilo, hidroxilo y amino (Pressman, 1976) por esta razón el suministro de Monensina mejora la eficiencia de la alimentación de ganado (Davis y Erhart, 1976; Raun et al., 1976; Delfino et al., 1988) cuando se introdujo la Monensina y tilosina, la composición de las dietas de finalización ha sufrido muchos cambios en donde se comprueba la eficacia de los ionóforos. Suplementos de grasas y Monensina a favor aumento de la producción y la disminución del ac propionico (Richardson et al., 1976), resultando en una mayor eficiencia energética ruminal

La alimentación de la Monensina se ha demostrado que disminuye la DMI de acabado de ganado (Gill et al, 1976;.. Heinemann et al, 1978). Owens (1980) sugirió que la Monensina disminuirá DMI por aproximadamente 5 a 6%. Los primeros trabajos con la suplementación de Monensina sugieren una mejora en la eficiencia de ganancia ganado en la fase de finalización (Raun et al, 1976; Thompson y Riley, 1980). Sin embargo investigaciones realizadas por Burrin et al. (1988), Stock et al. (1990), y Zinn y Borques (1993) no mostraron ninguna mejora en ganar eficiencia cuando se alimentó Monensina debido a esto la eficacia de la Monensina aún no se conocen bien. Sin embargo, Spires et al. (1990) señaló que las mejoras en eficiencia ganancia de peso disminuyó a medida que la densidad de energía de la dieta aumento. Además, Zinn et al. (1994) propusieron que el nivel de inclusión en la dieta de forraje puede interactuar con Monensina y conducir a respuestas variables, pero los resultados de su estudio sugieren que la Monensina no fue afectada por la cantidad de forraje. Clary et al. (1993) observaron una interacción significativa entre el sebo y suplementación Monensina. La eficiencia alimenticia mejoró por 4% cuando la Monensina se alimentó en el acabado dieta sin sebo. Sin embargo, la eficiencia de la ganancia de peso no fue diferente cuando la Monensina se alimentó en combinación con sebo, lo que indica que la Monensina puede no ser tan eficaz cuando la grasa suplementaria se incluye en altos niveles en las dietas. Duff et al. (1994).

Efecto de los Ionóforos en la Población de Microorganismos Ruminales

Los ionóforos afectan a algunas bacterias ruminales, debido a que interrumpen el intercambio iónico y modifican los gradientes protónicos y catiónicos de la membrana celular. Como respuesta a esta modificación de gradientes, las bacterias inician un bombeo activo de protones al exterior que les permite mantener las concentraciones iónicas y el equilibrio ácido-básico en su interior; sin embargo, estos procesos requieren suficiente energía metabólica extra (Henderson et al., 1969; Russell, 1989). Al demostrarse que los antibióticos influyen sobre los microorganismos, durante muchos años se ha intentado utilizarlos para controlar el número y tipo de bacterias ruminales, así como los patrones de fermentación ruminal. Los ionóforos afectan más a las bacterias Gram positivas que a las Gram negativas. Las bacterias Gram positivas, además de

carecer de membrana externa, producen succinato por un sistema redox y dependen del nivel de fosforilación de substratos para generar ATP. Esto origina que la energía generada por la fuerza motriz de protones utilizada por estas bacterias para su crecimiento, sea utilizada para contrarrestar los efectos de los ionóforos, lo que finalmente resulta en la reducción del desarrollo celular (Chen y Wolin, 1979; Bergen y Bates, 1984; Russell y Strobel, 1989).

Efectos de los ionoforos en el ambiente ruminal

Los ionóforos modifican indirectamente el ambiente ruminal, como resultado de los cambios en el ecosistema ruminal. Según Bergen y Bates (1984), los ionóforos causan los siguientes efectos biológicos en los rumiantes:

- 1) mejoran la proporción acetato-propionato
- 2) incrementan la concentración de lactato usado para propionato vía acrilato
- 3) disminuyen la desaminación y degradación de proteínas en el rumen
- 4) inhiben la producción de formato en bacterias Gram positivas
- 5) reducen la generación de metano, como resultado de la menor disponibilidad y transferencia de H⁺ entre bacterias
- 6) disminuyen la producción de ácido láctico en condiciones de acidosis
- 7) deprimen el crecimiento de bacterias Gram negativas productoras de succinato
- 8) inhiben el recambio del contenido ruminal
- 9) provocan una ligera inhibición de protozoarios
- 10) reducen la viscosidad del fluido ruminal en animales timpanizados.

Por su parte, Russell y Strobel (1989) indican que los efectos de la Monensina en la fermentación ruminal son diversos, destacan la disminución de la producción de amoníaco y lactato, así como el incremento del pH y la digestibilidad del alimento.

Efecto de los ionóforos en la producción de rumiantes

Los ionóforos se han incorporado a las dietas para rumiantes desde hace varios años con resultados variables. Según Huntington (1992), la adición de estos aditivos a bovinos en pastoreo tienen poco efecto, pero mejoran en un 6% la ganancia de peso. En la Tabla II se resume el efecto de los ionóforos en bovinos alimentados con diferentes proporciones de forraje y concentrado, nivel y tipo de ionóforo, y etapa de producción, entre otros factores; estos aditivos producen cambios consistentes, aunque en ocasiones no significativos, en la ganancia de peso, conversión alimentaria y consumo. Así, el promedio general de las variables evaluadas en dichos experimentos se indica que los ionóforos disminuyen el consumo de MS (3,42%), aumentan la ganancia de peso (4,43%) y mejoran la conversión alimentaria (9,03%).

Bergen y Bates (1984) señalaron que en rumiantes alimentados con alta proporción de carbohidratos rápidamente fermentables, los ionóforos deprimen el consumo de alimento, pero no modifican la ganancia de peso, lo cual implica una mejor conversión alimentaria; además, que cuando los rumiantes reciben dietas con elevada cantidad de forrajes, los ionóforos no deprimen el consumo y mejoran la ganancia de peso. Estos autores afirman que los ionóforos mejoran la eficiencia productiva de bovinos en finalización, debido a que inducen un metabolismo energético y nitrogenado más eficiente, y disminuyen los desórdenes metabólicos.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente estudio se realizó de Junio a Agosto del 2012 en la Unidad Experimental de Digestión y Metabolismo de Rumiantes del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el Ejido Nuevo León, a 50 km al sur de la Ciudad de Mexicali BC, México (32°24'44,16" N, 115°11'56,87" O). El sitio experimental tiene una altitud de 12 msnm (INEGI, 2010) y una precipitación media anual de 75.9 mm. por año. El clima es considerado desértico, con una temperatura media anual de 23 °C (INEGI, 2010). El mes más frío, es Enero con una temperatura media de 13 °C y una mínima promedio de – 1.6 °C, y el mes más caluroso es julio con una temperatura máxima promedio de 45 °C, y una mínima promedio de 20 °C (SIMAR 2011).

Desarrollo Experimental

Se utilizaron cinco novillos cruzados (160 kg de PV) habilitados con cánulas en rumen y duodeno proximal, esta última situada a 6 cm del esfínter pilórico. Los animales se distribuyeron en un diseño de Cuadro Latino 5 x 5 en los siguientes tratamientos: 1) Testigo (PBCII sin suplemento, **TTG**), 2) PBCII + DDGS al 0.3% del PV (**DDGS03**), 3) PBCII + DDGS al 0.3% del PV + MON (**DDGS03M**), 4) PBCII + DDGS al 0.6% del PV (**DDGS06**), y 5) PBCII + DDGS al 0.6% del PV + MON (**DDGS06M**). El consumo diario de MS se restringió a 2.5% del PV. El experimento se realizó en cinco periodos experimentales, cada uno con 14 d de duración, donde los primeros 10 d fueron de adaptación a la dieta y los últimos cuatro para la colección de muestras. Los novillos se alojaron en corraletas individuales de 3.9 m² con bebederos automáticos, comederos abatibles de plástico y tapetes de caucho antiderrapantes. Los animales permanecieron sujetos a la corraleta con una cadena de 1.5 para asegurar el consumo de alimento y facilitar la obtención de muestras. El forraje base utilizado para la alimentación de los animales fue zacate bermuda cruza II tifton 68 (*Cynodon dactylon*) sembrado en el Campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas donde fue cortado y henificado para su utilización en el experimento. Los granos secos de destilería y solubles, DDGS,

fueron provenientes de la fermentación del maíz en la industria del etanol y adquiridos de una explotación comercial.

Colección de Muestras

En cada uno de los cinco periodos experimentales se ofrecieron las dietas a las 0700 y 1900 h. Durante los días de muestreo se realizó la recolección de heces y liquido duodenal dos veces al día, apegado al siguiente protocolo: D1, 0930 y 1530 h; D2, 0800 y 1400 h; D3, 0630 y 1230 h; D4, 0500 y 1100 h. En total se obtuvieron ocho muestras tanto de heces como de duodeno con un intervalo de 90 min durante 12 h. En cada muestreo se tomaron aproximadamente 200 g de heces frescas de cada novillo depositándose en una bolsa de plástico (las 8 muestras mezcladas) y conservadas a -15 °C. Al final del periodo de muestre, el total de las muestras de heces fueron descongeladas a temperatura ambiente, se mezclaron y se extrajo una alícuota de aproximadamente 200 g en base húmeda. Después del tiempo de secado las muestras de heces fueron molidas en una licuadora convencional y almacenadas en un recipiente de plástico para su análisis.

El líquido duodenal se colecto en el mismo horario de las muestras de heces. Se obtuvieron 700 ml en cada uno de los ocho muestreos en cada periodo, se almaceno en un recipiente de plástico de 3 L permaneciendo refrigerados desde la primera recolección, al completar la al cuarto día de muestreo las muestras se llevaron a la estufa de aire forzado a 55° C durante 72 h. una vez secas las muestras fueron molidas en un molino (Thomas wiley) con cedazo de medida de 1 mm y almacenadas en un recipiente de plástico para su posterior análisis.

Para la obtención el contenido total de sólidos y líquidos en rumen, al final del periodo de muestreo, se procedió a realizar el vaciado ruminal (Alvarez y zinn, 2007) con una aspiradora convencional seco-liquido de 50 L. el contenido total se mezcló y se tomaron 2 muestras de aproximadamente 1 kg, e inmediatamente después se devolvió el contenido a la cavidad ruminal. El tiempo transcurrido en realizar el vaciado ruminal en cada animal, desde el momento de retirar el tapón de la cánula ruminal hasta volverlo a

instalar, fue alrededor de 20 minutos. Las muestras tomadas fueron depositadas en un refractario de vidrio y después se colocaron en la estufa de aire forzado a 55 °C durante 72 h. Las muestras secas fueron procesadas en un molino (Thomas wiley) a 1mm de diámetro y almacenadas en recipientes de plástico para su posterior análisis.

Análisis de laboratorio

El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios de nutrición animal del Instituto de Ciencias Agrícolas y de la Universidad de California de Davis.

Los procedimientos de laboratorio realizados fueron materia seca (MS) en una estufa de aire forzado, parcial (MSP) a 55 °C durante 72 h y total (MST) a 105 °C durante 24 h, cenizas en una mufla a 550 °C durante 4 h, nitrógeno total (N) por el método Kjeldahl, nitrógeno amoniacal en destilación con MgO, todos estos análisis se realizaron de acuerdo a los procedimientos descritos por AOAC (2000). Mediante la estimación de purinas como marcador microbial (Zinn y Owens 1986) se calcularon la materia orgánica microbial (MOM) y nitrógeno microbiano (NM) que llega a duodeno. La fibra detergente neutro (FDN) se analizó mediante el método de Van Soest et al. (1991) y concentración de óxido crómico CrO₃ con el procedimiento establecido por Hill y Anderson (1958).

Análisis estadístico

Para el análisis de la información obtenida, se utilizó un diseño de cuadro latino 5x5

Descrito en el modelo

$$Y_{ijk} = u + T_i + C_j + H_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta

u = Medida de tendencia central

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento, $i = 1 \dots t = 5$

C_j = Efecto del j -ésimo novillo, $j = 1 \dots n = 5$

H_k = Efecto del K -ésimo periodo, $k = 1 \dots b = 5$

E_{ijk} es el error experimental en cada unidad experimental

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento Proc Mixed del programa de análisis estadístico de SAS (2002), dentro del que se incluyó la evaluación de los contrastes ortogonales: **Contraste 1**, Testigo vs resto de los tratamientos; **Contraste 2**, DDGS 0.3% vs DDGS 0.6% y **Contraste 3**, Monensin vs No Monensin.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo diario total de los nutrientes ofrecidos en los diferentes tratamientos durante el experimento se observa en el Cuadro 2. Debido a que las condiciones en experimentos de metabolismo digestivo el consumo debe preferentemente ser restringido, en este caso se fijó en 2.4% del Peso Vivo (PV) en base seca, nivel aceptable si se considera que la dieta basal es una gramínea de mediana calidad y permite cumplir con los requerimientos establecidos por NRC (2000) para mantenimiento y una ganancia esperada alrededor de 0.6 kg*d⁻¹ y mantener el consumo considerado como óptimo (80 a 90 g * kg PV⁻¹) cuando los animales son alimentados a base de forrajes (Mertens y Ely, 1979).

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS INGREDIENTES EN LA DIETA OFRECIDA A LOS NOVILLOS EN EL EXPERIMENTO.

	Alimentos ofrecidos	
	FBM	DDG
MS	94.9	92.9
N	0.96	4.06
FDN	68.0	44.6
Cenizas	7.93	12.1
Energía	***	***

MS=Materia Seca, N=Nitrógeno, FDN= Fibra Detergente Neutro.

FBM= Forraje bermuda

DDG= Granos secos de destilería

CUADRO 2. CONSUMO DIARIO DE NUTRIENTES (g*d⁻¹) EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DDGS Y MONENSINA

	Tratamientos				
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M
MS	3738	3739	3721	3724	3724
g/kg PV ⁷⁵	83.1	83.1	82.7	82.8	82.8
MO	3427	3442	3408	3431	3418
FDN	2495	2370	2357	2195	2221
N	35.1	47.7	47.6	61.7	62.5

MS= Materia Seca, FDN= Fibra Detergente Neutro, MO= Materia orgánica,
N=Nitrógeno

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina,

CUADRO 3. FLUJO DE NUTRIENTES A DUODENO EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE DDG CON Y SIN MONENSINA

	Tratamiento ¹					EE ²	C1 ³		C2 ⁴		C3 ⁵	
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M		TTG	TMT	DDG03	DDG06	MON	NOMON
flujo hacia duodeno g/d												
MO ^{6,7}	2173	1677	1608	1961	1952	67.7	2173	1800	1643	1957	1780	1819
FDN ^{6,8}	1028	773	758	825	859	52.8	1028	804	766	842	809	799
N ^{7,10}	59.4	51.5	47.5	68.8	67.7	1.69	59.4	58.9	49.5	68.3	57.6	60.2
N-Amoniaca ^{6,9}	0.58	0.43	0.36	0.46	0.52	0.04	0.58	0.44	0.4	0.49	0.44	0.45
N- Microbial ^{6,7}	39.0	31.2	28.7	37.3	36.4	1.09	39.0	33.4	30.0	36.9	32.6	34.3
N- No Amónica ^{9,10}	58.8	51.1	47.1	68.3	67.2	1.69	58.8	58.4	49.1	67.8	57.2	59.7
N-Bypass ^{6,7}	19.8	19.9	18.4	31.0	30.8	1.09	19.8	25.0	19.2	30.9	24.6	25.5

MO= Materia Orgánica, FDN= Fibra Detergente Neutro, N= Nitrógeno.

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina. MON= Adición de monensina, NOMON= No adición de monensina

²EE= Error estándar.

³C1= Testigo vs Tratamientos.

⁴C2= DDG03 vs DDG06.

⁵C3= MON vs NOMON.

⁶Efecto de C1, P < 0.01

⁷Efecto de C2, P <0.01

⁸Efecto de C2, P <0.05

⁹Efecto de C2, P < 0.10

¹⁰Efecto de C3, P <0.10

En el Cuadro 3 se presenta la influencia de los factores en estudio, que fueron la adición de DDGS y Monensina, sobre el flujo hacia duodeno ($g \cdot d^{-1}$) de MO, FDN y los distintos componentes de la fracción nitrogenada (N total, N, N amoniacal, NA, N Microbial, NM, N no amoniacal, NNA y N sobrepasante del alimento, NSA). Al comparar al testigo, que únicamente recibió Zacate Bermuda, con el promedio de los tratamientos suplementados con DDGS y Monensina, ocurrió en estos una disminución ($P < 0.01$) de 17, 22, 24 y 14% en las cantidades que alcanzaron el duodeno de MO, FDN, NA y NM, respectivamente. En cambio la cantidad de NSA se elevó 25% ($P < 0.01$), pero en los flujos hacia duodeno de N y NNA no se detectaron diferencias ($P > 0.05$). Al comparar los dos niveles de DDGS suplementado, independientemente de la adición de Monensina, el mayor nivel de DDGS (0.6% del PV) suplementado causó una consistente elevación en el flujo hacia duodeno de la MO (20%, $P < 0.01$), FDN (10%, $P < 0.05$), N (38%, $P < 0.01$), NA (23%, $P < 0.10$), NM (23%, $P < 0.01$), NNA (38%, $P < 0.10$) y NSA (31%, $P < 0.01$). Finalmente, la adición de Monensina, aunque elevó 4.5 y 4.3% las cantidades de N y NNA, respectivamente, que llegaron a duodeno, esto solo puede considerarse como una tendencia ($P < 0.10$).

Los valores de digestión en rumen de la MO, FDN y N, generación de NM ($g \cdot d^{-1}$), la eficiencia microbiana y de uso del N se observan en el Cuadro 4. En los tratamientos que recibieron DDGS la digestión en rumen de la MO, FDN y N fue mayor (Contraste 1; $P < 0.01$) 19, 10 y 26%, respectivamente, al compararse con el testigo. Esta respuesta era esperada debido no solo al reducido contenido de N en el tratamiento Testigo (Cuadro 1), sino también a que al aumentar el flujo de N por la adición de DDGS debido a que los granos de destilería poseen una mayor cantidad de proteína cruda 30.2% (NRC 2000), esto disminuye la cantidad de N reciclado característico de dietas por debajo de 7% de PC y por tanto también la subestimación de la digestión en rumen (Satter y Roffler, 1975), resultando en un incremento porcentual en la digestibilidad del N, superior al que provocó la adición de DDGS en los otros componentes como la digestión en rumen de la MO y la FDN. Paradójicamente, cuando existe menor calidad y cantidad de proteína en la dieta, existe un mayor aporte de proteína hacia el tracto bajo, esto debido a las bacterias del

rumen mejoran la calidad de las proteínas, en pocas palabras es más eficiente ya que con menor calidad de proteína se obtiene un mayor aporte de nitrógeno. La adición de Monensina no tuvo influencia ($P > 0.05$) sobre la digestión en rumen de la MO, FDN y N.

En el mismo Cuadro 4 se observa que los tratamientos que recibieron una dosis mayor de DDGS (0.3 vs 0.6% del PV) presentaron menor ($P < 0.01$) digestión en rumen de la MO, FDN y N. Nava (2015, datos no publicados) con niveles de adición de DDGS de 0.23 y 0.45% como porcentaje del consumo diario de MS reportó una disminución 3.2 y 6.7% en la digestión de la FDN y FDA. Entonces, por el mayor nivel de asignación de DDGS alcanzado en el presente estudio, era de esperarse una mayor caída en los valores de digestión de la MO y FDN en el rumen, esto ocurrió al observarse una disminución ($P < 0.01$) de 12 y 8%, respectivamente. Es posible que el mayor contenido de energía disponible ofrecido en el tratamiento alto en DDGS haya contribuido a la disminución en la digestión de la FDN funcional, que es la aportada por el pasto bermuda (Cyriac et al. 2005), Un efecto similar al que ocurre al disminuir la digestión de la fibra cuando los rumiantes reciben mayor cantidad de carbohidratos solubles en la dieta.

En el mismo Cuadro 4 se presenta la respuesta diferencial a los tratamientos aplicados en el presente estudio de las variables relacionadas con la fracción microbiana. Al compararse con el Testigo, en los tratamientos que recibieron DDGS disminuyó 14 y 26% la generación de MOM (gramos de NM que llegan a duodeno $\times 10$) y la eficiencia microbiana (gramos de N microbiana por kilogramo de MO fermentada en rumen), respectivamente. Cuando la dieta es solo forraje hay una tendencia de mayor actividad microbiana lo que se traduce en una mayor eficiencia microbiana, esto probablemente es debido a que el forraje solo tiene una mayor retención en rumen y favorece una mayor cantidad de MOM. Esto coincide con lo reportado por diversos autores que señalan una relación positiva entre la cantidad de fibra funcional presente en la dieta y el crecimiento bacteriano, siempre que se mantenga el mínimo requerido de energía digestible, N y un pH óptimo, entre otras condiciones (Zinn y Alvarez, 1998; NRC, 2000). Esto ocurre con frecuencia en dietas con baja densidad energética en las que prevalecen mayores cantidades de forrajes de mediana o baja calidad, que propiamente no garantizan mayor rendimiento productivo en ganado de engorda o pastoreo. Sin embargo, al contrastar el

nivel de 0.3 vs 0.6% de DDGS, en el nivel más alto se observó una elevación de 23, 38 y 6% en la síntesis de MOM, eficiencia microbiana y eficiencia del N (esta última estimada como el N no Amónico que llega a duodeno en relación al total de N consumido), respectivamente. Con este resultado es evidente el efecto complementario y aditivo de una mayor cantidad de DDGS en la ración diaria, por ser un ingrediente de alto valor energético y proteico, que en este estudio elevó el aporte de N de origen microbiano en el duodeno. Los aportes de proteína y energía necesarios para el crecimiento de los microorganismos constituyen los principales factores limitantes de la síntesis de proteína microbiana en rumen (Hoover y Stokes, 1991). Esto confirma que una mayor proporción de DDGS facilita una mayor disponibilidad de nitrógeno y energía situación que promueve una mayor síntesis microbiana en el rumen. Esto es esencial para optimizar el nitrógeno y la energía disponible para síntesis de proteína microbiana (Bulang et al., 2007).

CUADRO 4. DIGESTIÓN EN RUMEN, SÍNTESIS MICROBIAL Y EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE DDG CON Y SIN MONENSINA

%	Tratamientos ¹						C1 ³		C2 ⁴		C3 ⁵	
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M	EE ²	TTG	TMT	DDG03	DDG06	MON	NOMON
Digestión en rumen, %												
MO ^{9,10}	48.2	60.1	61.3	53.7	53.5	1.70	48.2	57.2	60.7	53.6	57.4	56.9
FDN ^{9,10}	58.8	67.4	67.9	62.4	61.3	2.30	58.8	64.8	67.7	61.9	64.6	64.9
N ^{9,10}	43.7	58.3	61.4	49.8	50.7	2.00	43.7	55.1	59.9	50.3	56.1	54.1
MOM ^{6,9,10}	390	312	287	373	364	10.9	390	334	300	369	326	343
EFM ^{7,9,10}	23.5	15.2	13.9	20.4	20.0	1.00	23.5	17.4	14.6	20.2	17.0	17.8
EFN ^{8,9,11,12}	1.68	1.07	0.99	1.1	1.07	0.03	1.68	1.06	1.03	1.09	1.03	1.09

MO= Materia Orgánica, FDN= Fibra Detergente Neutro, N= Nitrógeno, MOM= Materia Orgánica Microbial

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina,

²EE= Error estándar.

³C1= Testigo vs Tratamientos.

⁴C2= DDG03 vs DDG06.

⁵C3= Mon vs NOMON

⁶MOM= 9g NM*100 / kg MO fermentada

⁷ EFM=Eficiencia Microbial= g de N Microbial/kg de MO fermentada.

⁸EFN= Eficiencia del Nitrógeno =N no amoniacal que llega a duodeno/total de N consumido

⁹Efecto de C1, P < 0.01

¹⁰Efecto de C2, P <0.01

¹¹Efecto de C2, P <0.05

¹²Efecto de C3, P <0.10

En la eficiencia del nitrógeno podemos observar que hubo diferencia ($P < 0.05$) entre el testigo vs tratamientos, debido a que la suplementación de DDG aumento la cantidad de energía y proteínas en la ración, se observó también que existen diferencias ($P < 0.10$) entre el nivel de DDGS notándose que el tratamiento con mayor nivel de DDG tiene una mayor eficiencia del nitrógeno esto debido a la disponibilidad de la cantidad de nitrógeno. La adición de Monensina disminuyo la eficiencia del N (Contraste 3; $P < 0.10$). Diversos estudios demuestran que la Monensina reduce la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos libres del rumen (Surber y Bowman, 1998) y por tanto la concentración de amoniaco (Che-Ming y Russell, 1993). La tetranosina y la Monensina disminuyeron en 30% la concentración de amoniaco en rumen (Newbold et al., 1993b) e incrementan el flujo de proteínas del rumen, como consecuencia de una menor proteólisis y desaminación de aminoácidos (Newbold et al., 1990).

En el Cuadro 4 se observa la influencia de los tratamientos y los factores en estudio sobre la digestión postruminal de la MO y el N. No existió ($P < 0.05$) influencia de los tratamientos ni por separado de los factores en estudio ($P > 0.05$) sobre la degradación de la MO, es posible que el elevado error estándar de las medias de los tratamientos imposibilitara detectar. En contraste existió un incremento ($P < 0.10$) de 5% en la digestión postruminal del N con el incremento de 0.3 a 0.6% de DDGS en la ración.

CUADRO 5. DIGESTIÓN POSTRUMINAL EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE DDG CON Y SIN MONENSINA

%	Tratamiento ¹						EE ²	C1 ³		C2 ⁴		C3 ⁵	
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M	TTG		TMT	DDG03	DDG06	MON	NOMON	
MO	31.7	25.8	28.4	35.5	32.6	4.2	31.7	30.6	27.1	34.1	30.5	30.6	
N ⁶	66.3	65.2	65.4	68.9	68.3	2.3	66.3	67.0	65.3	68.6	66.9	67.1	

MO= Materia Orgánica, N= Nitrógeno.

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina,

²EE= Error estándar.

³C1= Testigo vs Tratamientos.

⁴C2= DDG03 vs DDG06.

⁵C3= Mon vs NOMON

⁶Efecto de C2, P < 0.10

En el Cuadro 5 se presentan los valores de digestión total de MO, FDN y N en novillos alimentados a base de pasto bermuda suplementados con diferentes niveles de DDGS y Monensina. Al comparar al Testigo con los tratamientos que recibieron DDGS ocurrió en estos un incremento de 12 y 51% en la digestión total de la MO y el N ($P < 0.05$), respectivamente, conservándose una respuesta similar a la observada en el rumen. Otros estudios han encontrado efectos positivos en la ingesta y digestibilidad total, debido a que las fuentes de fibra degradable se complementan fácilmente como fuentes de energía cuando el ganado consume dietas basadas en forraje (Hannah et al., 1990). Por otro lado, al comparar la adición de 0.3 vs 0.6% de DDGS no se observó (Contraste 2; $P > 0.05$) influencia sobre la digestión total de la MO y N, a diferencia de cómo había sido observado en rumen. Esta respuesta era de esperarse debido al efecto compensatorio a la digestión en rumen, al observarse una tendencia ($P > 0.05$) a una mayor digestión postruminal de la MO y N, cuando se agregaron 0.6% de DDGS en la ración. Al comparar el Testigo con el resto de los Tratamientos no se observaron diferencias (Contraste 1; $P > 0.05$) en la digestión Total de la FDN, pero al contrastar los niveles de DDGS si persistió en la digestión total la reducción en la digestión de la FDN en rumen.

En el Cuadro 6 se observa la influencia de la aplicación de los tratamientos sobre las fracciones evaluadas del contenido total, sólidos y líquidos en el rumen. Aunque los promedios de pH, FDN y MS parcial se ubican en el rango típico observado en dietas con similares características a las aplicadas en el presente estudio y los estimadores de dispersión de las medias son aceptables, no se observó influencia ($P > 0.05$) de ninguno de los factores en estudio sobre ninguna de estas variables estimadas en el en el contenido ruminal. En este mismo sentido tampoco existió influencia ($P > 0.05$) de los tratamientos sobre el contenido Total y de Sólidos y Líquidos en el rumen.

CUADRO 6. DIGESTIÓN TOTAL EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE DDG CON Y SIN MONENSINA

%	Tratamiento1						C13		C24		C35	
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M	EE2	TTG	TMT	DDG03	DDG06	MON	NOMON
MO ⁷	56.8	63.9	66.5	63.2	61.6	2.7	56.8	63.8	65.2	62.4	64.1	63.6
FDN ⁸	59.4	64.8	67.2	60.3	60.2	2.3	59.4	63.1	66	60.3	63.7	62.6
N ⁶	42.8	62.4	65.7	65.4	65.6	3.7	42.8	64.8	64.1	65.5	65.7	63.9

MO= Materia Orgánica, FDN= Fibra Detergente Neutro, N= Nitrógeno, MOM= Materia Orgánica Microbial

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina,

²EE= Error estándar.

³C1= Testigo vs Tratamientos.

⁴C2= DDG03 vs DDG06.

⁵C3= Mon vs NOMON

⁶Efecto de C1, P < 0.01

⁷Efecto de C1, P < 0.05

⁸Efecto de C2, P <0.05

CUADRO 7. CONTENIDO RUMINAL EN NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE PASTO BERMUDA SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE DDG CON Y SIN MONENSINA.

%	Tratamiento ¹					EE ²	C1 ³		C2 ⁴		C3 ⁵	
	TTG	DDG03	DDG03+M	DDG06	DDG06+M		TTG	TMT	DDG03	DDG06	MON	NOMON
pH	6.5	6.6	6.5	6.4	6.4	0.08	6.5	6.5	6.6	6.4	6.5	6.5
FDN	65.9	65.1	66.4	64.1	64.7	1.35	65.9	65.1	65.8	64.4	65.6	64.6
MS	14.9	13.9	13.9	14.3	14.6	0.58	14.9	14.2	13.9	14.5	14.3	14.1
kg												
Total	21.1	21.5	22.1	20.6	20.8	1.41	21.1	21.3	21.8	20.7	21.5	21.1
solido	12.2	12.5	12.8	11.9	12	0.82	12.2	12.3	12.7	12	12.4	12.2
liquido	8.9	9.1	9.3	8.7	8.8	0.6	8.9	8.9	9.2	8.8	9.1	8.9

MS= Materia Seca, FDN= Fibra Detergente Neutro, pH= Potencial de Hidrogeno.

¹Tratamientos: TTG = Testigo, DDG03 = Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG03+M =Adición de 0.3% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina, DDG06= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo, DDG06+M= Adición de 0.6% de DDG como porcentaje del peso vivo con monensina,

²EE= Error estándar.

³C1= Testigo vs Tratamientos.

⁴C2= DDG03 vs DDG06.

⁵C3= Mon vs NOMON

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS) ofrecidos a un nivel de 0.3% del consumo diario de MS, en relación al peso vivo, mejora la utilización de forrajes de mediana o baja calidad, pero por encima de este nivel de inclusión tiende a disminuir la utilización de fracciones como MO y FDN, aunque la fracción nitrogenada si presenta un efecto aditivo. Se recomienda complementar esta información con estudios de comportamiento a fin de evaluar el impacto diferencial observado en las fracciones fibrosa y de generación de N microbial.

LITERATURA CITADA

Adams, D. C. 1985. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. *J. Anim. Sci.* 61:1037.

Álvarez, E.G. and Zinn, R.A. 2007. Influence of site of casein infusion on voluntary feed intake and digestive function in steer calves fed a sudangrass-based growing diet. *J. Anim. Vet. Adv.* 6:249 - 256.

ASTIBIA, O.R.; CANGIANO, C.A.; COCIMANO, M.R. Y SANTINI, F.J. 1982. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(4): 373-384.

Beauchemin, K.A. & Yang, W.Z. 2005. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88:2117

Belyea, R, Rausch, K, Clevenger, T, Singh, V, Johnston, D y Tumbleson, M. 2010. Sources of variation in composition of DDGS. *Animal Feed Science and Technology.* 159: 122-130

Bergen WG, Bates DB (1984) Ionophores: their effect on production, efficiency and mode of action. *J. Anim. Sci.* 58: 1465-1883.

Blasi D. A.; Drouillard J.; Brouk M. J. and Montgomery, S. 2001. Corn gluten feed composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Service. Kansas. EEUU.

Browman, J.G.P., and D.W. Sanson.1996.starch or fiber based energy supplements for grazing ruminants. Pages 118-135 in proc. Grazing livest. Nutr. Conf. rapid city, SD.

Buckner C. D., Wilken M. F., Benton J. R., Vanness S. J., Bremer V. R., Klopfenstein T. J., Kononoff P. J. y Erickson, G. E.. 2011. Nutrient variability for distillers grains plus solubles and dry matter determination of ethanol by-products. Department of Animal Science,

University of Nebraska, Lincoln 68583-0908 The Professional Animal Scientist 27 (2011):57–64

Bulang, M., C. Elwert, J. Spilke, M. Rodehutschord. 2007. Suitability of synthetic alkanes as markers for the estimation of passage rate in sheep. *Livest. Sci.* doi: 10.1016/j.livsci.2007.06.007 .

Burrin D.G., R. A Stock and R. A Britton. 1988. Monensin level during grain adaption and finishing performance in cattle. *J. Anim. Sci.* 66:2: 513-521

Cao, Z. J., J. L. Anderson, and K. F. Kalscheur. 2009. Ruminal degradation and intestinal digestibility of dried or wet distillers grains with increasing concentrations of condensed distillers solubles. *J. Anim. Sci.* 87:3013–3019.

Chen M, Wolin MJ (1979) Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 38: 72- 77.

Che-Ming JY, Russell B (1993) The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. *J. Anim. Sci.* 71: 3470-3476.

Clary, E. M., R. T. Brandt Jr., D. L. Harmon, and T. G. Nagaraja. 1993. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. *J. Anim. Sci.* 71:3115–3123.

Cyriac, J., Abdelqader, M. M., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R. & Schingoethe, D. J. 2005. Effect of replacing forage fiber with non-forage fiber in lactating dairy cow diets. *Poult. Sci.* 88:252

Davis, G. V., and A. B. Erhart. 1976. Effect of monensin and urea in finishing steer rations. *J. Anim. Sci.* 43:1–8

Delfino J, Mathison GW, Smith MW (1988) Effect of lasalocid on feedlot performance and energy partitioning in cattle. *J. Anim. Sci.* 66: 136-150.

Di Lorenzo, N y Galyean, M. 2010. Applying technology with newer feed ingredients- Do the paradigms apply?. J Anim. Sci. 88 (E. Suppl): E123-E132.

Duff GC, Galyean ML, Branine ME, Hallford DM (1994) Effects of lasalocid and monensin plus tylosin on serum metabolic hormones and clinical chemistry profiles of beef steers fed a 90% concentrate diet. J. Anim. Sci. 72: 1049-1058.

Felix, T. L., and S. C. Loerch. 2011. Effects of haylage and monensin supplementation on performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism of feedlot cattle fed diets containing 60% dried distillers grains. J. Anim. Sci. 89:2614–2623.

Fieser B.G and E. S. Vanzant. 2004. Interactions between supplement energy source and tall fescue hay maturity on forage utilization by beef steers. Journal of Animal Science 2004 82: 1: 307-318

Gill, D. R., J. R. Martin, and R. Lake. 1976. High, medium, and low corn silage diets with and without monensin for feedlot steers. J. Anim. Sci. 43:363–368

Gottschalk, A. 2007. The impacts of the U.S. corn/ethanol policy on the U.S. cattle industry. In: Proc. Range Beef Cow Symp. XX, Denver, CO. p. 1.

Griffin, W. A., V. R. Bremer, T. J. Klopfenstein, L. A. Stalker, L.W. Lomas, J. L. Moyer, and G. E. Erickson. 2009. Summary of grazing trials using dried distillers grains supplementation. Pages 37–39 in Nebraska Beef Cattle Report. MP 92. Univ.Nebraska, Lincoln

Gustad, K. H., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, K. J. Vander Pol, J. C. MacDonald, and M. A. Greenquist. 2006. Dried distiller's grains supplementation of calves grazing corn residue. Nebraska Beef Cattle Rep. MP 88-A:36.

Gutierrez-Ornelas, E., and T. J. Klopfenstein. 1991. Changes in availability and nutritive value of different corn residue parts as affected by early and late grazing seasons. J. Anim. Sci. 69:1741–1750.

Hannah, S. M., J. A. Peterson, J. E. Williams, and M. S. Kerley, 1990. Effects of corn vs corn gluten feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficiency of gain. J. Anim. Sci. 68:2536–2545.

Ham, G. A., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, E. M. Larson, D. H. Shain, and R. P. Huffman. 1994. Wet corn distillers byproducts compared to dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:3246–3257.

Harvey, R. W., M. B. Wise, T. N. Blumer, and E. R. Barrick. 1968. Influence of added roughage and chlortetracycline to all-concentrate rations for fattening steers. *J. Anim. Sci.* 27:1438–1444.

Henderson PJF, McGivan JD, Chappell JB (1969) The action of certain antibiotics on mitochondrial, erythrocyte and artificial phospholipid membranes. *Biochem. J.* 11: 521-530.

Hess, B.W., Moss, G.E. and Rule, D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science.* 86: E188-E204.

Hill, G. M., R. N. Gates, and J. W. West. 2001. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. *J. Anim. Sci.* 79(E. Suppl.): E48-E58.

Hill F. N., Anderson D.L. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. *J. Nutr.* 64:587-603

Hoover W. H. and S.R Stokes. 1991. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630-3644

Heinemann, W. W., E. M. Hanks, and D. C. Young. 1978. Monensin and tylosin in a high energy diet for finishing steers. *J. Anim. Sci.* 47:34–40.

Huntington G (1992) Utilización de ionóforos para bovinos. Memoria del Curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes. Colegio de Postgraduados. México. 1- 13.

INEGI. 2010. Anuario estadístico del estado de baja California. Instituto nacional de estadística, geografía e informática y gobierno del estado de baja California, Mexico pp 3-7

Islas, A., and S. A. Soto-Navarro. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J. Anim. Sci.* 89:1229–1237.

K. H. Jenkins , J. C. MacDonald , F. T. McCollum III , and S. H. Amosson . 2009. Effects of Level of Dried Distillers Grain Supplementation on Native Pasture and Subsequent Effects on Wheat Pasture Gains *The Professional Animal Scientist* 25:596–604

Káiser R.M. 2006. Utilizando el creciente abasto de granos de destilería. *Novedades lácteas*. Universidad de Wisconsin. Instituto Babcock. Nº. 902.

Klopfenstein, T. J., G. E. Erickson, and V. R. Bremer. 2008. Boardinvited review: Use of distillers byproducts in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223–1231.

Klopfenstein, T. J., R. A. Mass, K. W. Creighton, and H. H. Patterson. 2001. Estimating forage protein degradation in the rumen. *J. Anim. Sci.* 79(E Suppl.):E208–E217.

Krause, K.M., Combs, D.K. & Beauchemin, K.A. 2002. Effects of forage particle size and grain ferment ability in midlactation cows. II. Ruminant pH and chewing activity. *J. Dairy Sci.* 85: 1947

Lake R. P, D. C. Clanton and J. F. Karn. 1974. Intake, Digestibility and Nitrogen Utilization of Steers Consuming Irrigated Pasture as Influenced by Limited Energy Supplementation. *Journal of Animal Science* 1974 38: 6: 1291-1297

MacDonald, J. C., and T. J. Klopfenstein. 2004. Dried distiller's grains as a grazed forage supplement. *Nebraska Beef Cattle Rep.*

MacDonald, J. C., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, and W. A. Griffin. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of heifers grazing smooth bromegrass pastures. *J. Anim. Sci.* 85:2614–2624.

Marsalis, M. A., R. E. Kirksey, R. Flynn, M. K. O'Neill, L. M. Lauriault, and M. Place. 2008. *New Mexico corn and sorghum performance tests*. Las Cruces: New Mexico State University Agricultural Experiment Station.

Mertens, D. R., and L. O. Ely, 1979. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *Journal of Animal Science.* 49 (4):1085-1095.

Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, J. J. Sindt, M. A. Greenquist, B. E. Dejenbusch, E. J. Good, E. R. Loe, M. J. Sulpizio, T. J. Kessen, and R. T. Ethington. 2005. Effects of dried full-fat corn germ and vitamin E on growth performance and carcass characteristics of finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 83:2440–2447.

Moore, J. E., M. H. Brant, W. E. Kunkle, and D. I. Hopkins. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2):122–135.

Morris, S. E., T. J. Klopfenstein, D. C. Adams, G. E. Erickson, and K. J. Vander Pol. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forage. *Nebraska Beef Cattle Rep.* MP 83-A:18.MP 80-A:25.

Mustafa, A, McKinnon, J, Ingledew, M, y Christensen, D. 2000. The nutritive value for ruminants of thin stillage and distillers' grains derived from wheat, rye, triticale and barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 607–613.

Navarro, J.P. Lizarraga, G. peñuñuri y F.J. Cabanillas. 1984. Evaluación de distintas fuentes de suplementación energética en praderas de Reygrass mas un periodo corto de finalización en corral. *Técnica pecuaria suplemento* 11.

Newbold CJ, Wallace RJ, Walker ND (1993b) The effect of tetronasin and monensin on fermentation, microbial numbers and the development of ionophore-resistant bacteria in the rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 75: 129-134.

Newbold CJ, Wallace RJ, McKain N (1990) Effect of the ionophore tetranosin on nitrogen metabolism by ruminal microorganisms in vitro. *J. Anim. Sci.* 68: 1103-1109.

NRC. 1996. *Nutrient Requirement of Beef Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

NRC. 2000. *Nutrient Requirement of Beef Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Owens, F. N. 1980. Ionophore effect on utilization and metabolism of nutrients-ruminants. Pages 11–25 in *Proc. Georgia Nutr. Conf. Feed Ind.* Atlanta. Univ. Georgia, Athens.

Partida, A. B. 2003. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción forrajera y valor nutricional del zacate Ballico anual en el valle de Mexicali. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California – Instituto de Ciencias Agrícolas.

Poppi, D. P. and S. R. Mclenan. 1995. protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci* 73:278-290

Pressman BC (1976) Biological applications of ionophores. *Ann. Rev. Biochem.* 45: 501-529.

R K Barton, L J Krysl, M B Judkins, D W Holcombe, J T Broesder, S A Gunter and S W pasture. Time of daily supplementation for steers grazing dormant intermediate wheatgrass *J ANIM SCI* 1992, 70:547-558.

Raun, A. P., C. O. Cooley, E. L. Potter, R. P. Rathmacher, and L. F. Richardson. 1976. Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 43:670–677.

Ramírez R., H. A. y Huerta, B. M. 2008. Granos Secos de Destilería con Solubles: Revisión y Análisis Sobre su Utilización en la Alimentación Animal. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Richardson, L. F., A. P. Raun, E. L. Potter, C. O. Cooley, and R. P. Rathmacher. 1976. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. *J. Anim. Sci.* 43:657–664

Rodríguez G. J., A. López L., D. Calderón M. , J. Cortés N. , J. F. Ponce M. , J. E. Guerra L. y B. A. Partida R. . 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la composición química y digestibilidad in vitro del ballico anual en el valle de Mexicali. Memorias de la XI reunión sobre producción de carne y leche en climas cálidos. Mexicali, B. C.

Russell JB, Strobel HJ (1989) Effect of ionophoros on ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 55: 1-6.

Satter, L. and Roffler, R. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 1219-1237.

Schelling GT (1984) Monensin mode of action in the rumen. *J. Anim. Sci.* 58: 1518-1527.

Schingoethe D.J. 2006. Utilization of DDGS by Cattle. J. Dairy Sci. 27th Western Nutrition Conference, Winnipeg, Manitoba, Canadá. p. 61-74.

Schingoethe, D.J., 2007. Strategies, benefits, and challenges of feeding ethanol byproducts to dairy and beef cattle. In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL, Univ. Florida, Gainesville, FL, USA

Shurson, J., Spiels, M., Whitney, M., Baidoo, S., Johnston, L., Shanks, B., Wulf, D., 2001. The value of distillers dried grains with solubles in swine diets. In: Mn. Nutr. Conf. Mn. Corn Growers Assoc. Tech. Sympos., Bloomington, MN.

Spiels, M. J., M. H. Whitney, and G. C. Shurson. 2002. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from

Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopfenstein, and C. T. Milton. 1999. Review of new information in the use of wet and dry milling food byproducts in feedlot diets. J. Anim. Sci. 77(Suppl. 1):247 (Abstr.).

Surber LMM, Bowman JGP (1998) Monensin effects on digestion of corn or barley highconcentrate diets. J. Anim. Sci. 76: 1945-4954

Thompson W.R. and J. G. Riley. 1980. Protein Levels with and without Monensin for Finishing Steers. Journal of Animal Science 1980 50: 4: 563-57.

Van Soest, P.J.. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ed. O & B Books, Inc., Corvallis, OR. pp 75.

Villalobos, j. c. y r. guarneros a. 2002. Suplementación de proteína y energía para novillos y vacas en pastoreo. INIFAP-SAGAR Campo Experimental Aldama.

Walter L. Jaalhus, J. L., Robertson W. M., McAllister T. A., Gibb D. J., Dugan M. E. R., Aldai N., y McKinnon J. J. 2010. Evaluation of wheat or corn dried distillers' grains with solubles on performance and carcass characteristics of feedlot steers. Can. J. Anim. Sci. 90: 259_269.

West, J. W., G. M. Hill, R. N. Gates, and B. G. Mullinix. 1997. Effects of dietary forage source and amount of forage addition on intake, milk yield and digestion by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1656-1665.

Zinn, R. A., and F. N. Owens. 1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.* 66:157–166.

Zinn, R. A., A. Plascencia, and R. Barajas. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. *J. Anim. Sci.* 72:2209–2215.

Zinn, R. A., and A. Plascencia. 1996. Effects of forage level on the comparative feeding value of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 74:1194–1201.

Zinn, R. A., and J. L. Borques. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, highenergy growing-finishing diet by feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 71:18–25.

Zinn, R. A., E. G. Alvarez, M. F. Montano, A. Plascencia, and J. E. Ramirez. 1998. Influence of tempering on the feeding value of rolled corn in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 76:2239–2246.