

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA
MAS SOLUBLES SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE
VACAS HOLSTEIN**

TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE: MAESTRO
EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA
WALKIRIA GISSELA CÁCERES CÁRCAMO

DIRECTOR DE TESIS
DR. MARTÍN FRANCISCO MONTAÑO GÓMEZ

DRA. OLGA MARITZA MANRÍQUEZ NÚÑEZ
CO-DIRECTOR

ASESORES
DR. VÍCTOR MANUEL GONZÁLEZ VIZCARRA
DR. MIGUEL ÁNGEL MELLADO BOSQUE
DR. JAIME SALINAS CHAVIRA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

ENERO DE 2013

Efecto de la Suplementación de Granos Secos de Destilería mas Solubles sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein. Tesis presentada por Walkiria Gissela Cáceres Cárcamo como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:

Dr. Martín Francisco Montaña Gómez
Director Principal

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez
Co-Director

Dr. Víctor Manuel González Vizcarra
Asesor

Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor

Dr. Jaime Salinas Chavira
Asesor

Contenido

| | |
|---|--------------------------------------|
| Lista de Cuadros | ii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| RESUMEN: | 0 |
| ABSTRACT:..... | vi |
| INTRODUCCIÓN | ¡Error! Marcador no definido. |
| HIPOTESIS | 5 |
| OBJETIVO..... | 6 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 7 |
| Efecto de niveles de DDG´S sobre producción de leche | 7 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre producción de leche | 11 |
| Efecto de subproductos sobre producción de leche | 12 |
| Efecto de niveles de DDG´S sobre porcentaje de grasa en leche | 14 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre porcentaje de grasa en leche..... | 16 |
| Efecto de subproductos sobre porcentaje de grasa en leche..... | 17 |
| Efecto de niveles de DDG´S sobre porcentaje de proteína en leche..... | 17 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre porcentaje de proteína en leche | 19 |
| Efecto de subproductos sobre porcentaje de grasa en leche | 21 |
| Efecto de niveles de DDG´S sobre porcentaje de lactosa en leche | 21 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre porcentaje de lactosa en leche | 22 |
| Efecto de subproductos sobre porcentaje de lactosa en leche | 23 |
| Efecto de niveles de DDG´S sobre conteo de células somáticas | 24 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre conteo de células somáticas | 24 |
| Efecto de subproductos sobre conteo de células somáticas..... | 25 |
| Efecto de fuentes de proteína sobre sólidos no grasos en leche..... | 25 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 26 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 29 |
| CONCLUSIONES | 33 |
| LITERATURA CITADA | 34 |

Lista de Cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Reportes de producción y componentes de la leche al suplementar con DDG´S las dietas de vacas lecheras | 9 |
| Cuadro 2. Ingredientes de las dietas experimentales. | 29 |
| Cuadro 3. Composición nutrimental de las dietas experimentales..... | 30 |
| Cuadro 4. . Efecto de los tratamientos sobre producción de leche y aporte nutrimental de leche. | 31 |

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por esta oportunidad,

A mi director de tesis, Dr. Martin Francisco Montaña Gómez por el apoyo, amistad, consejo y acogimiento en su equipo de trabajo.

A mi familia y amigos, por estar a mi lado aun estando a la distancia,

A todos los maestros, por transmitirme su conocimiento,

Al personal administrativo y todos los que me brindaron su amistad,

A mi comité de tesis,

Al Instituto de Investigaciones de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California por permitirme el uso de sus instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por la beca que me otorgaron para poder realizar mi maestría.

DEDICATORIA

A Dios:

Por ser mí sostén, guía y fortaleza, haciendo posible culminar esta etapa.

A mi mamá Elvira:

Por apoyarme en cada una de mis decisiones, sueños y ser el pilar más importante de mi vida dándome el mejor ejemplo a seguir e inspiración.

A mis hermanos Claudia, Amado y Freddy:

Por el consejo acertado, apoyo incondicional y cariño sincero.

A mis sobrinos Daniel y Kristen:

Mi mayor fuente de inspiración y amor.

A mis amigos:

Que estuvieron en los momentos críticos, alegres y siguen estando de manera constante en cada situación del día a día y a los que han estado aun a la distancia, gracias por el cariño y confianza.

RESUMEN: Se utilizaron seis vacas Holstein de una o dos lactancias, durante su primer tercio de lactación. Las vacas fueron alojadas en corraletas individuales con comedero individual y bebedero automático compartido. Los tratamientos fueron: TMT1: 0% granos secos de destilería mas Solubles (DDG'S), TMT2: 5% DDG'S y TMT3: 10% DDG'S de la dieta. Las dietas fueron preparadas dos veces por semana y almacenadas en cajones de madera con tapa situados al frente de cada una de las corraletas, siendo ofrecidas diariamente a las 07:00 y 15:00 hrs. Los animales se adaptaron a las dietas durante 30 días previos al período de muestreo, el cual duró seis semanas. La producción de leche se pesó semanalmente, tomándose al mismo tiempo una muestra de ésta. A las muestras de leche se les determinó su contenido proteína, grasa, lactosa y sólidos no grasos. Además, con la finalidad de detectar el estado de salud de la ubre, se analizó el contenido de células somáticas totales de la leche y se llevó a cabo la prueba de California. Aunque no se observó una diferencia significativa en la producción de leche al comparar DDG'S a niveles de 0 vs 5%, la dieta con 10% de DDG'S incrementó ($P < 0.05$) la producción de leche, comparado con los otros dos tratamientos. No se observaron efectos de los tratamientos ($P > 0.10$) sobre el contenido de proteína, grasa, lactosa o sólidos no grasos de la leche. La suplementación de DDG'S a un nivel de 10% en dietas para vacas Holstein incrementa la producción de leche sin afectar su contenido de nutrientes.

ABSTRACT: Six first or second-lactation Holstein cows in their first third of lactation were used. Cows were housed in individual pens with automatic individual feed bunk and a shared drinking troughs. The treatments were: TMT1: 0% dry grains of distillery more soluble (DDG'S), TMT2: 5% DDG'S and TMT3: 10% DDG'S of the total diet. Diets were prepared two times per week and stored in wooden crates with cover located in front of each of the pens, and were offered daily at 07: 00 and 15: 00 hrs. Cows had an adaptation period to diets of 30 days prior to the sampling period, which lasted six weeks. Milk production was recorded weekly, collecting at the same time as the milk's sample. Samples obtained were analyzed for their protein, fat, lactose and non-fat solids content. In addition, with the purpose of assay the state of udder health, total somatic cells counts were determined and California Mastitis Test (CMT) was performed. Although no difference on milk production was observed when comparing DDG'S levels of 0 vs. 5%, the inclusion of 10% DDG'S increased ($P < 0.05$) milk production, compared with the other two treatments. No treatment effects were observed ($P > 0.10$) on protein, fat, lactose or non fat solids content. Dry grains of distillery supplementation plus soluble at a level of 10% in diets to Holstein cows increase milk production without affecting its nutrients content.

INTRODUCCIÓN

La industria del etanol en la actualidad está creciendo de forma considerable a nivel mundial, siendo los Estados Unidos de Norteamérica el país con mayor incremento. De 1980 al 2000 aumentó 10 veces la producción anual de etanol; de 50,600 a 554,160 galones y en los cuatro años posteriores (del 2000 al 2004) se duplicó llegando a alcanzar 1'155,800 galones de producción anual (Kaiser, 2006). El principal grano utilizado por las plantas procesadoras de etanol es el maíz, del cual se extrae primeramente el almidón y después de ser fermentado se obtiene etanol y CO₂. Luego del proceso de destilación se obtienen varios co-productos, entre ellos los granos secos de destilería mas solubles (DDG'S por sus siglas en ingles;Martínez et al., 2008;Macaya y Rojas., 2009). Los DDG'S se obtienen como subproducto de la industrialización de etanol. Estos subproductos son fundamentalmente residuos no fermentados de los granos originales que contienen levaduras, nutrientes solubles y partículas de granos más finas. Los granos de destilería contienen aproximadamente 3 veces más proteína, grasa y fibra que el maíz, lo que mejora la digestibilidad y disponibilidad de energía al pasar por el proceso de producción de etanol, sin embargo el componente proteico puede sufrir alteraciones al pasar por las altas temperaturas, situación que tiende a disminuir significativamente su degradabilidad a nivel ruminal (Schingoethe., 2006; Macaya y Rojas., 2009). Se utilizan fundamentalmente como materia prima para la industria farmacéutica y para la producción de bebidas (Wright, 2007). En los últimos años, su producción se ha incrementado notablemente a la par de la

producción de etanol, el cual ha sido visto como una alternativa viable ante el déficit de combustibles fósiles. Por características tales como su disponibilidad en el mercado y su contenido nutricional los subproductos de la destilería, principalmente los DDG'S, se han convertido en una de las principales alternativas para alimento del ganado lechero en los Estados Unidos.

Acorde con Kononoff et al. (2008), la producción de etanol a partir de los granos de maíz se ha convertido en una estrategia efectiva para producir combustible limpio y de alta calidad. De hecho, el crecimiento de la industria del etanol en los Estados Unidos ha considerado estrategias tales como el otorgamiento de estímulos económicos a los agricultores productores de maíz. La industria de los alimentos juega un papel fundamental en la industria del etanol. Por ejemplo, el producto primario de los procesos de producción de molienda seca es el etanol, pero aproximadamente un tercio del total de materia seca es recuperado en forma de coproductos. El suministro de estos coproductos continúa creciendo rápidamente, como resultado se están convirtiendo en un alimento cada vez más disponible como ingrediente a un costo efectivo para ser incluido en la alimentación de ganado lechero (Kleinschmit et al., 2007).

Hay que tener en cuenta que existe una buena cantidad de factores de variabilidad donde el secado puede llegar a ser uno de los principales,

afectando los componentes nutricionales y digestibilidad de los granos de destilería. Al mismo tiempo, la proteína es moderadamente sobrepasante en rumen por lo que pueden ser una buena fuente de proteína no degradable en rumen, aunque uno de sus principales limitantes al ser incluidos en dietas de ganado productor de leche es el bajo contenido de lisina (Kleinschmit et al., 2007).

Según Leonardi et al. (2005), los granos de destilería con solubles (DDG'S) varían en su composición química dependiendo de factores tales como la fermentación y tipo de grano de maíz que se utilice. Además, los procesos industriales de las nuevas plantas de etanol producen DDG'S con mayor extracto etéreo. Asimismo, Tedeschi et al. (2008), sostienen que los diferentes coproductos de la industria del etanol dependen de los procesos a los que sean sometidos durante la fermentación del maíz.

Grings et al. (1992), observaron que durante la etapa temprana de la lactancia en ganado lechero, la cantidad de aminoácidos que llegan al intestino delgado es crucial para mantener altas producciones de leche. Una de las estrategias recomendadas para incrementar el flujo de aminoácidos es ofrecer una dieta con mayor concentración de proteína o disminuir la proteína degradable en rumen. Una estrategia recomendada es el uso de algún subproducto en la alimentación que aporte proteína menos degradable en

rumen, en comparación con las proteínas presentes en harinas de semillas oleaginosas. Para este caso, la inclusión de granos secos de destilería con solubles pudiera ser una estrategia recomendada.

El uso de DDG'S como suplemento alimenticio se ha estudiado en vacas lecheras con resultados favorables sobre la producción de leche. Se han reportado aumentos de hasta de 3.8 kg/vaca/día. No obstante, también se han reportado resultados contrarios, tales como disminuciones en la producción de 2.3 kg/vaca/día. Asimismo, se han observado al mismo tiempo efectos sobre la composición de la leche, tales como disminuciones en el contenido de grasa láctea a medida que incrementa la adición de DDG'S en la dieta, reportándose efectos similares sobre el contenido de lactosa y proteína en leche. Por lo anterior es de suma importancia conocer el efecto de la suplementación de diferentes niveles de DDG'S en la dieta de vacas lecheras sobre producción y calidad de leche.

HIPÓTESIS

La suplementación de granos secos de destilería más solubles en dietas para vacas Holstein incrementa la producción de leche sin alterar su composición química.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la suplementación de granos secos de destilería más solubles en dietas para vacas Holstein sobre la producción y composición nutrimental de la leche.

REVISIÓN DE LITERATURA

Efecto de niveles de DDG´S sobre producción de leche

Leonardi et al. (2005), en un estudio en el cual incluyeron 4 niveles de DDG´S en la dieta (0, 5, 10 y 15%) encontraron que al incluir DDG´S a niveles de 10 a 15%, se aumentó en promedio 1.7 kg/d de leche en comparación a la dieta control (0%), atribuyendo esta respuesta al aumento de energía en la dieta (Tabla 1). No se observaron efectos significativos en respuesta a la adición de 5% de DDG´S. Por su parte, Anderson et al. (2006), en un estudio donde adicionaron 0, 10 y 20% de DDG´S en la dieta, encontraron diferencias significativas sobre la dieta control, con una producción láctea de 39.8, 40.9 y 42.5 kg/d (0, 10 y 20% de DDG´S, respectivamente), observándose una diferencia de 2.7 kg/d al comparar 0 vs 20% (Tabla 1).

En un estudio realizado por Macaya y Rojas (2009), después de adicionar DDG´S a un nivel del 13% en la ración, obtuvieron 1.38 kg/d más de leche en comparación al tratamiento control (0% DDG´S). Sin embargo, al adicionar un 17% la producción de leche disminuyó en 0.66 kg/d. Estos autores señalan que este tipo de respuestas puede ser debido a factores tales como una elevada concentración de lípidos en la dieta o a un posible daño a las proteínas originado por los procesos de altas temperaturas a los que son expuestos los DDG´S durante la destilación. Incrementos en la producción de leche en respuesta a la suplementación de DDG´S han sido observados por

otros autores (Kleinschmit et al., 2006), quienes al realizar un estudio donde sustituyeron maíz y harina de soya por DDG´S a 2 niveles en la dieta (0 vs 20%;Tabla1), observaron un incremento de 3.8 kg/d de leche en respuesta a la inclusión de 20% de DDG´S en comparación a la dieta control (0%).

Al mismo tiempo, en dos experimentos realizados con vacas lecheras en producción se observó que la inclusión de DDG´S en sustitución de harina de soya aumentó la producción de leche en aproximadamente 1 kg/vaca/día (Powers et al., 1995; Nichols et al., 1998). Por su parte, Kleinschmit et al. (2006), no obtuvieron respuestas significativas sobre la eficiencia productiva al incluir un 20% tres diferentes tipos de DDG´S (Tabla 1). Asimismo, se han reportado resultados similares en la producción de leche en respuesta a la suplementación de metionina y lisina (Nichols et al., 1998).

Cuadro 1. Reportes de producción y componentes de la leche al incluir DDG´S en las dietas de vacas lecheras

| Experimento (Autores) | Niveles % DDG | producción (kg/vaca/d) | proteína (%) | Grasa (%) | Lactosa (%) |
|--|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| Anderson et al. (2006)¹ | 0 | 39.8 | 3.05 | 3.23 | 4.91 |
| | 10 | 40.9 | 3.01 | 3.16 | 4.92 |
| | 20 | 42.5 | 3.02 | 3.2 | 4.93 |
| Leonardi et al. (2005)¹ | 0 | 44.6 | 3.08 | 3.38 | 4.86 |
| | 5 | 43.8 | 3.05 | 3.35 | 4.85 |
| | 10 | 46.4 | 3.10 | 3.33 | 4.86 |
| | 15 | 46.2 | 3.09 | 3.24 | 4.85 |
| Macaya y Rojas (2009)² | 0 | 22.57 | 3.42 | 3.88 | 4.73 |
| | 22 | 21.32 | 3.37 | 3.55 | 4.76 |
| | 32 | 23.96 | 3.23 | 3.62 | 4.63 |
| | 42 | 21.91 | 3,29 | 3.44 | 4.56 |
| Kleinschmit et al. (2006)³ | 0 | 31.2 | 3.28 | 3.69 | 4.90 |
| | 20-1 | 35.0 | 3.13 | 3.60 | 4.96 |
| | 20-2 | 34.3 | 3.19 | 3.53 | 4.92 |
| | 20-3 | 34.6 | 3.17 | 3.67 | 4.93 |
| Palmquist y Conrad (1982)² | 0 | 31.1 | 3.00 | 3.59 | |
| | 48 | 28.8 | 2.85 | 3.69 | |

¹ Porcentaje total de DDG´S en la dieta.

² Porcentaje de DDG´S en el concentrado.

³ El 20% en las dietas con 3 tipos diferentes de DDG´S.

Kleinschmit et al. (2006), al sustituir maíz y harina de soya por DDG´S a 2 niveles en la dieta (0 vs 20%) y 3 tipos de DDG´S, observaron un incremento de 3.8 kg/d de leche en respuesta a la inclusión de 20% de DDG´S en comparación a la dieta sin DDG´S.

Grings et al. (1992), realizaron un estudio con vacas Holstein para probar los DDG'S como fuente de proteína en una dieta en base a alfalfa. Los niveles de DDG'S en las dietas fueron 0, 10.1, 20.8 y 31.5% (la proteína cruda en estas dietas fue de 13.9, 16, 18.1 y 20.3%). Encontraron que la producción de leche incrementó linealmente con el incremento de proteína cruda (PC) en la dieta, obteniendo 37.8, 40.2, 41.9 y 42 kg/d en producción de leche en respuesta al incremento de DDG'S. Esto indica que un consumo de PC de 4,8 kg/d era adecuada para una producción de leche de 42 kg/d cuando los DDG'S eran la fuente de proteína suplementaria. Sobre la base de la NRC las estimaciones de las necesidades de proteínas para las vacas a este ritmo de producción de leche y suponiendo el 3.0% de grasa de leche, 3.7 kg de CP debería haber sido suficiente. El hecho de que las vacas requieran más PC de lo previsto para una producción de leche de 42 kg/d indica que los requisitos de CP para las vacas que consumen dietas a base de alfalfa puede ser mayor de lo indicado, lo que podría estar relacionado con la gran proporción de la proteína que se degrada rápidamente en rumen que se encuentra en la alfalfa. La producción de leche puede haber sido limitado a 42 kg/d por la energía dietética, otros nutrientes o capacidades genéticas de las vacas, pero no por la concentración de PC de la dieta, como se evidencia por la falta de cualquier aumento adicional en la producción de leche cuando la PC de la dieta se incrementó de 18,1 a 20,3%.

Janicek et al. (2008), al evaluar el efecto del incremento de las concentraciones de DDG'S sobre la producción de leche en vacas Holstein, reportan valores de 27.4, 28.5, 29.3 y 30.6 kg/d de producción de leche (con un

aumento lineal $P=0.02$) en respuesta a la inclusión de 0, 10, 20 y 30% DDG'S en las dietas, atribuyendo estos resultados a factores tales como el aumento de materia seca y la mejora en el consumo de energía. Es interesante mencionar que en un segundo experimento en el cual utilizaron 2 dietas con 0 y 30% de DDG'S, obtuvieron respuestas de 33.2 y 34.2 kg/d respectivamente y a diferencia del experimento anterior no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Palmquist y Conrad (1982), en un estudio realizado con vacas Jersey y Holstein encontraron que al incluir un 24% de DDG'S en la dieta de vacas Jersey aumentó 3.5 kg/d la producción de leche, mientras que en vacas Holstein, a diferencia al resto de los estudios la producción, bajó significativamente 3.1 kg/d en comparación a la dieta control.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre la producción de leche

El efecto de la suplementación de diversas fuentes de proteína sobre la producción de leche ha sido estudiado por varios autores. Christen et al. (2010), no observaron diferencias en la producción de leche en respuesta a la inclusión de 4 fuentes de proteína: harina de soya (SBM) granos secos de la destilería altos en proteína (HPDDG), harina de canola (CM) y DDG'S. Al mismo tiempo, Owen y Larson (1991), en un estudio realizado con vacas Holstein donde utilizaron dietas con 50% de ensilaje de maíz y 50% de concentrado, donde compararon 5 fuentes de proteína: 1) urea (14.5% PC); 2) SBM (14.5% PC); 3) DDG'S (14.5% PC); 4) SBM (18% PC) y 5) DDG'S 18% PC, no encontraron en

la producción de leche al comparar SBM vs DDG'S, sin embargo, al comparar el tratamiento 1 vs el 3, observaron un incremento significativo ($P < 0.05$) de producción de leche (2.3 kg) en respuesta a la inclusión de DDG'S. Otros investigadores (Oba et al., 2010), no observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > .10$) sobre la producción de leche al estar comparando granos secos de destilería de trigo (TDDG'S), granos secos de destilería de maíz (CDDG'S), harina de canola (CM) y harina de soya (SBM).

Hubbard et al. (2009), realizaron un estudio donde sustituyeron la harina de soya por granos de destilería con alta proteína (HPDDG) aniveles del 20%, observando un incremento en la producción de leche de 2.3 kg/d ($P < .05$) en respuesta a la inclusión de HPDDG'S. Sobre esto mismo, Mulrooney et al. (2009), desarrollaron un estudio para tratar de determinar el nivel de respuesta a la sustitución parcial o total de la harina de canola por granos secos de destilería con solubles. Las dietas formuladas contenían 0, 3.24, 6.63 y 10.40% de DDG'S, obteniendo valores de 35.2, 35.8, 34.5 y 34.2 kg/d de leche, respectivamente. No observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.10$) entre los tratamientos.

Efecto de diferentes subproductos sobre producción de leche

Sasikala-Appukuttan et al. (2007), al comparar granos condensados de destilería con solubles (CCDS) y DDG'S con una dieta basal de 27.5% de ensilaje de maíz y 27.5% de heno de alfalfa, utilizaron los siguientes

tratamientos: 1) 0% de granos de destilería; 2) 18.5% de DDG´S; 3)10% CCDS; 4) 20% CCDS y 5) una combinación con 18.5% de DDG´S con la 10% CCDS. Estos autores reportaron un incremento en la producción de leche (2.4 kg/d) en respuesta a la inclusión de los granos de destilería, en comparación con el grupo control (dieta 1), respuesta que acorde con estos mismos autores pudo deberse a un mayor aporte energético, especialmente de grasa, en las dietas conteniendo subproductos de la obtención del etanol.

Kelzer et al. (2009), en un estudio donde compararon los siguientes tratamientos 1) 0% coproductos, 2) DDG´S, 3) harina de germinación deshidratada (germ) y 4) granos secos de destilería con alta proteína (HPDDG), observaron valores de 30.6, 30.9, 32.1 y 30.3 kg/d, sin encontrar diferencias entre los diferentes tipos de granos de destilería. Al mismo tiempo, Mjoun et al. (2010), compararon 2 tipos de DDG´S: el utilizado normalmente y los reducidos en grasa (RFDGS). Los tratamientos consistieron en: 1) 0% DDG´S o RFDGS, 2) 22% de DDG´S y 3) 22% de RFDGS. Los valores para producción de leche fueron de 39.2, 38.9 y 39.8 kg/d, no observándose diferencias estadísticamente entre los tratamientos indicados.

Ranathunga et al. (2010) evaluaron la sustitución de almidón por DDG´S y cáscaras de soya SH (la SH aumentó de manera lineal junto los DDG´S sustituyendo la harina de soya): 29% almidón con 0% DDG´S, 26% almidón con

7% DDG´S, 23% almidón con 14% DDG´S y 20% almidón 21% DDG´S. Las dietas contenían 27% ensilaje de maíz, 22% heno de alfalfa y 51% de mezcla de concentrado. Respecto a la producción de leche, encontraron resultados de 39.4, 37.4, 37.7 y 38.3 kg/d para las dietas con 0, 7, 14 y 21% de DDG´S sin detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Urdl et al. (2006), investigaron la eficiencia de la utilización de los granos secos de destilería con solubles de trigo y maíz como fuentes de proteína para ganado lechero. El forraje de las dietas consistió en 50% ensilaje de pasto, 30% ensilaje de maíz y 20% de heno. Utilizaron 3 dietas: DDG´S-W (trigo) 15.8% y DDG´S-C (maíz) 17%. En producción de leche obtuvieron valores de 26.16, 25.91 y 26.40 kg/d para las dietas control, DDG´S-W y DDG´S-C sin encontrar diferencias entre tratamientos. Similares resultados fueron observados por Oba et al. (2010), quienes no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas sobre la producción de leche en respuesta a la suplementación de 16.9% de DDG´S de trigo o 14.7% de DDG´S de maíz en la dieta de vacas Holstein.

Efecto de niveles de DDG´S sobre porcentaje de grasa en leche

Otros de los aspectos importantes estudiados al incluir DDG´S a la alimentación de las vacas lactantes son los componentes de la leche; sobre esto, el porcentaje de grasa es uno de los más importantes. Sobre este punto, Leonardi et al. (2005), reportaron niveles de 3.38, 3.35, 3.33 y 3.24% para

niveles de inclusión de DDG'S de 0, 5, 10 y 15% respectivamente, obteniendo una disminución lineal de la grasa en la leche según el incremento de los DDG'S. Al mismo tiempo, Macaya y Rojas (2009), reportaron efectos similares al observar niveles de grasa en la leche 3.88, 3.55, 3.62 y 3.44% en respuesta a la adición de 0, 22, 32, y 42% de DDG'S.

Las respuestas del efecto de diferentes niveles de DDG'S sobre los valores de grasa en leche han sido inconsistentes. Anderson et al. (2006), no observaron efectos significativos sobre el porcentaje de grasa en leche al incluir niveles de 0, 10 y 20% de DDG'S en la dieta total. Al mismo tiempo, Palmquist y Conrad (1982), no obtuvieron diferencias en el porcentaje de grasa en leche tanto en vacas Jersey (5.05 y 4.82%) como en Holstein (3.64 y 3.69%) al consumir dietas con 0 y 24% de DDG'S, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los presentados por Sasikala-Appukuttan et al. (2007), quienes no encontraron diferencias (3.04 y 2.87%;) en respuesta a la inclusión de 0 y 18.5% de DDG'S, respectivamente. Sobre esto mismo, Janicek et al. (2008), realizaron dos experimentos sin obtener diferencias en el primero encontraron una producción de grasa láctea de 3.70, 3.64, 3.73 y 3.55% en respuesta a la suplementación de DDG'S a niveles de 0, 10, 20 y 30%, mientras que en el segundo experimento obtuvieron valores de 3.67 y 3.65% de grasa en leche para las dietas con 0 y 30% de DDG'S. Respuestas similares son reportadas por Ranathunga et al. (2010), en respuesta a la inclusión de 0, 7, 14 y 21% de DDG'S en la dieta total.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre porcentaje de grasa en leche

Mientras que Christen et al. (2010), observaron una disminución de los valores de grasa (4.21, 4.21, 4.07 y 3.78%) en respuesta a la inclusión de SBM, HPDDG, CM, y DDG´S como fuentes de proteína, Owen y Larson (1991), no encontraron diferencias al comparar: 1) dieta control 14.5% CP, 2) SBM 14.5% PC, 3) DDG´S 14.5% PC (18% de DDG´S en la ración total), 4) SBM 18% PC y 5) DDG´S 18% PC (35.5% de DDG´S en la ración total). Los valores de grasa observados fueron de 3.55, 3.65, 3.62, 3.68 y 3.76%, respectivamente.

Hubbard et al. (2009) tampoco observaron diferencias al sustituir harina de soya por granos de destilería con alta proteína (HPDDG) a un nivel de 20%, obteniendo valores de 3.85 y 4.07% de grasa, respectivamente. Similares resultados fueron reportados por Mulrooney et al. (2009), quienes no observaron diferencias al sustituir parcial y totalmente la harina de canola como fuente de proteína por DDG´S, obteniendo valores de 3.81, 4.05, 3.97 y 3.87% de grasa en leche para las dietas con 0, 3.24, 6.36 y 10.4% de DDG´S. De igual forma, Oba et al. (2010), no observaron diferencias obteniendo niveles de 3.35, 3.58, 3.48 y 3.40 en cuanto al porcentaje de grasa láctea al comparar dietas con TDDG´S (16.9%), CDDG´S (17.4%), CM (13%) y SBM (10.2%) respectivamente.

Efecto de diferentes subproductos sobre porcentaje de grasa en leche

Al-Suwaiegh et al. (2002), realizaron un estudio donde compararon granos de destilería húmedos y secos de maíz y sorgo a un nivel del 15% en dietas a base alfalfa y ensilaje de maíz. Obtuvieron valores de 3.7, 3.6, 3.5 y 3.5% de grasa en la leche para las dietas con granos secos de destilería de maíz (CDDG 15%), granos húmedos de destilería de maíz (CWDG 15%), granos secos de destilería de sorgo (SDDG 15%) y granos húmedos de destilería de sorgo (SWDG 15%) respectivamente, sin observar diferencias entre tratamientos. En posteriores estudios (Kleinschmit et al., 2006), tampoco se observaron diferencias estadísticamente al comparar tres diferentes tipos de DDG´S incluidos a un nivel del 20% de la dieta. Asimismo, Urdl et al. (2006), no observaron diferencias en el contenido de grasa láctea (4.43, 4.48 y 4.46%) en respuesta a la dieta control, TDDG´S y CDDG´S, respectivamente.

Efecto de niveles de DDG´S sobre porcentaje de proteína en leche

El efecto de la inclusión de diferentes niveles de DDG´S en la dieta de vacas en producción sobre la cantidad de proteína en leche ha arrojado respuestas contradictorias. Grings et al. (1992), reportaron un incremento lineal del nivel de proteína en leche con valores de 2.63, 2.66, 2.78 y 2.80% en respuesta a la inclusión de 0, 10, 20 y 30% de DDG´S en la dieta, respectivamente. En este mismo sentido, Leonardi et al. (2006), reportaron un incremento lineal acorde con el aumento de los DDG´S en la dieta. Registraron

valores de 3.08, 3.05, 3.10 y 3.09% de proteína en leche con dietas en respuesta a la inclusión de 0, 5, 10 y 15% de DDG'S respectivamente, atribuyendo esta respuesta efecto de la energía que aporta el aceite del maíz en los DDG'S.

Contrario a los reportes anteriores, Palmquist y Conrad (1982), observaron una disminución en el porcentaje de proteína (3.83 vs 3.40%) al incluir 13 y 27% de DDG'S en dietas de vacas Jersey. Acorde con estos últimos investigadores, Macaya y Rojas (2009), observaron una tendencia a disminuir de la proteína láctea (3.42, 3.37, 3.23 y 3.29%) a medida que los DDG'S aumentaban en la dieta (0, 22, 32 y 42% respectivamente). Acorde con Schingoethe et al. (1999), esta leve disminución en la proteína láctea ocurre generalmente con dietas conteniendo grasa adicional, como es el caso de los DDG'S. Lo mismo concluyeron Mielke y Schingoethe (1981), De Peters et al. (1985), Casper et al. (1988), Mohamed et al. (1988) y Stegeman et al. (1992), quienes también observaron una disminución de los valores de proteína láctea al utilizar dietas altas en ácidos grasos insaturados provenientes de oleaginosas. Acorde con Palmquist y Conrad, (1982), la presencia de una disminución en el porcentaje de proteína láctea en respuesta a la inclusión de DDG'S pudiera deberse a un suministro desbalanceado de aminoácidos, particularmente por insuficiencia de lisina, ya que en dietas conteniendo DDG'S la lisina es el primer aminoácido limitante para la síntesis de proteína.

Por otra parte, Palmquist y Conrad (1982), al suplementar vacas Holstein en lactación con 13 y 27% de DDG'S en la dieta total, no observaron diferencias estadísticamente significativas (2.93 vs 2.85%) en cuanto a los valores de proteína en la leche, lo cual concuerda con lo observado por Anderson et al. (2006), quienes obtuvieron porcentajes similares de proteína (3.05, 3.01 y 3.02) para dietas con 0, 10 y 20% de DDG'S. Al mismo tiempo, Sasikala-Appukuttan et al. (2007), reportaron valores similares de proteína (2.92 y 2.88%) en respuesta a la inclusión de 0 y 18.5% de DDG'S en la dieta. Otros autores (Janicek et al., 2008), tampoco observaron diferencias al realizar dos experimentos en ganado lechero. En el primer experimento observaron valores de proteína de 3.18, 3.19, 3.16 y 3.14% al incluir 0, 10, 20 y 30% de DDG'S respectivamente, mientras que en el segundo experimento los valores fueron de 2.98 y 2.99% para los animales alimentados con 0 y 30% de DDG'S.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre porcentaje de proteína en leche

Mientras que Mulrooney et al. (2009) no encontraron diferencias en los valores de proteína (3.05, 3.06, 3.06 y 3.01%) en respuesta a la inclusión de 0, 3.24, 6.36 y 10.4% de DDG'S en las dietas como fuente de proteína en sustitución de harina de canola, Hubbard et al. (2009), al sustituir harina de soya HPDDG en una proporción del 20%, no encontraron diferencias al

comparar el porcentaje de proteína en leche donde obtuvieron 3.05% para la dieta control y 3.02 para la suplementada con HPDDG.

Disminuciones en los valores de proteína en leche han sido observadas por varios investigadores al incluir diferentes fuentes de proteína en dietas de vacas en producción. En un estudio realizado por Owen y Larson (1991), se observó una disminución de los valores de proteína en respuesta a la sustitución de 18 o 36% de DDG´S en lugar de SBM en la dieta. Similares resultados fueron reportados por Oba et al. (2010), quienes al estar trabajando con dietas conteniendo 17% TDDG´S, 17% DDG´S, 13% CM o 10% SBM, obtuvieron valores de proteína de 3.16 3.12 3.21 y 3.25 %, respectivamente. Estos autores señalan que las diferencias obtenidas, principalmente entre los subproductos de destilería y la harina de soya, pueden ser atribuibles a situaciones tales como daños por las altas temperaturas a las que son sometidos los granos o a un pobre nivel de amino ácidos característicos de los subproductos de destilería. Al mismo tiempo, la significativa disminución en el porcentaje de proteína láctea (3.33, 3.36, 3.33 y 3.23 %) observada por Christen et al. (2010), al comparar SBM, HPDDG, CM y DDG´S, es acorde con los mismos autores, atribuible a un limitado aporte de lisina como aminoácido limitante en la dieta suplementada con DDG´S.

Efecto de diferentes subproductos sobre porcentaje de proteína en leche

Mientras que Kleinschmit et al. (2006), observaron una disminución de la proteína láctea (3.28, 3.13, 3.19 y 3.17%) al comparar una dieta control contra tres diferentes tipos de DDG'S, lo cual asociaron a factores tales como los bajos niveles de lisina, ya que es el primer aminoácido para la síntesis de proteína en leche y al hecho de la presencia de grasa adicional producto de los niveles de DDG'S. Al-Suwaiegh et al. (2002), no encontraron diferencias sobre los valores de proteína láctea (3.4, 3.3, 3.2 y 3.2%) al comparar diferentes tipos de granos de destilería (CDDG, CWDG, SDDG y SWDG) respectivamente. Estos resultados concuerdan con los presentados por Urdl et al. (2006), quienes tampoco encontraron diferencias al comparar diferente fuentes de proteína en la dieta. El porcentaje de proteína en leche fue de 3.39, 3.34 y 3.33% para las dietas control, DDG'S-W y DDG'S-C respectivamente.

Efecto de diferentes niveles de DDG'S sobre porcentaje de lactosa en leche

Los diversos reportes publicados a la fecha demuestran que los niveles de lactosa en leche usualmente no han sido afectados por el nivel de DDG's en las dietas. Sobre esto, Leonardi et al. (2005), no encontraron diferencias en los niveles de lactosa (4.86, 4.85, 4.86 y 4.85%) en respuesta a la adición de 0, 5, 10 y 15% de DDG'S. Anderson et al. (2006), observaron resultados similares (4.91, 4.92 y 4.93%) al valorar el efecto de la adición de DDG'S a niveles de 0,

10 y 20%. Utilizando un nivel de suplementación similar (0 y 18.5% de DDG´S), Sasikala-Appukuttan et al. (2007), tampoco encontraron cambios significativos en el porcentaje de lactosa, obteniendo valores de 4.84 y 4.83% respectivamente.

Macaya y Rojas (2009), al medir el efecto de la inclusión de 22 y 32% de DDG´S, sobre los niveles de glucosa en leche, obtuvieron resultados prácticamente iguales (4.73% y 4.76%). Aún cuando utilizaron niveles de hasta el 42% de la dieta, los niveles de glucosa permanecieron estables. Estos resultados concuerdan con los observados por otros investigadores (Mulrooney et al., 2009), al incluir niveles mucho menores de DDG´S. Como respuesta a la inclusión de 0, 3.24, 6.36 y 10.4% de DDG´S, observaron valores de lactosa de 4.91, 4.86, 4.87 y 4.92%, respectivamente.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre porcentaje de lactosa en leche

Owen y Larson (1991), al comparar diferentes niveles de SMB y DDG´S como suplementos proteicos encontraron una disminución en el porcentaje de lactosa en respuesta a la inclusión de DDG´S. Resultados similares (4.75) fueron reportados por Christen et al. (2010), al comparar SBM, HPDDG, CM y DDG´S como suplemento proteico en las dietas).

Oba et al. (2010), tampoco encontraron diferencias entre tratamientos al comparar el efecto de 17% TDDG'S, 17% DDG'S, 13% CM y 10% SBM en la dieta. Los valores de lactosa observados fueron de 4.46, 4.42, 4.38 y 4.40%, respectivamente. Finalmente, cuando Ranathunga et al. (2010) sustituyeron el almidón de la dieta e incorporaron DDG'S aniveles de 0, 7 14 y 21% de DDG'S, no encontraron diferencias entre tratamientos. Los valores de lactosa reportados fueron de 4.96, 4.91, 4.90 y 4.99%, respectivamente.

Efecto de diferentes subproductos sobre porcentaje de lactosa en leche

Al-Suwaiegh et al. (2002), no encontraron diferencias entre tratamientos en el nivel de lactosa (4.7, 4.6, 4.7 y 4.8%) al comparar CDDG, CWDG, SDDG y SWDG. Estos diferentes tipos de subproductos de destilería fueron incluidos a un nivel del 15% de la dieta. Los resultados presentados concuerdan con los registrados por Kleinschmit et al. (2006), quienes obtuvieron resultados donde el porcentaje lactosa fue similar en todas las dietas, correspondiendo valores de 4.9, 5.0, 4.9 y 4.9% de lactosa para las dietas control, DDG'S-1, DDG'S-2 y DDG'S-3 respectivamente. Así mismo, Urdl et al. (2006), al estar trabajando con la suplementación de DDG'S provenientes de trigo o maíz, obtuvieron valores de 4.71, 4.67 y 4.69% de lactosa para el tratamiento control, DDG'S-W Y DDG'S- C, respectivamente.

Efecto de niveles de DDG´S sobre conteo de células somáticas

Sasikala-Appukuttan et al. (2007), no encontraron diferencias al evaluar el efecto de 0 y 18.5% de DDG´S en la dieta, sobre el número de células somáticas en la leche, cuyos valores fueron de 94.9 y 101.2 10^3 cel/ml, respectivamente.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre conteo de células somáticas

Mulrooney et al. (2009), en un estudio que realizaron sustituyendo la harina de canola por DGGS, no encontraron diferencias en el número de células somáticas en leche. Estos autores obtuvieron 150.8, 196.3, 104.6 y 143.2 10^3 cel/ml para los tratamientos con 0, 3.24, 6.36 y 10.4% de DDG´S en la dieta. Resultados similares fueron reportados por Oba et al. (2010). Al comparar diferentes fuentes de proteína no encontraron diferencias en el conteo de células somáticas en leche entre tratamientos, obteniendo 114, 198, 189 y 85 10^3 cel/ml para TDDG´S (16.9%), DDG´S (17.4%), CM (13%) y SBM (10.2%), respectivamente. En otro estudio (Christen et al., 2010), aunque el número total de células somáticas reportado fue mayor (359, 359 y 324 10^3 cel/ml), en respuesta a la suplementación de SBM, HPDDG, CM y DDG´S, tampoco se encontraron diferencias entre los tratamientos.

Efecto de diferentes subproductos sobre conteo de células somáticas

Kleinschmit et al. (2006), obtuvieron resultados similares en el número de células somáticas en los diferentes tratamientos (59.6, 41.7, 79.2 y 65.4 x10³cel/ml al comparar una dieta en base a maíz rolado a vapor contra otras tres suplementadas con diferentes tipos de DDG'S.

Efecto de diferentes fuentes de proteína sobre porcentaje de sólidos no grasos en leche

Owen y Larson (1991) no encontraron diferencias significativas en los sólidos no grasos de la leche donde obtuvieron 8.67, 8.78, 8.70, 8.76 y 8.74% para las dietas 1)control negativo 14.5% CP, 2) SBM 14.5% PC, 3)DDG'S 14.5% PC(18% de DDG'S en la ración total), 4) control positivo con SBM 18% PC y 5) control positivo con DDG'S 18% PC (35.5% de DDG'S en la ración total) respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Unidad de Producción Lechera del Instituto de Investigaciones Veterinarias de la UABC, en Mexicali, B.C. Ubicada a 10 km al sur de Mexicali, en el noroeste de México con una latitud de 32°40', una longitud de 115°28', una altitud de 10 m sobre el nivel del mar y condiciones desérticas. Se utilizaron 6 vacas Holstein en su primer tercio de lactación. Todas las vacas eran de primera o segunda lactación. Las unidades experimentales fueron alojadas en corraletas individuales con comedero individual y bebedero automático compartido. Se asignaron de manera aleatoria a 3 bloques, a los cuales se les asignaron de manera aleatoria los tratamientos (dietas; ver Tabla 2): TMT1: 0% DDG'S, TMT2: 5% DDG'S y TMT3: 10% DDG'S de la dieta total. Las dietas fueron preparadas dos veces por semana y almacenadas en cajones de madera con tapa situados al frente de cada una de las corraletas. Antes del inicio del período de adaptación a las dietas se tomó una muestra de leche (04:00 AM y 16:00 PM) a cada una de las vacas. Posteriormente se inició el período de adaptación de 30 días a los tratamientos, después del cual se inició el período de toma de muestras, el cual consistió en 6 semanas, tomándose una muestra semanal de leche (04:00 AM). Las muestras obtenidas se analizaron para conocer su contenido de proteína cruda, grasa, lactosa, N-uréico, densidad y sólidos no grasos en leche. Además, con la finalidad de asegurar el correcto estado de salud de la ubre, se analizó el contenido de células somáticas totales en la leche y se aplicó la prueba de California para la detección de mastitis. Los tratamientos (dietas) fueron

ofrecidos diariamente a las 07:00 y 15:00 hrs. Con la finalidad de asegurar el consumo ad libitum, éste se ajustó hasta que se obtuvo una cantidad de dieta sobrante en el comedero de 5% del total ofrecido. El experimento se analizó mediante un diseño de bloques completamente al azar, utilizándose la Prueba Tukey para la comparación de medias.

Cuadro 2. Ingredientes de las dietas experimentales

| Ingredientes | Tratamientos (% DDG'S) | | |
|----------------------------|------------------------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 10 |
| Alfalfa, heno | 18.15 | 18.15 | 17.56 |
| Granos secos de destilería | 0.00 | 1.72 | 3.26 |
| Concentrado comercial | 16.06 | 14.34 | 11.98 |

Tabla 3. Composición nutrimental de las dietas experimentales

| Composición, g/kg MS ¹ | DDG'S en la dieta (%) | | |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 10 |
| MS | 94.02 | 95.11 | 95.76 |
| Ceniza | 10.76 | 10.78 | 10.50 |
| Proteína | 20.67 | 21.16 | 21.64 |
| FDN | 28.67 | 29.78 | 31.01 |
| FDA | 17.85 | 17.82 | 17.54 |
| Extracto etereo | 3.18 | 3.37 | 4.03 |
| Fibra cruda | 25.00 | 24.96 | 24.68 |
| ELN | 34.35 | 34.83 | 34.83 |
| ED(Mcal/kg MS) | 2.45 | 2.51 | 2.58 |

¹Estimado utilizando los valores tabulados para cada ingrediente (NRC, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta se muestra en el Cuadro 4. Aunque no se observó una diferencia significativa en la producción de leche al comparar DDG´S a niveles de 0 vs 5%, el incluir DDG´S a un nivel de 10% se incrementó ($P < 0.05$) la producción de leche, comparado con los otros dos tratamientos. Nuestros resultados concuerdan con los presentados por Leonardi et al. (2005), quienes observaron incrementos significativos en la producción de leche en respuesta a la suplementación de DDG´S a niveles de 10%, lo cual atribuyen a un aumento del aporte energético de la dieta. De manera similar a lo encontrado en nuestro trabajo, estos mismos autores no observaron diferencias significativas al comparar los niveles 0 vs 5%. Macaya y Rojas (2009), también reportaron incrementos en la producción de leche al comparar 0 vs 13% de DDG´S en la dieta.

Aunque los valores de grasa da la leche observados son numéricamente mayores para los animales que fueron suplementados con DDG´S, en especial, aquellos que recibieron 5%, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.10$). Lo anterior concuerda con lo reportado por Anderson et al. (2006) al comparar niveles de 0 vs 10% de DDG´S. Este tipo de respuesta en parte pudiera ser explicada por el menor valor de producción de leche observado en los animales que recibieron 5% de DDG´S. Es interesante observar el alto valor obtenido por las vacas suplementadas con 10%, además de su alta producción de leche, mantuvieron niveles de grasa aceptables. Efectos similares a los

observados en nuestro experimento han sido reportados por otros investigadores al utilizar niveles del 24% DDG'S en la dieta (Palmquist y Conrad, 1982), 18.5% (Sasikala-Appukuttan et al., 2007), 30% (Janicek et al., 2008) o 21% (Ranathunga et al., 2010).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre producción de leche y contenido de nutrientes de la leche.

| Variables | DDG'S (%) | | | EEM |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|
| | 0 | 5 | 10 | |
| Producción de leche (kg) | 18.65 ^b | 17.25 ^b | 24.97 ^a | 1.42 |
| Grasa (%) | 2.95 ^a | 3.84 ^a | 3.69 ^a | 0.54 |
| Sólidos no grasos (%) | 8.84 ^a | 8.82 ^a | 8.50 ^a | 0.08 |
| Proteína cruda (%) | 3.18 ^a | 3.24 ^a | 3.03 ^a | 0.07 |
| Lactosa (%) | 4.88 ^a | 4.85 ^a | 4.80 ^a | 0.02 |

^{a,b}Hileras con diferentes literales difieren estadísticamente (P <0 .05).

No se observó un efecto de los tratamientos sobre el valor de proteína en leche (P > 0.10). El efecto de la suplementación de diferentes niveles de DDG'S en la dieta de vacas en producción sobre el valor de proteína en lecha ha arrojado resultados contradictorios. Mientras que algunos autores han reportaron un incremento lineal en respuesta a la inclusión de 0,10 ,20 y 30% de DDG'S (Grings et al., 1992), o al utilizar valores de 0, 5, 10 y 15% (Leonardi et al., 2006), autores como Palmquist y Conrad (1982) y Macaya y Rojas (2009)

observaron una disminución en la respuesta al utilizar DDG´S a niveles de 13 y 27% o 0, 22, 32 y 42%, respectivamente. Acorde con Schingoethe et al. (1999), este tipo de respuesta ocurre generalmente cuando son ofrecidas dietas con un contenido adicional de grasa, como es el caso de aquellas conteniendo DDG´S. Palmquist y Conrad, (1982), sostienen que la disminución en el porcentaje de proteína láctea en respuesta a la inclusión de DDG´S pudiera deberse a un suministro desbalanceado de aminoácidos, particularmente por insuficiencia de lisina, ya que en dietas conteniendo DDG´S la lisina es el primer aminoácido limitante para la síntesis de proteína. Acorde con los resultados obtenidos en nuestro experimento, no han sido observados efectos sobre los valores de proteína en leche en respuesta a la suplementación de DDG´S a niveles de 13 y 27% (Palmquist y Conrad. 1982), 0, 10 y 20% (Anderson, 2006), 0 y 18.5% (Sasikala-Appukuttan et al., 2007), o 0, 10, 20 y 30% (Janicek et al., 2008).

No se observó efecto de los tratamientos sobre el valor de lactosa en leche ($P > .10$). Los diversos reportes publicados a la fecha demuestran que los niveles de lactosa en leche usualmente no han sido afectados por el nivel de DDG´S en las dietas. Acorde con nuestros resultados, Leonardi et al. (2005), no encontraron diferencias en los niveles de lactosa en respuesta a la adición de 0, 5, 10 y 15% de DDG´S. Anderson et al. (2006), tampoco observaron diferencias al valorar el efecto de la adición de DDG´S a niveles de 0, 10 y 20%). Sasikala-Appukuttan et al. (2007) y Macaya y Rojas (2009), tampoco encontraron cambios significativos en el porcentaje de lactosa, al medir el efecto de la

inclusión de 0 y 18.5% o 0, 22, 32 y 42% de DDG´S, respectivamente. Aún cuando estos últimos utilizaron niveles de hasta el 42% de la dieta, los niveles de glucosa permanecieron estables. Estos resultados concuerdan con los observados por otros investigadores (Mulrooney et al., 2009), al incluir niveles mucho menores de DDG´S. Como respuesta a la inclusión de 0, 3.24, 6.36 y 10.4% de DDG´S.

No se observó un efecto de los tratamientos sobre el valor de sólidos no grasos en leche ($P > 0.10$). Aunque la información publicada a la fecha respecto al efecto de la suplementación de DDG´S sobre el nivel de sólidos no grasos es sumamente limitada, acorde con nuestros resultados, Owen y Larson (1991) no encontraron diferencias significativas ($P > 0.10$), respecto al nivel de sólidos no grasos de la leche, obteniendo valores similares a los nuestros.

CONCLUSIONES

La suplementación de granos secos de destilería mas solubles a un nivel de 10% en dietas para vacas Holstein, podría incrementar la producción de leche sin afectar su contenido de nutrientes.

LITERATURA CITADA

- Al-Suwaiegh S., K. C. Fanning, R. J. Grant, C. T. Milton and T. J. Klopfenstein. 2002. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1105-1111.
- Anderson J. L., D. J., Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133–3142.
- Birkelo, C. P., M. J. Brouk, and D. J. Schingoethe. 2004. The energy content of wet corn distillers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:1815–1819.
- Butler W. R., J. J. Calaman y S. W. Beam. 1995. Plasma and milk nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74:858-865.
- Christen K. A., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, A. R. Hippen, K. K. Karges and M. L. Gibson. 2010. Response of lactating dairy cows to high protein distillers grains or 3 other protein supplements. *J. Dairy Sci.* 93:2095-2104.
- Grings E.E., R. E. Roffler and D. P. Deitelhoff. 1992. Responses of dairy cows to additions of distillers dried grains with soluble in alfalfa-based diets. *J. Dairy Sci.* 75:1946-1953.
- Hubbard K. J., P. J. Kononoff, A. M. Gehman, J. M. Kelzer, K. Karges and M. L. Gibson. 2009. The effect of feeding high-protein distillers dried grain on milk production of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92:2911-2914.

- Janicek B. N., P. J. Kononoff, A. M. Gehman and P. H. Doane. 2008. The effect of feeding dried distillers grains plus soluble on milk production and excretion of urinary purine derivatives. *J. Dairy Sci.* 91:3544-3553.
- Kaiser, R.M. 2006. Utilizando el crecimiento abasto de granos de destilería. *Novedades lácteas.* Universidad de Wisconsin. Instituto Babcock. N° 902.
- Kelzer J. M., P. J. Kononoff, A. M. Gehman, L. O. Tedeschi, K. Karges and M. L. Gibson. 2009. Effects of feeding three types of corn-milling coproducts on milk production and ruminal fermentation of lactating Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 92:5120-5132.
- Kleinschmit D. H., D. J. Schingoethe, K.F. Kalscheur and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of various sources of corn distillers dried grains plus solubles for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:4784-4794.
- Kleinschmit D. H., J. L. Anderson, D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur and A. R. Hippen. 2007. Ruminal and intestinal degradability of grains plus soluble varies by source. *J. Dairy Sci.* 90:2909-2918.
- Kononoff, P. J., A. M. Gehman and K. J. Machacek. 2008. Feeding distillers grains plus solubles to lactating dairy cattle (1 Ed). *Utilization of corn co-products in the dairy industry.* University of Nebraska Lincoln. Pp 3-11.
- Leonardi C., S. Bertics, and L.E. Armentano. 2005. Effect of increasing oil from distillers grains or corn oil on lactation performance. *J. Dairy Sci.* 88:2820-2827.

- Macaya, S. y A. Rojas. 2009. Uso de granos secos con solubles (DDG´S) provenientes de la destilería del maíz en suplementos para vacas lactantes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*). Tesis. Universidad de Costa Rica.
- Martínez M., M. Castro, L. Savón, L. Ayala, J. Castañeda, L. Hernández y J. Achan. 2008. Evaluación de los granos de destilería deshidratados con solubles (DDG´S) en el comportamiento productivo e indicadores de salud en cerdos en crecimiento. *Rev Cubana Cien Agr.* 42:389-394.
- Mjoun K., K. F. Kalscheur, A. R. Hippen and D. J. Schingoethe. 2010. Performance and amino acid utilization of early lactation dairy cows fed regular or reduced-fat dried distillers grains with soluble. *J. Dairy Sci.* 93:3176-3191.
- Mulrooney C. N., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur and A. R. Hippen. 2009. Canola meal replacing distillers grains with soluble for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:5669-5676.
- Nichols, J. R., D. J. Schingoethe, H. A. Maiga, M. J. Brouk, and M.S. Piepenbrink. 1998. Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:482–491.
- Oba M., G. B. Penner, T. D. Whyte and K. Wierenga. 2010. Effects of feeding triticale dried distillers grains plus soluble as a nitrogen source on productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:2044-2052.

- Owen F. G., and Larson L. L. 1991. Corn distillers dried grains versus soybean meal in lactation diets. *J. Dairy Sci.* 74:972-979.
- Palmquist, D.L., and H.R. Conrad. 1982. Utilization of dried grains plus soluble by dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 65:1729-1733,
- Powers, W. J., H. H. Van Horn, B. Harris, Jr., and C. J. Wilcox. 1995. Effects of variable sources of distillers dried grains plus soluble on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 78:388–396.
- Rabaglino M. B., M. J. Margariño and F. Taurus. 2007. Efecto de los altos niveles de urea en el fluido uterino sobre tejido endometrial en vacas vacias. M. S. tesis. Universidad Nacional de Córdoba, España.
- Ranathunga S. D., K. F. Kalscheur, A. R. Hippen and D. J. Schingoethe. 2010. Replacement of starch from corn with nonforage fiber from distillers grains and soyhulls in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:1086-1097.
- Sasikala-Appukuttan A.K., D. J. Schingoethe, A. R. Hippen, K, F. Kalscheur, K. Karges, and M. L. Gibson. 2007. The feeding value of corn distillers soluble for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:279-287.
- Schingoethe, D.J. 2006. Utilization of DDG'S by cattle. Dairy Science Department, South Dakota State University, Brookings, SD 57007-0647.
- Sutton J.D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* 72: 2801-2814.

Tedeschi L. O., P. J. Kononoff, K. Karges y M. L. Gibson. 2008. Effects of chemical composition variation on the dynamics of ruminal fermentation and biological value of corn milling (co)products. *J. Dairy Sci.* 92:401-413.

Urdl M., L. Gruber, J. Häusler, G. Maierhofer and A. Schauer. 2006. Influence of distillers dried grains with solubles (Strarprot) in dairy cow feeding. *Slovak J. Anim. Sci.* 39:43-50.