

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE CIENCIAS VETERINARIAS



“Efecto de Inclusión de Ensilaje de Sorgo Sobre Producción y Composición de Leche en Vacas Holstein”

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA:

Ing. Agr. Oliva Fabiola Guevara Florentino

Director de tesis

Dr. Martin Francisco Montaña Gómez

Co-Director de Tesis

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez

Asesores

Dr. Víctor Manuel González Vizcarra

Dr. José Fernando Calderón y Cortés

M.C. Laura Elena Silva Paz

MEXICALI, B. C., MÉXICO

AGOSTO DE 2013

Efecto de Inclusión de Ensilaje de Sorgo Sobre Producción y Composición de Leche en Vacas Holstein. Tesis presentada por Oliva Fabiola Guevara Florentino, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:

Dr. Martin Francisco Montaña Gómez

Director de Tesis

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez

Co-Director de Tesis

Dr. Víctor Manuel González Vizcarra

Asesor

Dr. José Fernando Calderón y Cortés

Asesor

M.C. Laura Elena Silva Paz

Asesor

MEXICALI, B. C., MÉXICO

AGOSTO DE 2013

Contenido

LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE GRAFICAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ANTECEDENTES.....	8
JUSTIFICACION.....	13
OBJETIVO.....	15
HIPOTESIS.....	16
REVISION DE LITERATURA.....	17
El proceso de ensilaje.....	17
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre producción de leche.....	19
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre porcentaje de grasa.....	20
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre porcentaje de proteína.....	21
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre porcentaje de lactosa.....	23
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre porcentaje de sólidos no grasos.....	24
Efecto de la suplementación de ensilaje sobre porcentaje de nitrógeno ureico.....	24
MATERIALES Y METODOS.....	26
RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA.....	40

Lista de Tablas

Tabla 1. Dietas experimentales	25
Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta.....	26

Lista de Gráficas

Gráfica 1.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre producción de leche.....</u>	27
Gráfica 2.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre el porcentaje de grasa.....</u>	29
Gráfica 3.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre el porcentaje de proteína.....</u>	30
Gráfica 4.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre el porcentaje de lactosa.....</u>	32
Gráfica 5.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre el porcentaje de sólidos no grasos.....</u>	33
Gráfica 6.	<u>Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre el porcentaje de N ureico.....</u>	35

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María por bríndame la oportunidad de culminar este sueño y ponerme en este camino.

A mis padres, por ser un ejemplo, apoyo incondicional y porque a pesar de la distancia nunca soltaron mi mano, estando conmigo en todo momento.

Al mi tutor, Doctor Martin Francisco Montaña Gómez, por su paciencia, por compartir sus conocimientos y por sus sabios consejos que me ayudaron a crecer como profesional y como persona.

A la Doctora Olga Maritza Manríquez Núñez y al Doctor Víctor Manuel González Vizcarra por el importante aporte y participación que me brindaron en la realización de este proyecto.

Al comité, por compartir sus conocimientos y por el apoyo brindado.

A mis compañeros de maestría, ya que fueron un apoyo fuerte e incondicional durante este sueño.

A CONACYT, por abrirme las puertas en México y ayudarme a culminar este logro importante en mi vida profesional.

Al personal del establo lechero y metabólico del Instituto de Ciencias Veterinarias por su apoyo durante este proyecto.

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

A Fundación PRODUCE-Baja California por el apoyo recibido para la realización del proyecto de investigación.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María Auxiliadora porque sin ellos no sería lo que hasta el momento soy, por llenar mi camino de bendiciones.

A mis padres, Salome Guevara y Oliva Florentino por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero sobre todo por su amor y confianza.

A mis hermanos, Migue, Gretel y Dari, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza, por el valor que tienen para salir adelante, por su amor, complicidad y por las palabras llenas de aliento y superación.

A mis sobrinas María Graciela, Camila Salome, Miguel Antonio y la semillita en camino, por motivarme a ser mejor cada día y por llenar de felicidad cada uno de ellos.

A mis abuelos que desde el cielo me llenan de cariño y a mi abue Ulpi que con cada abrazo me llena de ternura.

A mis amigos en México, que se han convertido en una familia y me han abierto las puertas de sus hogares haciéndome sentir como en casa y también a mis amigos que aun con la distancia nuestros lazos de amistad siguen creciendo.

RESUMEN: Se utilizaron 12 vacas Holstein en su tercio medio de lactación. Cada unidad experimental se asignó a una corraleta con comedero individual y bebedero automático compartido para dos unidades experimentales. Los tres tratamientos consistieron en tres niveles de ensilaje de sorgo en la dieta: TMT1: 0% (Control); TMT2: 15%, TMT3: 30%. Las dietas se ofrecieron por partes iguales diariamente a las 07:00 y 15:00 hrs. Los animales consumieron agua y dietas *ad libitum*. El experimento contó con 14 días de adaptación a los tratamientos y 42 días de período de pesado de leche y toma de muestras semanalmente. El pesado y la toma de muestra de la leche se realizaron los días viernes durante las ordeñas de las 04:30 y 16:30 hrs. Se corrieron los análisis correspondientes para Grasa, Proteína, Lactosa, Sólidos no Grasos (SNG) y Nitrógeno Ureico en Leche (NUL). Los análisis de laboratorio se corrieron de manera paralela tanto en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, en Mexicali, como en los Laboratorios de la Asociación Holstein de México, en Querétaro, Querétaro. No se observaron efectos de los tratamientos ($P > .10$) sobre contenido de grasa, proteína, lactosa ni SNG. Se observó efecto significativo sobre NUL (16.75, 15.71 y 12.71%; $P < .05$), para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Concluimos que la inclusión de hasta un 30 % de ensilaje de sorgo de nervadura café en sustitución de heno de alfalfa en dietas para vacas Holstein en producción puede ser una alternativa adecuada, debido entre

otras ventajas a que no afecta adversamente la producción ni la composición de la leche, además de disminuir significativamente y mantener a niveles recomendados los valores de de nitrógeno ureico el leche.

ABSTRACT: Twelve Holstein cows were used in its middle third of lactation. Each experimental unit was assigned to a placed with automatic individual and drinking trough for two experimental units. The three treatments consisted of the level of silage of sorghum in the diet: TMT1: 0% (Control); TMT2: 15%, TMT3: 30%. Diets were offered by equal parts daily at 07:00 and 15:00 hrs. Animals fed *ad libitum* diets and water. The experiment had 14 days of adaptation to the treatments and 42 days of sampling from milk weekly. Weighing and sampling of milk were on friday during the milking at 04:30 and 16:30 hrs. The corresponding analysis for fat, protein, lactose, solids non-fat solids (SNF) and urea nitrogen (MUN) were run in milk. Laboratory analyses were made in parallel both at the Research Institute in Veterinary Sciences of the UABC, Mexicali, as well as at the laboratories of the Holstein Association of Mexico, Queretaro, Querétaro. There was no effect of treatments ($P > .10$) on content of fat, protein, lactose, or SNG envelope. It was observed significant effect on NUL (16.75, 15.71 y 12.71%; $P < .05$), for treatments 1, 2 y 3. We conclude that the inclusion of up to 30% of silage of sorghum from alfalfa hay in diets for cows in production may be an appropriate alternative, due among other advantages that not affected adversely the production or the composition of the milk, as well as significantly reduce and maintain recommended levels the values of urea in the milk.

ANTECEDENTES

Una de las alternativas reales con la que se cuenta para la sustitución parcial y/o total del ensilaje de maíz (*Zea mays*) en dietas para vacas lecheras en producción ha sido el ensilaje de Sorgo (*Sorghum bicolor*), debido entre otras ventajas a que presenta un aceptable desempeño en condiciones adversas como son la sequía, las altas temperaturas del verano o los efectos negativos asociados con un retraso de la siembra; condiciones que representan un alto riesgo para el maíz (*Zea mays*) (Oliver, 2004). Según Fontes y Moura Filho (1979), el sorgo es muy resistente a la deshidratación debido a su sistema radicular fibroso y muy extenso (puede alcanzar 1,5 m de profundidad, valor normalmente 50% mayor que el del maíz), a un eficaz ritmo de transpiración (retardo del crecimiento) y a características foliares de las xerófitas, como la serosidad y la ausencia de pilosidad, que reducen la pérdida de agua de la planta.

Grant et al. (1995), sostienen que aunque este grano posee alternativas de producción mejores que el ensilaje de maíz, se debe considerar que las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo presentan un menor consumo de Materia Seca (MS), por lo cual disminuye la producción de leche, aunque acorde con Sanderson et al. (1994), entre sus ventajas se encuentran el que incrementa la cobertura del suelo, evita la erosión y tiene un menor requerimiento de pesticidas en comparación con el cultivo de maíz.

El uso de sorgo en la forma de ensilaje es favorecido por presentar este cultivo niveles de carbohidratos solubles por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas, capacidad tampón relativamente baja, contenido de materia seca superior al 20 % y una estructura física que favorece la compactación durante el llenado del silo (Ribeiro, 2007). Un factor importante que determina el tipo de fermentación en el proceso de ensilaje es el contenido de materia seca de la planta. En ensilajes muy húmedos, los efluentes generados varían de 1 a 11% de la MS y contienen la mayoría de los componentes solubles del forraje, como azúcares, ácidos orgánicos, proteínas y otros compuestos nitrogenados (McDonald et al., 1991).

Según Paiva (1976), el contenido de materia seca de los ensilajes de buena calidad puede oscilar entre 30-35%. Cuando estos presentan un mayor porcentaje de humedad tienden a elevar el costo de producción, ya que el transporte de altas cantidades de humedad resulta más caro. El pH de ensilajes muy húmedos tiene que ser más bajo con la finalidad de poder inhibir el crecimiento de *Clostridia spp.* Estas bacterias son indeseables porque producen ácido butírico y degradan la fracción proteica con la consecuente reducción del valor nutricional del ensilaje. Aún cuando el nivel de carbohidratos solubles sea suficiente para promover la fermentación láctica, el consumo voluntario puede verse disminuido. Así mismo, ensilajes muy húmedos producen efluentes que llevan a una pérdida de nutrientes de alta digestibilidad (McDonald et al., 1991).

Acorde con Gerhardt et al. (1994), se ha prestado más atención a los híbridos de sorgos de nervadura café, debido principalmente a su reducido contenido de

lignina y correspondiente mejora en la digestibilidad de la fibra detergente neutra (FDN). Esto representa una ventaja importante, ya que la lignina al ser el componente indigestible primario de paredes celulares de la planta, tiene la capacidad de inhibir la digestión ruminal de hidratos de carbono presentes en la pared celular (Aydin et al., 1999). La característica principal de estos híbridos es la coloración café-rojiza en la parte media de las hojas, lo que se le conoce como nervadura (Halpin et al., 1998), así como en las partes de mayor lignificación como son los tallos (Luna et al., 2011).

Se ha comparado el efecto de ensilaje de sorgo y ensilaje de maíz en la dieta de vacas Holandesas de alta producción, no observándose diferencias en el consumo de materia seca, en la producción ni en la composición de la leche en respuesta al suministro de ensilaje (Lusk et al., 1984; Nichols et al., 1998). Por su parte, Valvasori et al. (1998a), observaron que al administrar ensilaje de sorgo granífero suplementado con 3 kg de concentrado a vacas Holandesas, se obtuvieron producciones de leche y de grasa (12.93 kg de leche/vaca/día, 3.64% de grasa) mayores a las vacas alimentadas con ensilaje de caña de azúcar (11.78 kg de leche/vaca/día, 3.58% de grasa). En dietas para terneros la utilización de ensilaje de sorgo granífero suplementado con harina de algodón presentó valores mayores de ganancia de peso diaria con menor conversión alimenticia y menor consumo de harina de algodón, comparado con aquellos terneros que recibieron ensilaje de caña de azúcar suplementado con harina de algodón (Valvasori et al., 1998b).

Otros investigadores (Aydin et al. 1999), al comparar la suplementación de ensilajes de sorgo de nervadura café, alfalfa, maíz y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) a un nivel del 65% de la dieta total en vacas Holstein de mediana producción, observaron una producción de leche similar al comparar ensilajes de sorgo de nervadura café vs alfalfa, presentándose los valores más bajos en respuesta a la suplementación de sorgo forrajero. No se observaron efectos de los tratamientos sobre porcentaje de grasa en leche (3.73, 3.78, 3.82, 3.73), respectivamente. Así mismo, el mayor porcentaje de proteína fue observado en respuesta a la inclusión de ensilaje de maíz en la dieta (3.36 vs 3.19; maíz vs promedio del resto de los ensilajes). Al mismo tiempo, no observaron efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de lactosa en leche, registrándose valores de 4.88, 4.86, 4.90, 4.85, respectivamente para ensilajes de sorgo de nervadura café, alfalfa, maíz y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*).

Sobre esto mismo, Grant et al. (1995), al comparar la inclusión de ensilajes de sorgo de nervadura café, alfalfa, maíz y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) a un nivel del 65% de la dieta total en vacas Holstein de mediana producción, observaron que la producción de leche fue similar al comparar los tres primeros tratamientos, mientras que en aquellas vacas alimentadas con ensilaje de sorgo forrajero mostraron una producción 23% menor que aquellas alimentadas con los otros ensilajes. Al mismo tiempo, el nivel de grasa en leche fue menor (3.47 vs 4.01; $P < .10$) al comparar sorgo forrajero vs sorgo de nervadura café, alfalfa y maíz.

JUSTIFICACIÓN

En la alimentación de bovinos lecheros las fuentes proteicas son importantes para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción; los altos costos de importación han impulsado la exploración de fuentes alternas de proteínas disponibles localmente y a bajo costo, tal es el caso de las leguminosas. Por otro lado, los costos de alimentación en la producción lechera representa el renglón más alto dentro de la inversión total, por lo que la disminución de costos contribuye a enfrentar la competitividad que representa la apertura comercial y la globalización.

El ensilado es uno de los métodos de conservación de nutrientes más antiguos, el cual facilita tanto la recolección como el almacenamiento y conservación del forraje (Cañete y Sancha, 1998). El objetivo en la preparación de ensilado consiste en crear un ambiente anaeróbico para la fermentación de azúcares, transformándose en ácidos que reducen el pH y conservan el forraje (Chamberlain y Wilkinson, 2002). Para Santos et al. (2009), se considera como una buena opción en los procesos de alimentación animal debido a su bajo costo de operación y alto rendimiento.

Mientras que McCornick et al. (1990), reportaron que el consumo de materia seca y la producción de leche fue similar para las vacas alimentadas ya sea con ensilaje de maíz o ensilado reygrass, Aydin et al. (1999) reportaron diferencias significativa ($P < 0.05$) entre ensilaje de sorgo dulce y ensilaje de sorgo de nervadura café, siendo similar a los resultado obtenidos en las vacas alimentadas con ensilaje de maíz. Luks et al. (1984), también observaron una producción láctea similar cuando las vacas fueron alimentadas con sorgo de nervadura café o un híbrido de maíz de

doble propósito. En concordancia con estos resultados, Colenbrander et al. (1986), al comparar ensilaje de maíz vs ensilaje de sorgo obtuvieron un rendimiento de la leche similar para todos los tratamientos.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es el evaluar la eficiencia de diferentes niveles de inclusión de ensilaje de sorgo de nervadura café en sustitución de heno de alfalfa en dieta para vacas Holstein medianas productoras.

HIPÓTESIS

El incluir hasta un 30% de ensilaje de sorgo de nervadura café en sustitución de heno de alfalfa no afecta negativamente la producción ni calidad de leche en vacas Holstein medianas productoras.

REVISIÓN DE LITERATURA

El proceso de ensilaje

El proceso de la conservación por ensilaje se basa en tratar de inhibir el crecimiento de los microorganismos degradadores de la materia seca (Garcés et al., 2006), lo cual se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Acorde con Weinberg y Muck, (1996), al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas, tal y como lo describen Elferink et al. (1999).

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, se presenta una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6.5-6.0) (Garcés et al., 2004).

Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 5.0.

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo,

este depende de la concentración y de la actividad de los organismos presentes en el ensilaje. Pérdidas de entre 1.5 y 4.5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en las áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (Honig y Woolford, 1980).

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre producción de leche

En un estudio realizado por Amer et al. (2011) las vacas alimentadas con ensilaje de alfalfa produjeron más leche que las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo (36.8 vs 33.0 kg/d). Resultados similares fueron observados por Dann et al. (2007), donde obtuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento de 45% de ensilaje de nevadura café (28.9 kg/d) y el tratamiento con 35% ensilaje de maíz (32.7 kg/d).

Estos resultados contrastan con lo reportado por Oliver et al. (2004), donde no se observaron diferencias sobre la producción de leche de vacas alimentadas con sorgo forrajero nevadura café-6 y ensilaje de maíz. Al mismo tiempo, Bernard et al. (2002), reportaron un incremento lineal en la producción de leche conforme se sustituyó ensilaje de reygrass por ensilaje de maíz. Mientras que Colenbrander et al. (1986), al comparar ensilaje de maíz vs ensilaje de sorgo, obtuvieron un rendimiento de la leche similar para todos los tratamientos, resultados diferentes fueron reportados por McCornick et al. (1990), ya que el consumo de materia seca y la producción de

leche fue similar para las vacas alimentadas ya sea con ensilaje de maíz o de reygrass.

Otros autores (Aydin et al., 1999), reportaron diferencias significativa ($P < 0.05$) sobre la producción de leche entre ensilaje de sorgo dulce y ensilaje de nervadura café, siendo similar a los resultados obtenidos en las vacas alimentadas con ensilaje maíz. Luks et al. (1984), también observaron una producción láctea similar cuando las vacas fueron alimentadas con sorgo nervadura café o un híbrido de maíz de doble propósito.

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre grasa en leche

Mientras que las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo dulce producen aproximadamente 35% menos grasa que las vacas alimentadas con ensilaje nervadura café o ensilaje de maíz (Grant et al., 1995), en estudios realizados por Aydin et al. (1999), no obtuvieron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de grasa en leche al comparar la inclusión de ensilajes de sorgo de nervadura café, alfalfa, maíz y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) a un nivel del 65% de la dieta total en vacas Holstein de mediana producción.

Dann et al. (2007), reportaron que el contenido y el rendimiento de la grasa de la leche no fueron diferentes al comparar ensilaje de sorgo de nervadura café vs ensilaje de maíz ofrecidos a niveles del 35 y 45% de la dieta total, aunque el

porcentaje de grasa de leche tendió a reducirse en vacas alimentadas con la dieta de ensilaje de maíz (3.43 vs 3.15; $P < .10$).

Bernard et al. (2002), al estar comparando la sustitución de ensilaje de maíz por ensilaje de rye grass a niveles del 0, 35, 65 y 100% en dietas conteniendo un total de 55.5% de MS en base a ensilaje, observaron una respuesta cúbica para el porcentaje de grasa de la leche, siendo mayor para las dietas que contenían ensilaje de raygrass en un 35 y 100% (4.08% y 4.0% de grasa, respectivamente), en comparación con el 0 y el 65% de ensilaje de raygrass (3.74% y 3.63% de grasa, respectivamente). Aunque las dietas basadas en ensilaje de maíz a menudo causan una disminución en el porcentaje de grasa en leche debido a factores tales como la presencia de eficaces inadecuadas, no se observaron incrementos en el porcentaje de grasa en leche. Estos mismos autores señalan que el porcentaje de grasa en leche suele aumentar cuando se añade fibra adicional a las dietas a base de ensilaje de maíz y que no existe razón aparente para un menor porcentaje de grasa en leche observado para la dieta que contenía 65% de ensilaje de raygrass, aunque la digestibilidad de la FAD fue numéricamente más bajo para esta dieta.

En un estudio realizado por Oliver et al. (2004), el porcentaje de grasa se mantuvo similar en los animales alimentados con ensilaje de sorgo de nervadura café y ensilaje de maíz (3.89% vs 3.88%), reportando el menor porcentaje para el tratamiento con ensilaje de sorgo forrajero (3.57%). En concordancia a los resultados obtenidos en nuestro experimento, Nichols et al. (1997), no encontraron diferencia significativa al comparar ensilaje de maíz y ensilaje de sorgo.

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre proteína en leche

Amer et al. (2011), no observaron efecto sobre la concentración de proteína de la leche en respuesta al tipo de ensilado incluido en la dieta en un estudio para determinar el valor alimenticio del ensilaje de sorgo dulce comparado con el ensilaje de alfalfa (3.19 vs 3.24, $P > .10$) en una relación 50:50 (forraje:concentrado) donde el ensilaje de sorgo dulce y ensilaje de maíz constituían el 70% del forraje total en cada dieta.

En un estudio realizado por Dann et al., (2007), mediante el cual se evaluaron dietas que contenían ensilaje de sorgo de nervadura café y/o ensilaje de maíz a niveles de 35 y 45% en base a materia seca de la dieta, no se observaron diferencias significativas ($P > .10$) entre los tratamientos al 35% de inclusión, observándose valores de 2.95% y 3.0%, respectivamente, mientras que a nivel de suplementación del 45% se observó diferencia significativa ($P < .05$) con valores de 2.81 y 3.0, respectivamente. Es importante mencionar que el incremento en la concentración de sorgo de nervadura café disminuyó significativamente ($P < .05$) el porcentaje de proteína en leche.

Al mismo tiempo, otros autores (Bernard et al., 2002), no observaron ninguna diferencia entre los tratamientos sobre las concentraciones de proteína en leche en respuesta a la sustitución de ensilaje de ensilaje de maíz por raygrass a niveles del 0, 35, 65 y 100%.

Grant et al. (1995), comparando ensilaje de sorgo de nervadura café vs ensilajes de maíz, alfalfa y sorgo dulce observaron diferencias significativas en el porcentaje de proteína en leche de vacas alimentadas con ensilaje de sorgo forrajero (3.13%) y ensilaje de maíz (3.31%), siendo similares entre los tratamientos de ensilaje de sorgo de nervadura café y alfalfa reportando 3.24 y 3.22%, respectivamente.

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre lactosa en leche

Aunque Grant et al. (1995), reportaron diferencias significativas de la suplementación de ensilaje de sorgo forrajero con respecto a ensilaje de sorgo de nervadura café y ensilaje de alfalfa, sobre el porcentaje de lactosa en leche; observando valores de 4.72, 4.86 y 4.94, respectivamente, Aydin et al. (1999), no observaron efecto de la suplementación de ensilaje de sorgo forrajero, ensilaje de sorgo de nervadura café y/o ensilaje de maíz sobre el nivel de lactosa en leche (4.97, 5.04, 5.04), respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dann et al. (2007), quienes obtuvieron efectos similares en el porcentaje de lactosa en respuesta a la inclusión de ensilaje de sorgo de nervadura café al 35 y 45% de la dieta total, reportando porcentajes del 4.66 y 4.57 respectivamente. En respuesta a la inclusión de ensilaje de maíz al 35% y 45% observaron valores de 4.72 y 4.56, respectivamente. Otros autores (Oliver et al., 2004), también observaron respuestas similares al estar evaluando dos diferentes híbridos de sorgo; nervadura café-6 y nervadura café-18 contra ensilaje de maíz, obteniendo valores de 4.88, 4.90 y 4.78%, respectivamente.

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre sólidos no grasos en leche

En un estudio realizado por Amer et al. (2011), reportaron diferencia significativa mostrando un mejor resultado en el tratamiento para las vacas alimentadas con ensilaje de alfalfa (9.08%) que las que recibieron el ensilaje de sorgo dulce (8.88%).

Efecto de la suplementación de ensilaje sobre nitrógeno ureico en leche

La determinación de los niveles de nitrógeno ureico en leche es considerada una alternativa para determinar el balance proteico del ganado lechero. La relación de la utilización de las proteínas degradables en el rumen y las no degradables o pasantes constituyen el origen de la producción de amoníaco, el cual puede ser transformado en urea por el hígado, la cual circula en sangre y es parcialmente excretado en la leche (Arias y Nesti de Alonso, 1999).

En vacas lecheras altamente productoras, las concentraciones de nitrógeno ureico menores de 15 mg/dL indican una deficiencia relativa de proteína en la dieta. Las concentraciones de nitrógeno ureico mayores de 19 a 20 mg/dL se han relacionado con bajas tasas de concepción y reducción en la gestación de vacas lecheras (Hammond y Chase, 1997). Al mismo tiempo, Roseler et al. (1993), reportan valores que pueden oscilar entre el 12 y el 17%.

En un estudio realizado por Amer et al. (2011), la concentración de nitrógeno ureico en leche (NUL) fue mayor en vacas alimentadas con ensilaje de alfalfa (14.0 mg/dL) que en la leche de las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo dulce (10.0 mg/dL). La reducción de NUL y la concentración de amoníaco ruminal puede estar asociada con la alimentación de ensilaje de sorgo debido al bajo contenido de proteína cruda presente en la dieta de ensilaje de sorgo dulce.

Dann et al. (2007), en un estudio donde se utilizaron dos niveles de inclusión (35 y 45%) de ensilaje de sorgo y ensilaje de maíz, no reportaron diferencia significativa entre niveles pero si entre tipo de ensilaje, reportando 12.81 mg/dL para el tratamiento con 45% de ensilaje de sorgo nervadura café y 9.53 mg/dL con un 45% de ensilaje de maíz.

Las concentraciones séricas de nitrógeno ureico (12.9, 12.0, 11.9, 12.5 mg/dL) no fueron diferentes en respuesta a la inclusión de ensilaje de ryegrass al 0, 35, 65 y 100% en sustitución de ensilaje de maíz (Bernard et al. 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante los meses de febrero a marzo del 2012, en la Unidad de Producción Lechera del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada a 3.5 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 12 vacas Holstein en su tercio medio de lactación. Las unidades experimentales se encontraron entre su segunda y tercera lactancia. Cada unidad experimental se asignó a una corraleta con comedero individual y bebedero automático compartido para dos unidades experimentales. Durante todo el experimento los animales contaron con acceso al agua *ad libitum*. Los tres tratamientos consistieron en el nivel de ensilaje de sorgo en la dieta: TMT1: 0% (Control); TMT2: 15%, TMT3: 30%. El porcentaje de ensilaje de sorgo representó el porcentaje total de sorgo que se incluyó en sustitución de la alfalfa (BMS). Las dietas se ofrecieron por partes iguales diariamente a las 07:00 y 15:00 hrs. Los animales consumieron las dietas *ad libitum*, asegurándose que en el comedero quedara alrededor del 5% del total ofrecido. Las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1.

El experimento contó con 14 días de adaptación a los tratamientos y 42 días de período de pesado de leche y toma de muestras semanalmente. Previo al periodo de adaptación se tomaron muestras de leche y se midió la producción por animal. El

pesado y la toma de muestra de la leche se realizaron los días viernes durante las ordeñas de las 04:30 y 16:30 hrs. Se corrieron los análisis correspondientes para

determinar las características organolépticas (Grasa, Proteína, Lactosa, Sólidos No Grasos (SNG), Nitrógeno Ureico en Leche (NUL), Conteo de Células Somáticas (CCS), Densidad y Agua). Los análisis de laboratorio de corrieron de manera paralela tanto en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, en Mexicali, como en los Laboratorios de la Asociación Holstein de México, en Querétaro, Querétaro.

Tabla 1. Dietas experimentales

Componente	Tratamiento		
	0	15	30
Ensilaje de sorgo	-----	10.08	21.00
Alfalfa	19.60	18.76	15.40
Maíz	8.40	8.40	8.40
Melaza	2.80	2.80	2.80
Aporte nutrimental (% MS)			
ENI (Mcal/kg)	1.50	1.49	1.48
PC	15.53	14.66	13.46
FC	16.31	17.24	17.67
FND	30.41	31.40	31.51
Ca	1.00	0.93	0.82
P	0.23	0.23	0.23
K	2.04	1.96	1.84
S	0.25	0.24	0.22

Nivel de inclusión en la dieta de 0, 15 y 30% de ensilaje de sorgo.

Diseño del Experimento y Análisis estadístico

Los animales fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los bloques. El experimento contó con un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se utilizó un

análisis de procedimientos GLM de SAS* para un diseño completamente al azar. Se utilizaron contrastes ortogonales para evaluar si el incremento de ensilado en la dieta presenta efectos lineales y/o cuadráticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del experimento son mostrados en el Cuadro 2. En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre la producción de leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 1. Las medias de producción (kg/d) fueron de 29.95, 28.47 y 29.92 para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. No se observó efecto estadísticamente significativo de los tratamientos sobre la producción de leche ($P < .05$). La producción de leche (kg/d) se mantuvo estable durante todo el período de muestreo. Es importante mencionar que el comportamiento más estable se presentó en respuesta a la inclusión de 15% de ensilaje de sorgo, mientras que en respuesta a la inclusión de un 30% de ensilaje se observó una tendencia a incrementar la producción en la última semana de muestreo.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre las variables respuesta.

Variable	Tratamiento			Pr > t	EE
	0	15	30		
Leche, kg/d	29.95	28.47	29.92	0.91	2.826
Grasa, %	3.20	3.37	3.27	0.83	0.187
Proteína, %	3.61	3.61	3.56	0.32	0.028
Lactosa, %	4.90	4.86	4.80	0.48	0.054
SNG ¹ , %	9.38	9.61	9.46	0.59	0.162
NUL ² , %	16.75	15.71	12.71	0.04	1.000

Nivel de inclusión en la dieta de 0, 15 y 30% de ensilaje de sorgo.

¹ Sólido no grasos

² Nitrógeno ureico en leche

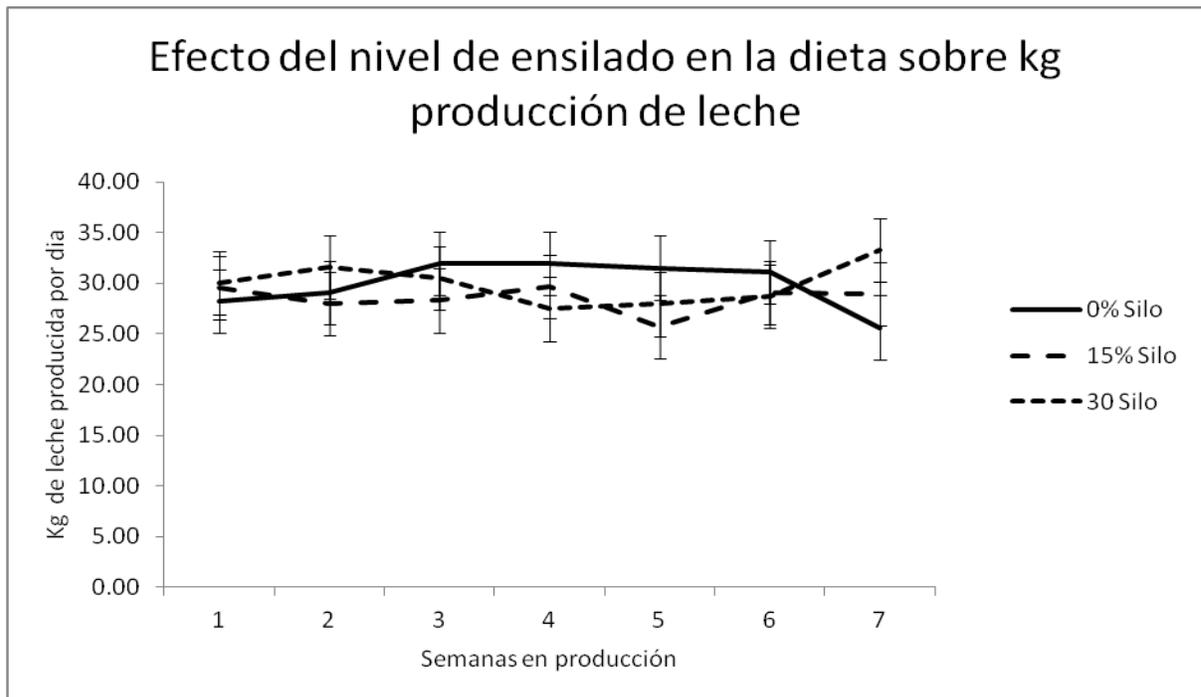
Kowsar et al. (2008), no observaron efecto de los tratamientos sobre producción de leche al realizar un estudio con el objetivo de determinar el efecto del

reemplazo parcial de alfalfa por ensilaje de maíz, a niveles de 0, 16, 20 y 24 %, en dietas conteniendo un total de 40% de forraje.

Juntanam et al. (2013), al estar comparando el efecto de la inclusión de ensilaje de sorgo forrajero versus una mezcla (50/50) de ensilaje de sorgo forrajero y la leguminosa *Lablab purpureus*, no observaron diferencia significativa entre los tratamientos sobre la producción de leche, reportando valores de 16.76 y 17.02 kg/d, respectivamente.

Cuando Sliwinski et al. (2012), compararon dietas que contenía ensilaje de maíz vs una dieta que contenía ensilaje de sorgo y maíz no encontraron diferencia significativa ($P>0.10$) entre tratamientos, reportando valores de 21.8 y 20.5 kg/d respectivamente para cada tratamiento.

Grafica 1. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre producción de leche.



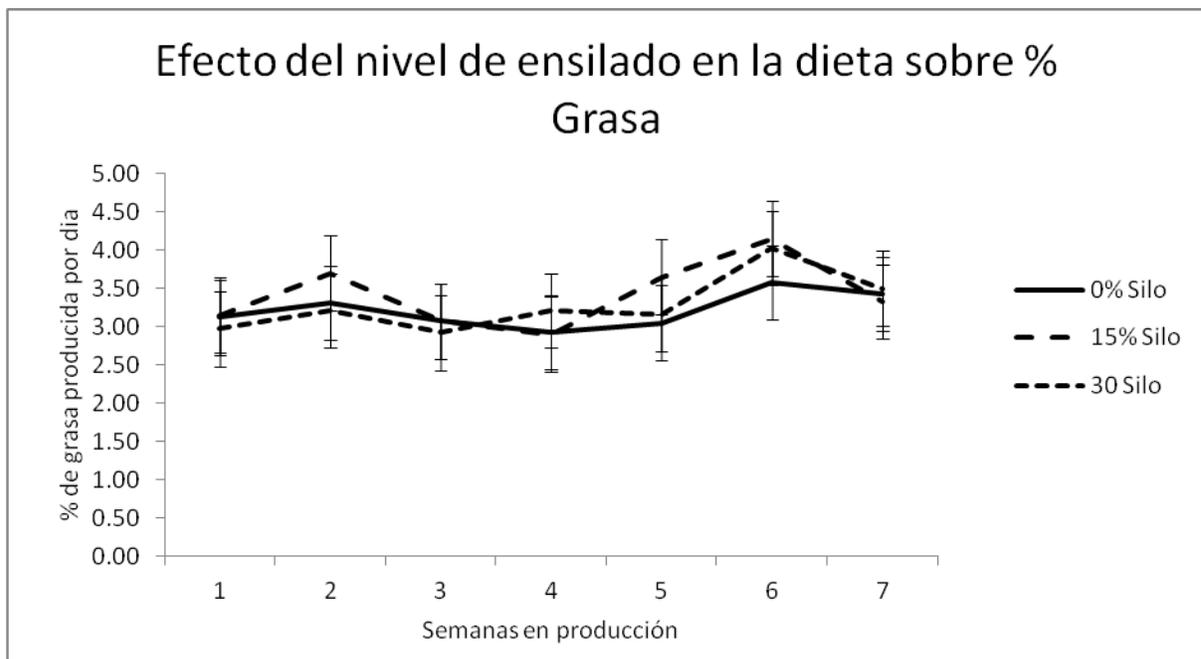
Acorde con nuestros resultados, otros autores no han observado efecto sobre la producción de leche en respuesta a la inclusión de diferentes niveles de ensilajes en las dietas. Nascimento et al. (2008), al evaluar los efectos de ensilaje de maíz, ensilaje de sorgo con grano y ensilaje de sorgo forrajero, utilizando concentrado comercial con cada tratamiento, donde no obtuvieron diferencia significativa para la producción de leche (kg/d) entre el ensilaje de sorgo con grano (24.69) y ensilaje de sorgo forrajero (24.14), siendo similares los datos reportados por Colombini et al., (2012) donde no obtuvieron diferencia significativa entre utilizar dietas con ensilaje de sorgo con grano (24.60 kg/d) y ensilaje de sorgo forrajero (23.60 kg/d).

En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el porcentaje de grasa en leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 2. Las medias de porcentaje de grasa en leche fueron de 3.20, 3.37 y 3.27 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. No se observaron efectos estadísticamente significativos de los tratamientos ($P > .10$) sobre esta variable de respuesta. Es importante mencionar que se observaron diferencias en el contenido de grasa en leche al comparar los muestreos semanales.

Acorde con nuestros resultados, Kowsar et al. (2008), no reportaron diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de grasa entre los tratamientos utilizando 24% heno de alfalfa mas 16% de ensilaje de sorgo (3.50), 20% heno de alfalfa mas 20% ensilaje de maíz (3.44) y 16% de heno de alfalfa mas 24% de ensilaje de maíz (3.47).

Así mismo, Juntanam et al. (2013), utilizando ensilaje de sorgo forrajero y ensilaje de sorgo forrajero mezclado con la leguminosa *Lablab purpureus*, no obtuvieron diferencia significativa (3.42 y 3.53%). De la misma manera, Sliwinski et al. (2012), no observaron diferencia estadísticamente significativa sobre los valores de grasa en leche (4.29 vs 4.26%) al utilizar dietas que contiene ensilaje de maíz y ensilaje de contengan maíz y sorgo.

Grafica 2. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre porcentaje de grasa.

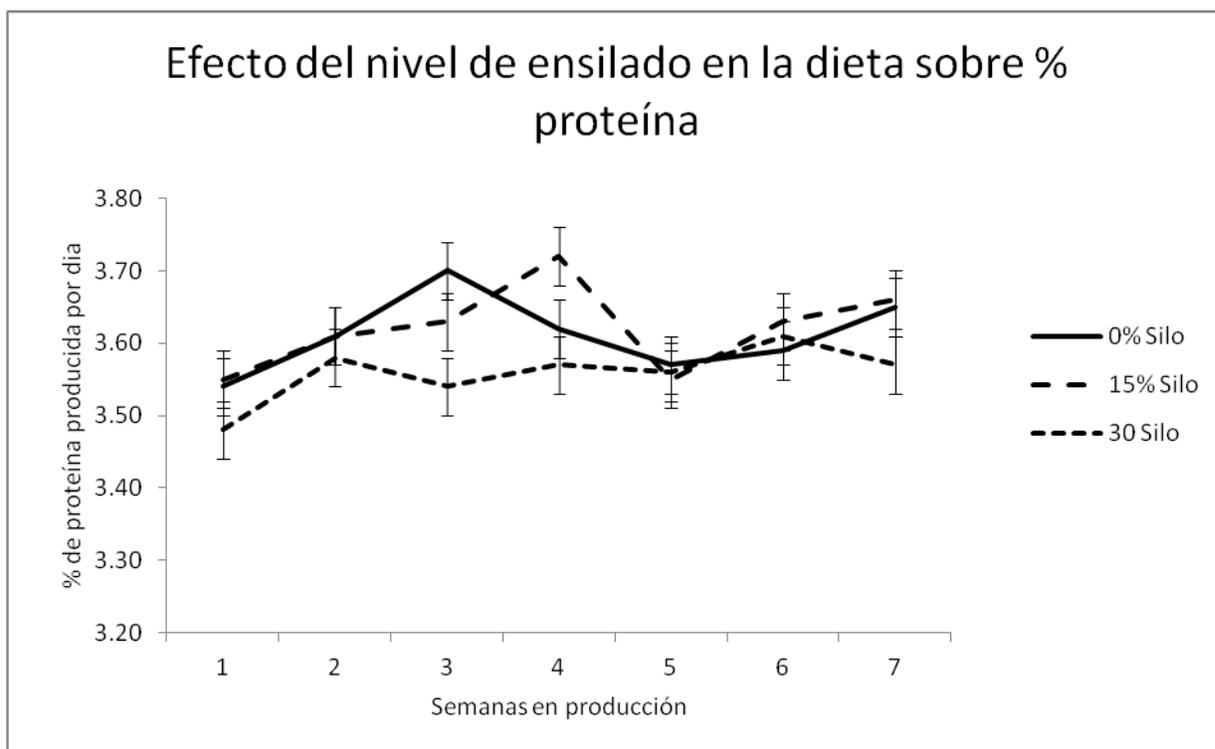


Nascimento et al., 2008 encontraron una mejor respuesta en las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo forrajero en comparación a las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo con grano (4.56 vs 4.31%), reportando diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, Colombini et al. (2008), no reportaron diferencia

significativa al utilizar ensilaje de sorgo con grano (4.33%) y ensilaje de sorgo forrajero, reportando valores de grasa en leche de 4.33 y 4.16%, respectivamente.

En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el porcentaje de proteína en leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 3. Las medias de porcentaje de proteína en leche fueron de 3.61, 3.61 y 3.56 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. No se observaron efectos estadísticamente significativos de los tratamientos ($P > .10$) sobre esta variable de respuesta. Es importante mencionar que se observaron diferencias en el contenido de proteína en leche al comparar los muestreos semanales.

Grafica 3. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre porcentaje de proteína.



Al observar la gráfica 3 podemos notar que en respuesta al tratamiento con 30% de silo se obtuvo un porcentaje más estable, mientras que en respuesta a la inclusión de 0% o 15% de ensilaje los valores fueron similares y con tendencia a incrementar.

Kowsar et al., 2008 reportaron que conforme se sustituyó heno de alfalfa por ensilaje de maíz el rendimiento de proteína fue aumentando (24% heno de alfalfa mas 16% de ensilaje de sorgo: 3.02, 20% heno de alfalfa mas 20% ensilaje de maíz: 3.08 y 16% de heno de alfalfa mas 24% de ensilaje de maíz: 3.07) pero sin haber una diferencia significativa entre tratamientos.

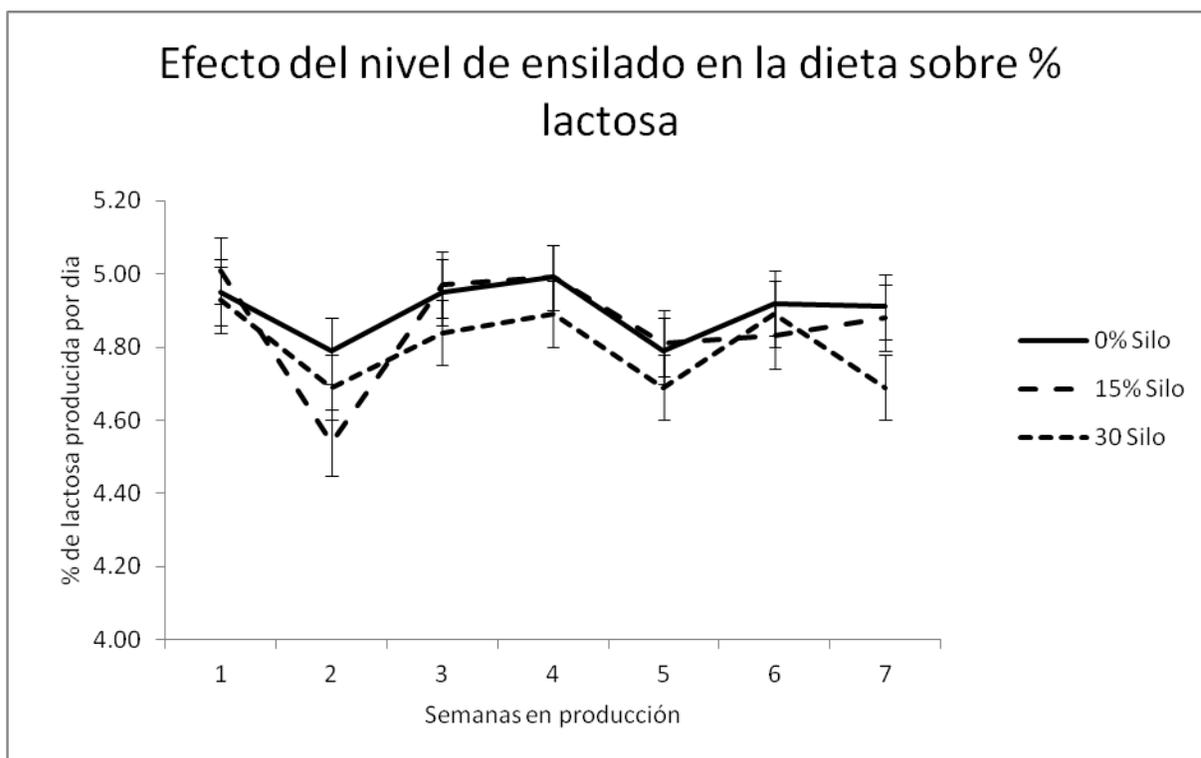
Así mismo, Juntanam et al. (2013), al comparar ensilaje de sorgo forrajero y ensilaje de sorgo forrajero mezclado con la leguminosa *Lablab purpureus*, no obtuvieron diferencia significativa sobre el valor de la proteína en leche (3.16 y 3.19%).

Aunque Nascimento et al. (2008) encontraron diferencia significativa al utilizar ensilaje de sorgo con grano (2.97%) y ensilaje de sorgo forrajero (3.05%), estos resultados difieren de la mayoría de los reportados a la fecha por otros investigadores, entre los que se encuentran Colombini et al. (2012), quienes no observaron diferencia estadísticamente significativa entre ensilaje de sorgo con grano (3.28%) y ensilaje de sorgo forrajero (3.31%).

En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el porcentaje de lactosa en leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 4. Las medias de porcentaje de lactosa en leche fueron de 4.90, 4.86 y 4.80 %

para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. No se observaron efectos estadísticamente significativos de los tratamientos ($P > .10$) sobre esta variable de respuesta. Es importante mencionar que se observaron diferencias en el contenido de lactosa en leche al comparar los muestreos semanales.

Grafica 4. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre porcentaje de lactosa.



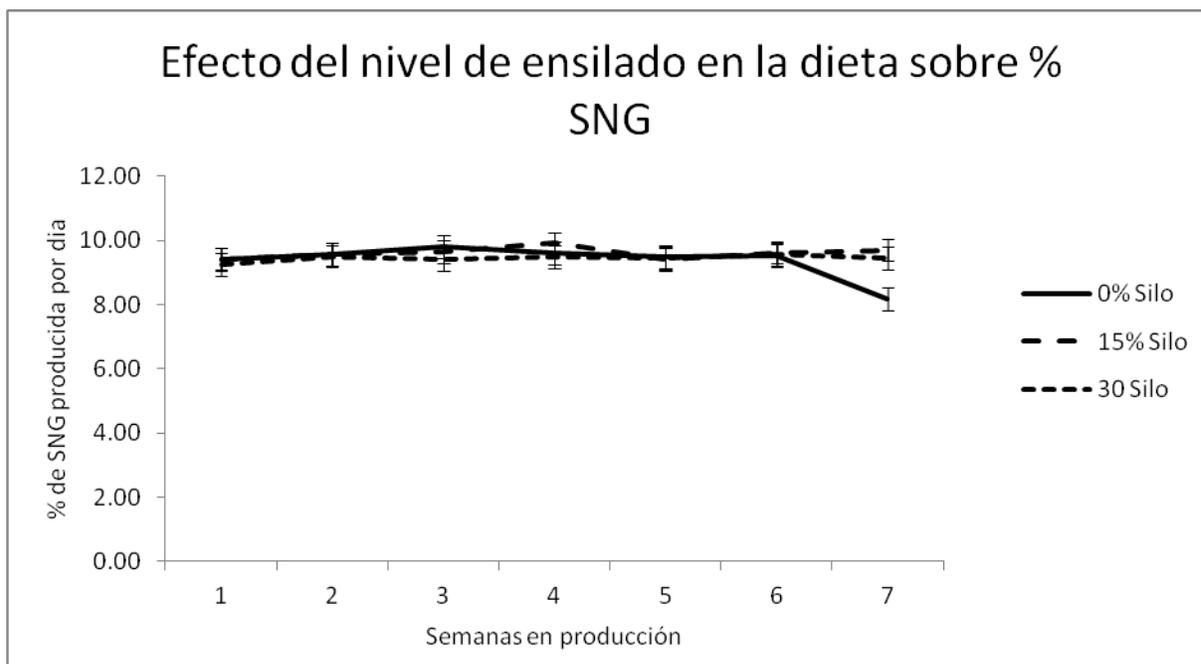
Kowsar et al. (2008) reportaron que conforme se sustituyó heno de alfalfa por ensilaje de maíz el porcentaje de lactosa fue aumentando (24% heno de alfalfa mas 16% de ensilaje de sorgo: 5.51, 20% heno de alfalfa mas 20% ensilaje de maíz: 5.50 y 16% de heno de alfalfa mas 24% de ensilaje de maíz: 5.56) pero sin haber una diferencia significativa entre tratamientos.

Así mismo, Juntanam et al. (2013), al comparar ensilaje de sorgo forrajero y ensilaje de sorgo forrajero mezclado con la leguminosa *Lablab purpureus*, no obtuvieron diferencia significativa sobre el valor de lactosa en leche (5.11 y 5.12%). Similares resultados fueron reportados por Sliwinski et al. (2012), quienes no encontraron diferencia significativa entre ensilaje de maíz y ensilaje de sorgo con maíz (4.75 y 4.74%).

Acorde con nuestros resultados, al comprar ensilaje de sorgo con grano y ensilaje de sorgo forrajero no se reportó diferencia significativa en un estudio realizado por Colombini et al. (2012) dando como resultado un 5.09 y 5.10% respectivamente para cada tratamiento.

En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el porcentaje de sólidos no grasos en leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 5. Las medias de porcentaje de sólidos no grasos en leche fueron de 9.38, 9.61 y 9.46 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. No se observaron efectos estadísticamente significativos de los tratamientos ($P > .10$) sobre esta variable de respuesta. Es importante mencionar que no se observaron diferencias en el contenido de sólidos no grasos en leche al comparar los muestreos semanales.

Grafica 5. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre porcentaje de sólidos no grasos.



La información publicada a la fecha en relación al efecto de la inclusión de niveles de ensilaje en la dieta sobre el valor de sólidos no grasos en leche es sumamente escasa. Juntanam et al. (2013), al comparar ensilaje de sorgo forrajero y ensilaje de sorgo forrajero mezclado con la leguminosa *Lablab purpureus*, no obtuvieron diferencia significativa sobre el valor de sólidos no grasos en leche (8.52 y 8.54%).

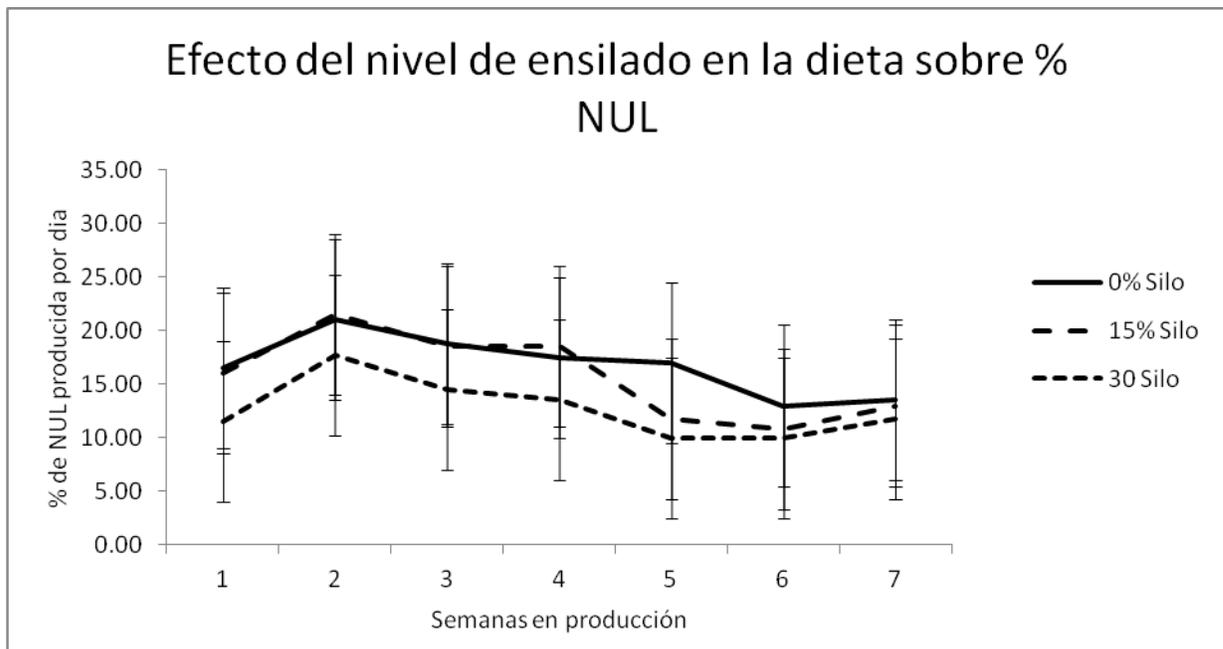
En relación a los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el porcentaje de nitrógeno ureico en leche, estos se muestran tanto en la tabla 2 como en la gráfica 6. Las medias de porcentaje de nitrógeno ureico en leche en leche fueron de 16.75, 15.71 y 12.71% para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Se observaron efectos estadísticamente significativos de los tratamientos ($P < .05$) sobre esta variable de respuesta. Es importante mencionar que se observaron diferencias

($P < .01$) en el contenido de nitrógeno ureico en leche en leche al comparar los muestreos semanales.

En un estudio realizado por Amer et al. (2011), la concentración de nitrógeno ureico en leche (NUL) fue mayor en vacas alimentadas con ensilaje de alfalfa (14.0 mg/dL) que en la leche de las vacas alimentadas con ensilaje de sorgo dulce (10.0 mg/dL). La reducción de NUL y la concentración de amoníaco ruminal pueden estar asociada con la alimentación de ensilaje de sorgo debido al bajo contenido de proteína cruda presente en la dieta de ensilaje de sorgo dulce.

Dann et al. (2007), en un estudio donde se utilizaron dos niveles de inclusión (35 y 45%) de ensilaje de sorgo y ensilaje de maíz, no reportaron diferencia significativa entre niveles pero si entre tipo de ensilaje, reportando 12.81 mg/dL para el tratamiento con 45% de ensilaje de sorgo de nervadura café y 9.53 mg/dL con un 45% de ensilaje de maíz.

Grafica 6. Efecto del nivel de ensilado en la dieta sobre porcentaje de N ureico en leche (NUL).



CONCLUSIONES

La inclusión de hasta un 30 % de ensilaje de sorgo de nervadura café en sustitución de heno de alfalfa en dietas para vacas Holstein en producción puede ser una alternativa adecuada, debido entre otras ventajas a que no afecta adversamente la producción ni la composición de la leche, además de disminuir significativamente y mantener a niveles recomendados los valores de nitrógeno ureico el leche.

LITERATURA CITADA

- Amer S., P. Seguin, and A.F. Mustafa. 2012. Effects of feeding sweet sorghum silage on milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:859–863.
- Arias, J., y A. Nesti de Alonso. 1999. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Rev. Fac. Agro.* 16:553-561.
- Aydin, G., R. J. Grant, and J. O. O’Rear. 1999. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:2127-2135.
- Bernard, J. K., J. W. West, and D. S. Trammell. 2002. Effect of Replacing Corn Silage with Annual Ryegrass Silage on Nutrient Digestibility, Intake, and Milk Yield for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 85:2277–2282
- Chamberlain, A. T., y J. M. Wilkinson. 2002. Alimentación de la vaca lechera. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 317 p.
- Colenbrander, V. F., D. L. Hill, and M. L. Eastridge. 1986. Formulating Dairy Rations with Neutral Detergent Fiber. 1. Effect of Silage Source. *J Dairy Sci.* 69:2718-2722.

- Colombini, S., G. Galassi, G. M. Crovetto, and L. Rapetti. 2012. Milk production, nitrogen balance, and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 95:4457-4467.
- Dann, H. M., R. J. Grant, K. W. Cotanch, E. D. Thomas, C. S. Ballard, and R. Rice. 2007. Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:663-672.
- Elferink, S. J. W. H. O., F. Driehuis, J. C. Gottschal, and S. F. Spoelstra. 2000. Silage fermentation processes and their manipulation. *FAO Plant Production and Protection Papers*, 17-30.
- Fontes, L. A. N., and W. F. Moura Filho. 1979. Calagem e adubação. *Info. Agropec.* 5(56):17-19.
- Garcés Molina A., E. Suárez, J. Guillermo y S. Ruíz. 2006. Evaluación de la calidad bromatológica del ensilaje de pasto kikuyo y maní forrajero. *Rev. Lasall. Inv. Corporación Universitaria Lasallista.* 3: 34-37.

- Garcés Molina A., L. Berrio., S. Ruiz, J. G. Serna de León, A. F. Builes. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev. Lasall. Inv.* 1: 66-71.
- Gerhardt, R. L., J. O. Fritz, K. J. Moore and E. H. Jaster. 1994. Digestion kinetics and composition of normal and brown Midrib sorghum morphological components. *Crop Sci.* 34:1353-1361.
- Grant, R. J., S. G. Haddad, K. J. Moore, and J. F. Pedersen. 1995. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:1970-1980.
- Halpin, C., K. Holt, J. Chojecki, D. Oliver, B. Chabbert, B. Monties, K. Edwards, A. Barakate, and G. A. Foxon. 1998. Brownmidrib maize (bm1) – a mutation affecting the cinnamyl alcohol dehydrogenase gene. *J. Plant.* 14:545-553.
- Hammond, A. C. y J. C. C. Chase. 1997. Uso de indicadores en la sangre y la leche para determinar el estado nutricional y reproductivo del ganado vacuno. *Centro Internacional de Agricultura Tropical.* 295: 15-25.
- Honig, H. and M. K. Woolford 1980. Changes in silage on exposure to air. Thomas (ed.) *Forage Conservation in the 80s. Occasional Symposium No. 11.* British Grassland Society, Hurley, Berkshire, UK. p.76-87.

Juntanam, T., J. Thiengtham, S. Sawanon, S. Tudsri, S. Siwichai, and S. Prasanpanich. 2013. Effect on Milk Production in Thailand of Silage from Forage Sorghum and Forage Sorghum with Lablab purpureus. *Kasetsart J. Nat. Sci.* 47:53-59.

Kowsar, R., G. R. Ghorbani, M. Alikhani, M. Khorvash, and A. Nikkhah. 2008. Corn silage partially replacing short alfalfa hay to optimize forage use in total mixed rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 91:4755-4764.

Luna, A. C., D. D. Díaz, F. A. R. Almeida, G. V. Villalobos, J. A. O. Gutiérrez, y A. Muro-Reyes. 2011. Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café-DOI: 10.5039/agraria.v6i1a973. *J. Agricultural Sci.* 6:181-187.

Lusk, J. W., P. K. Karau, and D. O. Balogu. 1984. Brown mibrid sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.* 67:1739-1744.

McCormick, M. E., E. B. Morgan, T. F. Brown, and A. M. Saxton. 1990. Relationships between silage digestibility and milk production among Holstein cows. *Proc. Forage and Grassland Conf., Am. Forage Grassland Council, Belleville.* p60–64.

McDonald, P., A. R. Henderson, and S. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications. p. 340.

Nascimento, W. G. D., I. N. D. Prado, C. C. Jobim, J. C. Emile, F. Surault, and C. Huyghe. 2008. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. Rev. Brasileira de Zootecnia. 37:896-904.

Nichols, S. W., M. A. Froetschel, H. E. Amos and L. O. Ely. 1998. Effects of fiber from tropical corn and forage shorgum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81:2383-2393.

Oliver, A.L., R. J. Grant, J. F. Pederson, and J. O'rear. 2004. Comparison of Brown Midrib-6 and -18 Forage Sorghum with Conventional Sorghum and Corn Silage in Diets of Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 87:637-644.

Paiva, J. A. J. 1976. Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. Tesis maestro en Zootecnia. Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

Pereira, L. G. R., N. M. Rodriguez, L. C. Gonçalves and D. A. de Assis Pires. 2007. Consideraciones sobre ensilajes de sorgo. Jornada sobre producción y utilización de ensilaje. p. 51-68.

Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non-protein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:525-534.

Sliwinski B., F. Brzoska, K. Weglarzy and M. Bereza. 2012. Effect of silage from maize and strip-chopped sorghum and maize on dairy cow's yield and milk composition. *Ann. Anim. Sci.* 12:367-379.

Valvasori, E., C.S. Lucci., F.L. Pires., J. R. Pozzi., I. Arcaro.1998a. Desempenho de bezerros recebendo silagens de sorgo ou de cana-de-açúcar como únicos alimentos volumosos. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.* 35:229-232.

Valvasori, E., C.S. Lucci., F.L. Pires., J. R. Pozzi., I. Arcaro. 1998b. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.* 35:139- 142.

Sanderson, M.A., F. R. Miller, y R. M. Jones. 1994. Forage quality and agronomic traits of experimental forage sorghum hybrids. College Station: Texas Agricultural Experimental Station.

Santos M. V., A. G. Gomez, M. Perez, J. M. Perea, G. M. Fernandez, A. Garcia., R. L. C. Ferreira. 2009. Composição química de silagens obtidas em microsilos encobertos por plástico confeccionados com diferentes produtos- Resultados preliminares. XVIII Congreso de Zootecnia, UTAD- Vila Real Portugal, p. 462-465.

Weinberg, Z. G., y R. E. Muck 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. Rev. FEMS Microbiol. 19:53-68.