



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**RESPUESTA PRODUCTIVA A LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS FUENTES
DE ENERGÍA DE VACAS DOBLE PROPÓSITO EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA

IAZ. ISELA SALVADOR LORETO

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, MARZO 2016

Hoja guarda blanco



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**RESPUESTA PRODUCTIVA A LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS FUENTES
DE ENERGÍA DE VACAS DOBLE PROPÓSITO EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA

IAZ. ISELA SALVADOR LORETO

COMITÉ DE TUTORES

DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO

DR. CARLOS ARRIAGA JORDÁN

DR. FERNANDO VICENTE MAINAR

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, MARZO 2016

DEDICATORIA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo evaluar el efecto de la inclusión de un 9% de melaza en suplementos ofrecidos a las vacas de doble propósito, durante la época de secas en la región subtropical de México. Durante la época de secas la disponibilidad de forraje se reduce y es de baja calidad. La melaza es una fuente de energía fácilmente disponible que puede mejorar la utilización del forraje y podría tener un efecto positivo sobre la producción de leche y la ganancia diaria de peso de los terneros (GDP). Se utilizaron doce vacas multíparas pardo suizo (409 ± 33 kg de peso corporal y 136 ± 73 días de lactación), y sus terneros, fueron asignados al azar a uno de los dos suplementos (seis vacas por tratamiento). El suplemento de control (COS) consistió en mazorca de maíz molida (CME), harina de soya y urea (14% PC), y el suplemento experimental en el que el 9% de CME fue sustituido por la melaza (MOS). Las vacas recibieron 4,5 kg / vaca / día de materia seca (MS) del suplemento. El experimento duró 10 semanas divididas en cinco períodos experimentales (PE). Las variables de respuesta animal (producción de leche, composición de la leche, peso corporal, condición corporal y GDP) se registraron al final de cada PE. Se utilizó un MIX MODEL para analizar los datos en un diseño completamente al azar. Los ingresos netos de la leche y la carne debido a los suplementos se estimaron utilizando el enfoque de presupuestos parciales.

El rendimiento promedio de leche fue de 7 (kg/vaca/día) con 30.6, 30.4 y 42.5 (g/kg de leche) de grasa, proteína y lactosa, respectivamente. El peso promedio fue de 422 kg/ vaca y GDP fue de 0.8 kg/día. No se encontraron diferencias significativas en las variables de producción animal cuando la melaza fue incluida en el suplemento. Sin embargo, la utilidad neta total aumentó en un 4%, debido a un mayor GDP.

Palabras clave: Época de secas, carne, leche, melaza, rendimiento económico, subtropical

ABSTRACT

The effect of including 9 % of molasses in supplements offered to dual purpose cows, during dry season in subtropical Mexico was determined. Forage availability in pastures during the dry season is reduced and of low quality. Molasses is a readily available source of energy that may improve forage utilization and could have a positive effect on cow's milk production and calves daily weight gain (CDWG). Twelve multiparous Brown Swiss cows (409 ± 33 kg of body weight and 136 ± 73 days in milk), and their calves were randomly assigned to two supplements (six cows per treatment). Control supplement (COS) consisted of cracked maize ears (CME), soybean meal and urea (14 % CP), and experimental supplement in which 9 % of CME was replaced by molasses (MOS). Cows received 4.5 kg/ cow/day dry matter (DM) of supplement. Experiment lasted 10 weeks divided in five experimental periods (EP). Animal responses (milk yield, milk composition, body weight, body condition score and CDWG) were recorded at the end of every EP. A linear mixed model was used to analyse the data as a complete random design. Net profits from milk and beef due to supplements were estimated using partial budget approach. Average milk yield was 7 (kg/cow/day) with 30.6, 30.4 and 42.5 (g/kg milk) of fat, protein and lactose, respectively. Average cow weight was 422 kg and CDWG was 0.8 kg/ day. No significant responses on animal production variables were found when 9 % of MOS was included in the supplement; however, total net income increased on 4 %, due to higher CDWG.

Keywords Dry season, Milk, Beef, Molasses, Economic performance, Subtropical

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1.	Situación actual de la producción de leche en México	5
2.2.	Sistemas de producción de leche en México	6
2.2.1.	Sistema tecnificado.....	6
2.2.2.	Pequeña escala	6
2.2.3.	Sistemas de producción de doble propósito	7
2.3.	Metabolismo de proteína en el rumen	8
2.4.	Nitrógeno Ureico en Leche.....	10
2.5.	Metabolismo de la energía	11
2.6.	Uso de suplementos en unidades de producción de doble propósito	12
III.	JUSTIFICACIÓN	16
IV.	HIPÓTESIS	18
4.1.	Hipótesis general	18
4.2.	Hipótesis específicas.....	18
V.	OBJETIVOS	19
5.1.	Objetivo General	19
5.2.	Objetivos específicos	19
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
6.1.	Ubicación	20
6.2.	Selección de la unidad de producción.....	20
6.3.	Unidades experimentales.....	20

6.4. Suplementos	20
6.5. Muestreo de pradera	22
6.6. Análisis químicos	22
6.6.1. Producción de gas In Vitro.....	23
6.7. Peso y condición corporal	24
6.8. Mediciones de la leche.....	24
6.9. Consumo voluntario	24
6.10. Análisis estadístico	25
VII. RESULTADOS.....	27
7.1. Presentación de póster “Performance of dual purpose cows supplemented with two sources of energy in subtropical conditions”. Reunión Anual ADSA-ASAS, Orlando, Florida 12-16 Julio de 2015.....	27
7.2. Artículo publicado en el Journal Tropical Animal Health and Production .	29
VIII. DISCUSIÓN	40
IX. CONCLUSIÓN	45
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingredientes y composición química del suplemento control (COS) y el suplemento melaza (MOS) (g/kg de MS).	21
Cuadro 2. Disponibilidad de Masa Herbácea (MH) y composición morfológica (material vivo-muerto y hoja-tallo) por periodos experimentales (PE) y (kg/MS/ha).....	35
Cuadro 3. Composición química de la pradera durante los periodos experimentales (PE).	36
Cuadro 4. Rendimiento promedio de producción de leche, concentración de grasa, proteína y lactosa, contenido de nitrógeno ureico en leche (NUL), peso y condición corporal (1-5) de las vacas que recibieron el suplemento control (COS) o suplemento melaza (MOS).	37
Cuadro 5. Valores promedio de las variables de respuesta animal con respecto a los periodos experimentales (PE).	37
Cuadro 6. Análisis económico de la producción de carne y leche de vacas alimentadas con el suplemento control (COS) o suplemento melaza (MOS).	38

I. INTRODUCCIÓN

En México la ganadería tiene una gran relevancia en el contexto socioeconómico del país, ya que en conjunto con el resto del sector primario, ha sido sustento para el desarrollo nacional, al proporcionar alimentos y materias primas, divisas, empleos, además de distribuir ingresos en el sector rural (SAGARPA, 2004).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y, la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) (2011), la producción de leche de bovino es un sector de gran importancia económica, social y territorial que parte desde la provisión de insumos, producción primaria, industrialización y distribución de productos a millones de consumidores nacionales y extranjeros. La producción de leche en nuestro país se desarrolla bajo condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, influyendo de igual forma la localización geográfica de las explotaciones. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, las explotaciones adquieren características propias de cada región, influyendo adicionalmente en la singularidad, tradición y costumbres de la población (SAGARPA, 2004). En las regiones árida y semiárida se desarrolla el sistema intensivo, en las regiones templadas los sistemas familiar y semi-intensivo y en las zonas tropicales el sistema doble propósito.

El Estado de México ocupa el séptimo lugar en producción de leche a nivel nacional (SIAP, 2014). Se desarrollan dos tipos de sistemas de producción de leche, en la zona centro y norte con clima templado y semi-seco, respectivamente se localizan unidades de producción de pequeña escala o lechería familiar; mientras que en el Suroeste (clima subtropical) se encuentran unidades de producción características del doble propósito.

Los sistemas de producción doble propósito se caracterizan por ser de tipo extensivo, en México tienen una baja productividad y competitividad, debido a la baja calidad y estacionalidad en la producción de forrajes. Durante la época de

estiaje, el consumo de materia seca (MS) del ganado bovino se reduce por factores tales como estrés calórico, baja disponibilidad y calidad de forraje, lo que causa que los animales no puedan cubrir sus requerimientos de consumo de MS, energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) para mantenimiento y producción, ocasionando un balance energético negativo, y con ello pérdidas de peso o una baja producción de leche (Ku Vera *et al.*, 2013).

Durante el mes de enero y ante la disminución en la disponibilidad y calidad de los pastos, los productores tienen la necesidad de utilizar suplemento para mantener niveles aceptables de leche. Debido a los altos costos de alimentación que genera el uso de concentrados en la alimentación del ganado, es de vital importancia la utilización de insumos que sean generados en la misma unidad de producción (UP) o, que se puedan adquirir fácilmente y sean de bajo costo, pero sobre todo que no estén expuestos a fluctuaciones importantes de los precios a lo largo del año, permitiendo una producción de leche eficiente a bajo costo (Albarrán *et al.*, 2011).

Al respecto de lo anterior, se han realizado ensayos de suplementación, por ejemplo, Esparza (2011), evaluó el efecto de dos niveles de proteína cruda sobre rendimiento y composición de leche. Los suplementos probados fueron: el suplemento que productores de la región normalmente utilizan el cual consiste en mezcla de maíz-mazorca (producido dentro de la UP, incluye grano, hoja y olote) y, concentrado comercial (50:50), con un contenido de 14% de proteína cruda (PC); un suplemento experimental que consistió en 80% maíz mazorca y 20% pasta de soya (16% PC) y, finalmente un concentrado comercial (16% PC). El resultado de éste estudio mostró que niveles de proteína mayores a 14% en el suplemento ofrecido a vacas de doble propósito no representa una ventaja productiva y tampoco económica, ya que la producción de leche fue de 6.8 kg/vaca/día para ambos niveles de PC, siendo de menor costo el suplemento que contenía 14% PC.

Adicionalmente, se encontraron niveles de nitrógeno ureico en leche (NUL) mayores a los niveles reportados en la literatura internacional como normales (16mg/dL), los

cuales oscilaron entre 20.8 y 24.4 mg/dL. Por lo que se puede especular que bajo las condiciones en que se realizó el estudio, vacas en lactación no requieren niveles de PC mayores a 14% en el suplemento.

Por otro lado, Salas-Reyes (2014), evaluó la respuesta productiva de vacas en lactación de doble propósito bajo las mismas condiciones que el estudio de Esparza (2011), solo que a niveles de 10, 11 y 12% de PC en el suplemento consumido por las vacas. No hubo diferencias significativas en niveles de producción de leche 5.4, 5.8 y 6.3 kg de leche vaca/día, para 10, 11 y 12% de PC, respectivamente.

Salas-Reyes (2014) reportó niveles de NUL de 14.05 mg/dL, por debajo de los niveles promedio reportados en la literatura, a partir de lo cual es posible indicar que niveles de PC en suplementos de vacas de doble propósito de entre 10 y hasta 14%, son suficientes para vacas en lactación bajo las condiciones en que se realizaron los trabajos antes mencionados.

Esparza (2011) reportó que el suplemento con 14% de PC (4.5 kg/MS/vaca/día) cubría casi la totalidad de las necesidades de PC de vacas en lactación en la época de estiaje, sugiriendo que tal vez era la EM y no la PC puedan ser un factor limitante de la producción animal. Castillo (1999) menciona que el pasto estrella con una rotación de 10/30 días de pastoreo/recuperación aporta suficiente N soluble al rumen en el forraje, para un crecimiento adecuado de los microorganismos ruminales, por lo tanto en lugar de incrementar el consumo de PC, hay que incrementar el consumo de energía si el fin es aumentar la producción láctea.

Los incrementos en el nivel de energía mejoran el consumo de alimento y la producción de leche, reducen las pérdidas de pesos corporales y el periodo del balance de energía al inicio de la lactancia (López-Ordaz *et al.*, 2011).

Existen dos formas de incrementar el consumo de EM en las vacas en lactación. La primera es incrementando la cantidad de suplementos energéticos en la dieta, o incrementando la densidad energética de los suplementos (West, 2003).

La utilización de alimentos que contienen azúcar puede aumentar la densidad energética de la dieta, estimular el consumo de MS, y servir como vehículos para la grasa, nitrógeno no proteico (NNP), y otros ingredientes. Los azúcares pueden cambiar el patrón de fermentación ruminal y suelen disminuir la concentración de amoníaco ruminal (Broderick y Radloff, 2004). La melaza, en forma seca o líquida, es una fuente práctica de azúcares de la dieta para la alimentación de las vacas lecheras (Hall, 2002). En Australia la melaza es utilizada en los sistemas de engorda intensiva durante la época de secas (Wythes y Ernst 1984), ya que esta tiene potencial para ser utilizada como fuente de energía en las dietas (McLennan *et al.*, 1998 y Hunter 2012), además de tener un alto potencial como sustrato para producción de proteína microbiana en comparación con el almidón (Chamberlain *et al.*, 1993).

Por otro lado, la reducción del tamaño de partícula mejora la utilización de almidón en el ganado lechero utilizando dietas a base de maíz (Moe y Tyrell, 1977). El uso de maíz molido en el suplemento mejora la utilización de amoníaco ruminal, lo que refleja una mayor digestibilidad ruminal del almidón y síntesis de proteína microbiana (Reis *et al.*, 2001). Por otro lado, la producción de leche aumenta y el porcentaje de grasa de la leche disminuye, a medida que el tamaño de partícula del grano se reduce (Moe y Tyrell, 1977; Mitzner *et al.*, 1994).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva y económica a la inclusión del 9% de melaza en suplementos ofrecidos a vacas en lactación en la época de estiaje en una unidad de producción de doble propósito.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación actual de la producción de leche en México

La producción de leche en México ha sido históricamente deficiente, el consumo de este producto ha sido superior a la producción del país, provocando una demanda mayor a la producción nacional; para cubrir esta demanda se ha hecho necesaria la importación de leche. En el contexto mundial nuestro país posee el primer lugar en compra de leche en polvo, con 8.6% de las importaciones globales, del cual nueve de cada diez toneladas de leche importada provienen de Estados Unidos, el resto provienen de Nueva Zelanda, Francia y Canadá (SAGARPA, 2014).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reporta que la producción nacional de leche en el año 2013 fue de 10, 345,982 millones de toneladas ubicando a Jalisco, Durango y Chihuahua como los estados de mayor producción. Sin embargo, esto no asegura que sea un país autosuficiente, debido a que tan solo en el mes de enero de 2014 las importaciones llegaron a 39, 987,654 kilos contra 39,645,417 de enero 2013.

En nuestro país la producción de leche se desarrolla en tres tipos de sistemas, la zona norte del país se caracteriza por desarrollar los sistemas de producción intensivos o especializados (Álvarez *et al.*, 2007). En la zona centro del país se localizan las unidades de producción que se basan en el uso de mano de obra familiar, orientados a la producción de leche en pequeña escala (Espinoza - Ortega *et al.*, 2007). En la zona tropical se localiza el denominado sistema doble propósito el cual se basa en el pastoreo de especies nativas (Suárez y López, 1996) y se caracteriza por producir carne y leche de manera simultánea (Cortés *et al.*, 2003).

De acuerdo a lo informado por Lactodata 2013, la participación a la producción nacional de leche de 2010-2012, de acuerdo a las zonas templada, árida-semiárida y tropical seca-húmeda fue de 47.8, 36.4, y 15.85 respectivamente.

Para el desarrollo y sostenimiento de producción de leche, se requiere una alta producción de forrajes de buena calidad, ya que son la fuente principal de alimentación para el ganado y de granos como maíz y sorgo, de los cuales nuestro país es deficitario y sumamente dependiente de los subsidios del gobierno (El economista, 2015), lo que resta competitividad al mercado, teniendo la necesidad de importar grandes cantidades por año, principalmente provenientes de Estados Unidos. Según el boletín emitido por Lactodata en mayo de 2014 el precio de la soya ha ido a la alza en los últimos años, lo cual incrementa los costos de alimentación en la ganadería.

2.2. Sistemas de producción de leche en México

La producción de leche en México varía desde el punto de vista tecnológico, socioeconómico y orográfico. Existen tres sistemas de producción básicos: tecnificados ubicados en la zona Centro-Norte del país, producción lechera tropical o doble propósito y pequeña escala en las zonas altas (Ramírez *et al.*, 2010).

2.2.1. Sistema tecnificado

Este tipo de sistemas se desarrollan en las zonas templada, árida y semiárida del territorio mexicano manejando razas lecheras especializadas bajo estabulación, uso de forrajes cosechados bajo riego, fertilización y concentrados; con un alto nivel de intensificación, razas puras provenientes de Canadá, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda. El ordeño se realiza de forma mecanizada y la producción es destinada principalmente a plantas pasteurizadoras y transformadoras. (Magaña-Monforte *et al.*, 2006).

2.2.2. Pequeña escala

Dentro de este sistemas se encuentran las denominadas unidades campesinas de producción de leche, que son aquellas unidades de producción con pequeñas superficies de tierra, donde la venta de leche proporciona ingresos fundamentales

para la familia, y que pueden o no complementarse con ingresos generados por otras actividades dentro de la unidad de producción o fuera de ésta. Cuentan con un máximo de 30 vacas y un mínimo de tres y sus reemplazos, utilizan primordialmente mano de obra familiar y no están integrados al mercado como proveedores (Arriaga *et al.*, 2002; Espinoza-Ortega *et al.*, 2005).

2.2.3. Sistemas de producción de doble propósito

En el trópico, la ganadería bovina es una actividad importante y la más diseminada en el medio rural, principalmente por su contribución en la oferta de productos cárnicos y lácticos para la alimentación humana (SAGARPA 2006). El trópico mexicano comprende aproximadamente el 25% del territorio nacional aportando el 37% de la producción total de leche (SAGARPA, 2010). Los sistemas de producción de carne y leche bovina en las regiones tropicales son mayoritariamente de tipo extensivo, mismos que emplean extensas superficies de tierra para el cultivo de pastos nativos e introducidos (Ku Vera *et al.*, 2013). Generalmente se definen como sistemas doble propósito, los sistemas en los cuales se produce conjuntamente carne y leche, sobre la base de ganado criollo cruzado con cebú y razas lecheras europeas; frecuentemente esto va asociado con la cría de todos los terneros (machos y hembras) mediante amamantamiento directo. El ordeño se realiza una o dos veces al día, amarrando la cría cerca de la vaca como estímulo para inducir la bajada de la leche; y generalmente se mantienen las crías junto a la madre hasta la edad del destete (Vera *et al.*, 1994 citado por Cortés *et al.*, 2003).

Este tipo de explotaciones enfrenta problemáticas en aspectos productivos, reproductivos, climáticos, genéticos, sanitarios, económicos; de conservación, transformación y comercialización de los productos; de asistencia técnica, financiamiento (Osorio del Moral, 2010), así como los serios problemas de alimentación animal, aunado a la presencia de pasturas degradadas o en proceso de degradación (Szott *et al.*, 2000).

Los sistemas de producción doble propósito en las regiones tropicales del Sur de México son de tipo extensivo y están basadas principalmente en pastos nativos e introducidos como son *Panicum maximum* y *Cynodon plectostachyous*. Los niveles de producción de leche y carne por hectárea son bajos debido a la estacionalidad, disponibilidad de forraje así como la baja calidad de este (bajo contenido de PC, alta FDN, baja digestibilidad (Aguilar *et al.*, 2011).

2.2.3.1. Sistemas de alimentación en unidades de producción de doble propósito

El efecto del clima es un factor determinante en estos sistemas, se manifiesta en una reducción en la calidad de los forrajes, principalmente durante la estación seca; como consecuencia, los animales reducen el consumo de nutrimentos, lo que influye negativamente en los productos obtenidos. La reducción en la producción tiene un impacto directo en la eficiencia productiva (Vite-Cristóbal *et al.*, 2007), por otro lado la marcada estacionalidad en las lluvias determina la producción de forrajes, y por lo tanto el sistema de alimentación.

Durante la época de lluvias (Junio-Septiembre) debido a que hay humedad y una temperatura idónea, los pastos alcanzan producciones importantes de forraje. Las bajas cargas animales (≤ 1 vaca/ha) ocasionan que durante esta época no se consuma todo el pasto que se produce en las praderas y agostaderos. Sin embargo, el forraje excedente es aprovechado por los animales en la época de secas, representando una fuente de alimentación en los meses críticos de abril, mayo y junio. En el mes de enero y ante la disminución en la disponibilidad y calidad de los pastos, los productores se ven en la necesidad de utilizar suplemento para mantener niveles aceptables de leche (Albarrán *et al.*, 2011).

2.3. Metabolismo de proteína en el rumen

El rumen constituye una ventaja evolutiva importante porque permite al animal el consumo de alimentos fibrosos y de nitrógeno no proteico (NNP). Los rumiantes

pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno (N) no-proteico, además poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo, se pueden reciclar grandes cantidades de urea en el rumen (Wattiaux, consulta en línea).

Los microorganismos ruminales son capaces de sintetizar los aminoácidos esenciales para los tejidos de los mamíferos, así como de obtener por esta vía la mayor parte de los requerimientos de aminoácidos (Ruiz y Ayala, 1987). La síntesis de estos aminoácidos se realiza a partir de amoníaco y esqueletos carbonados simples, producidos durante la degradación del alimento. Por esta razón, los rumiantes subsisten y pueden mantener niveles de producción aceptables, cuando sólo tienen NNP (urea, amoníaco) como fuente de N en la dieta (Virtanen, 1966).

Los aminoácidos, urea y nitratos, son convertidos en amoniaco, usado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas; una parte de él se absorbe en el rumen, pasa a la sangre y se excreta en la orina en forma de urea. El sistema de predicción desarrollado por la Universidad de Cornell Cornell Net Carbohydrate and Protein System, (CNCPS); descrito y validado por Russell *et al.*, 1997, define esta fracción como A, y se compone principalmente por nitrógeno no proteico (NNP) que en el rumen es transformado en amoniaco; además, el reciclamiento por la saliva y las paredes ruminales se estima como el 15% del nitrógeno ingerido, esta fracción está incluida dentro la proteína soluble. El amoniaco liberado por esta fracción en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea (ciclo de la urea), la cual se puede reciclar en la saliva, o por las paredes del rumen o eliminarse a través de la orina, el proceso de reciclaje es más eficiente cuando la dieta tiene niveles bajos de proteína, permitiendo tener niveles de nitrógeno amoniacal para crecimiento microbiano (Chamorro, consulta en línea)

Las vacas lecheras excretan N ureico en la orina, que es una fuente de emisión de NH₃ a la atmósfera. De total de N consumido por vacas en las granjas lecheras

comerciales, un rango general de 20 a 35% se excreta en la leche y el resto es excreta casi por igual en heces y orina (Powell *et al*, 2010).

2.4. Nitrógeno Ureico en Leche

Las altas concentraciones de urea en sangre es relacionado con utilización ineficiente de la proteína cruda en la dieta de los rumiantes (Lewis, 1957). Solo del 20-30% de lo que la vaca consume se convierte en producto, por lo tanto del 70-80% es desechado. Del 40-50% se excreta como N orgánico (heces) y del 50-60% en urea (orina), el N orgánico es relativamente estable pero la urea se volatiliza. Si el N de las heces no es absorbido por las plantas puede contaminar con nitratos las aguas subterráneas y las emisiones de óxido nitroso son un potente gas de efecto invernadero (DairyCo, 2013).

La urea se puede equilibrar rápidamente a través de los fluidos corporales, incluyendo la leche, por lo que las concentraciones de nitrógeno ureico en leche (NUL) pueden reflejar el contenido de urea en sangre (Gustafsson y Palmquist, 1993). Además, la urea en los fluidos corporales se relaciona con el catabolismo proteico y la ineficiencia de la utilización de nitrógeno (N) en el tejido animal (Nousiainen *et al.*, 2004). Por lo tanto, NUL puede ser utilizado como indicador de eficiencia de utilización N en la alimentación de vacas lactantes (Broderick y Clayton, 1997).

El NUL es el resultado de la difusión del contenido de urea del suero sanguíneo a través de las células secretoras de la glándula mamaria, constituyendo una fracción variable del nitrógeno total de la leche. Su contenido representa alrededor del 50% del nitrógeno no proteico y alrededor del 2.5% del nitrógeno total (De Peters y Cant, 1992).

Las concentraciones máximas y mínimas deseables de NUL varían de acuerdo al criterio de diferentes autores Vicente en (2002) sugiere niveles máximos de 18 mg/dl y mínimos de 12 mg/dl, Roseler *et al.*, (1993) sugieren valores entre 11 y 18 mg/dl

y Hutjens (1998), recomienda niveles inferiores a 20 mg/dl en el hato para evitar problemas reproductivos.

En los últimos años existe un gran interés en ajustar los niveles de PC en las dietas de vacas lecheras la mayoría de estos concluyen en que es necesario seguir investigando con respecto al uso de N en las dietas de rumiantes y de esta manera hacer eficiente el uso de N, reducir el impacto ambiental y de esta forma reducir también los costos de producción.

2.5. Metabolismo de la energía

La ingestión de Energía Metabolizable (EM) es definida como la energía bruta del alimento, menos las heces, orina y gases combustibles (en su mayor parte metano), expresada en megajoules por día (MJ/d) para una ración o MJ/kg de MS de un alimento (AFRC, 1993).

El animal utiliza la energía metabolizable (EM) para, mantenimiento, ganancia tisular, gestación, lactancia y actividad muscular (Church, 1988).

Es importante conocer la densidad energética (DE) o de energía neta EN de los alimentos disponibles, para cubrir los requerimientos de energía con el fin de incrementar la respuesta animal como son ganancia de peso y producción de leche (Ku Vera *et al.*, 2013).

Los sistemas modernos de alimentación energética de rumiantes en el trópico se basan fundamentalmente en dos componentes: los requerimientos de energía del animal, y el grado en que un alimento o una combinación de varios alimentos pueden cubrir estos requerimientos (Valadares-Filho *et al.*, 2010). Los requerimientos de energía de los rumiantes han sido divididos convencionalmente en requerimientos para el mantenimiento y para la producción (incremento de peso, producción de leche etc.).

Los rumiantes se caracterizan por tener un proceso de digestión fermentativo microbiano, es por ello que los microorganismos ruminales utilizan los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y los carbohidratos no estructurales como los son almidones y azúcares. Estos carbohidratos con ayuda del nitrógeno no proteico y la proteína verdadera del forraje les permite a los microorganismos desarrollarse y producir ácidos grasos volátiles (AGV) como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos y propionato como precursor glucogénico. La tasa de producción de propionato y otros AGV está directamente relacionada con el consumo del sustrato fermentable donde la síntesis de propionato es especialmente favorecida por la fermentación de los almidones por las bacterias amilolíticas (Bell y Bauman, 1997; Van Soest, 1994).

Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan rápidamente y completamente en el rumen. Estos incrementan la densidad de energía en la dieta, mejorando el suministro de energía y determinando la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra. Cuando la vaca es alimentada con grandes cantidades de concentrados ricos en almidón o una fuente de almidón resistente a la fermentación ruminal. El almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. El ácido láctico (lactato) es una fuente alternativa de glucosa para el hígado. El lactato se encuentra en ensilados bien preservados, pero la producción de lactato en el rumen ocurre cuando hay un exceso de almidón en la dieta. Este no es deseable porque el ambiente del rumen se acidifica, la fermentación de fibra se para y, en casos extremos, la vaca deja de comer (Wattiaux y Armentano, consulta en línea).

2.6. Uso de suplementos en unidades de producción de doble propósito

La base de la alimentación del ganado en sistemas doble propósito la constituyen los pastos tropicales nativos o inducidos, manejados bajo sistemas de pastoreo

rotacional con carga animal variando de menos de 0.5 a 3.5 unidades animales por hectárea al año, pero diversos factores limitan su consumo y utilización, por lo que las necesidades nutricionales no siempre se cubren y para evitar la disminución en la producción es necesaria la suplementación durante la época seca, principalmente con subproductos agroindustriales baratos (Magaña-Monforte *et al.*, 2006).

El sistema de alimentación de los sistemas doble propósito de la zona sur del Estado de México está determinado por la estacionalidad en la producción y disponibilidad de forrajes, teniendo dos épocas bien definidas: secas y lluvias.

Durante la época de lluvias, no es necesaria la suplementación, debido a que la base de la alimentación es el pastoreo de pastos tropicales, tanto introducidos como nativos. Las principales desventajas que presentan los pastos tropicales introducidos son: baja productividad (7 t/ha/año) (Albarrán *et al.*, 2009), baja digestibilidad (0.60) y bajos niveles de proteína cruda (120 – 150 g/kg/MS). Por otro lado, los pastos nativos, presentan moderados niveles de proteína cruda (120 g/kg/MS), pero la producción de materia seca por ha es baja (5.0 t/ha/año). Estos factores, representa una limitante para incrementar los niveles de producción en este tipo de sistemas, y en la mayoría de los sistemas doble propósito del país (Enríquez, 2003).

Por otro lado, en la época de secas (que comprende de Diciembre hasta mediados de Junio), el forraje disponible en los potreros es escaso y de mala calidad, por lo que los productores tienen la necesidad de suplementar concentrados a sus animales en cantidades que oscilan entre 4 y 9 kg vaca/día. El concentrado se compone de una mezcla de 50% de mazorca de maíz molida y 50% de concentrado comercial (Albarrán *et al.*, 2009). Un inconveniente que representa el uso de mazorca molida es el tamaño de partícula, ya que en las heces se encuentran residuos de esta, reduciendo su eficiencia.

Con el propósito de mantener y en algunos casos incrementar el rendimiento de leche existen referencias del uso de alternativas de suplementación, Esparza (2011) sustituyó el concentrado comercial por pasta de soya, probando dos niveles de proteína cruda (14 y 16%) en el suplemento ofrecido a vacas doble propósito durante la época de estiaje, no encontrando diferencias significativas en producción de leche, sin embargo el suplemento que contenía pasta de soya, haciendo más eficiente la utilización de nitrógeno, tenía menores concentraciones de nitrógeno ureico en leche, Salas-Reyes *et al.*, (2014) elimina por completo el uso de concentrado comercial y reduce el contenido de proteína cruda en el suplemento compuesto de mazorca molida y pasta de soya (10, 11 y 12% de PC), recomendando una tasa de inclusión del 12% de PC en este tipo de sistemas.

Pedraza-Beltrán *et al.*, 2012, evaluó el uso de la pulpa de café sustituyendo al maíz molido, como alternativa de suplementación a vacas productoras de leche con el fin de reducir costos de alimentación y mejorar la rentabilidad de las unidades de producción de la región sur del Estado de México, con una tasa de inclusión del hasta 20%, sin comprometer la producción de leche, que no solo reduce los costos de alimentación hasta un 20%, sino que también es una alternativa para la eliminación de pulpa de café en la zona, ya que es considerada la región más grande de producción de café en el centro de México.

Teniendo en cuenta que los azúcares se fermentan más rápidamente en el rumen que el almidón, éstos podrían servir como un complemento eficaz para dietas de vacas en lactación bajo condiciones tropicales.

La melaza en forma seca o líquida es una fuente práctica de azúcares fermentables rápidamente para la alimentación de vacas lecheras. Estudios previos muestran efectos positivos de la adición de melazas secas o líquidas en leche corregida a grasa (FCM), la concentración de grasa de la leche, NH₃-N ruminal, nitrógeno ureico en leche y digestibilidad de la fibra. Se recomiendan una tasa de inclusión óptima de 2,4% de melaza líquida o seca para dietas formuladas con alfalfa y ensilado de

maíz. Sin embargo, la alimentación con niveles más altos de la melaza reduce el rendimiento de la vaca (Broderick y Radloff, 2004).

III. JUSTIFICACIÓN

El Estado de México ocupa el sexto lugar en producción de leche a nivel nacional con una producción de 469, 315 (miles de litros) y, el noveno lugar en producción de carne, mientras que el municipio de Zacazonapan ocupa el cuarto y tercer lugar en producción de leche y carne respectivamente en el distrito 23 del Estado de México (SIAP, 2012).

El sistema de producción dominante en la zona sur del Estado de México es el sistema Doble Propósito, en el que destaca el pastoreo extensivo y la alimentación basada en forrajes nativos, siendo complementado con alimentos concentrados, también existen razas bovinas productoras tanto de leche como de carne; las características antes mencionadas hacen que el sistema dependa de pocos insumos externos (Ortíz *et al.*, 2010).

Debido a la estacionalidad de las lluvias en la región existe forraje en cantidad y calidad suficiente a diferencia de la época de estiaje en la que el forraje es de escaso y de baja calidad (Albarrán *et al.*, 2011). aunado a que las altas temperaturas y a la exposición prolongada al sol puede provocar bajas en la producción de leche de hasta un 30% y también caída en el contenido de grasa y proteína, así como el incremento de células somáticas (Revista Campo Sureño, 2015).

La suplementación con concentrados ricos en energía o fuentes de energía rápidamente disponibles aumenta la producción de leche y parámetros reproductivos en pastoreo, por medio de mejoras en el balance de energía, mayor proporción de vacas que muestran estro, ovulación y mayor porcentaje de gestación, por lo tanto se reduce el intervalo entre partos (Aguilar-Pérez *et al.*, 2009).

Si se incluyen en las dietas alimentos que contengan carbohidratos rápidamente fermentables, tales como maíz molido o granos procesados, se puede mejorar la utilización de N mediante la reducción de N amoniacal y excreción de N en orina de

los rumiantes (Van Vuuren *et al.*, 1993). El maíz molido proporciona almidón, que es una excelente fuente de carbohidratos fácilmente fermentables (Cooke *et al.*, 2009).

Por otro lado, la melaza obtenida de la caña de azúcar es un insumo usado para complementar las raciones alimenticias; ya que, presenta alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles. El empleo de melaza en la preparación de dietas destinadas a la alimentación animal se justifica porque, aparte de su valor energético, incrementa la palatabilidad y produce un efecto estimulante de la actividad de los microorganismos ruminales (Ojeda y Díaz, 1991).

Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva y económica utilizando dos fuentes de energía en suplementos ofrecidos a vacas en lactación en la época de estiaje en una unidad de producción de doble propósito.

IV. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis general

No existen diferencias en la respuesta productiva y económica si se adiciona melaza al suplemento consumido por vacas de doble propósito en lactación en la época de estiaje.

4.2. Hipótesis específicas

No existen diferencias en la respuesta productiva de vacas en lactación si se adiciona melaza al suplemento consumido por vacas en lactación en la época de estiaje.

No existen diferencias en el costo de producción de un litro de leche si se adiciona melaza al suplemento consumido por vacas en lactación en la época de estiaje.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar la respuesta productiva y económica de la adición de melaza al suplemento ofrecido a vacas en lactación en la época de estiaje en una unidad de producción de doble propósito, en el suroeste del Estado de México.

5.2. Objetivos específicos

1. Determinar la respuesta productiva de la adición de melaza al suplemento consumido por vacas en lactación en función de las siguientes variables:

- Rendimiento de leche (kg/vaca/día),
- Composición química de la leche (grasa, proteína y lactosa) (g/kg y g/d),
- Contenido de nitrógeno ureico en leche (mg/dl),
- Peso vivo (kg),
- Ganancia diaria de peso en becerros (kg),
- Condición corporal (CC) (1-5),

2. Determinar masa herbácea (MH), la proporción material vivo-muerto y hoja –tallo y determinar la composición química de la pradera,

3. Determinar el costo de producción de leche de suplementos con diferente fuente de energía consumido por vacas en lactación en la época de estiaje.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Ubicación

El experimento se realizó en una unidad de producción (UP) de doble propósito (DP) en el municipio de Zacazonapan, localizado en el Sur del Estado de México (19° 00'17''N y 100° 12'55'' O; a una altitud 1,740 msnm, el clima predominante es subtropical, con una temperatura promedio anual de 23.0 °C con 115 mm de precipitación anual (Albarrán *et al.*, 2015).

6.2. Selección de la unidad de producción

La UP mantiene en promedio 24 vacas en lactación, y 1 semental que esta todo el tiempo con las vacas. Las vacas tienen acceso a una superficie de 100 ha. De las cuales una mayor parte se destina para pastos, principalmente pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyous*) y, pastos nativos tales como *Paspalum notatum*, *Paspalum scrubinatum*, *Paspalum convexum*, *Paspalum conjugatum* y una proporción para cultivo de maíz (Salas-Reyes, 2011).

6.3. Unidades experimentales

Se utilizaron 12 vacas multíparas con 135 (± 70) días de lactancia en promedio, de la raza Pardo Suizo, con rendimientos de leche promedio de 6.4 (± 0.83) kg/vaca/día, con un promedio de 4.1 (± 2), partos y peso vivo de 409 (± 32.7) kg, y condición corporal similares (1.5).

6.4. Suplementos

El suplemento control (COS) consistió en el suplemento que comúnmente utiliza el productor que es elaborado a base de mazorca de maíz molida (producida dentro de la UP, incluye hoja, grano y olote), mezclada con pasta de soya. Mientras que el suplemento experimental consistió en el suplemento control con una inclusión de 9% de melaza (MOS), sustituyendo en la misma proporción al maíz mazorca. Las

dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas. A ambos suplementos (COS y MOS) se les agregó 14 g/kg de urea.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química del suplemento control (COS) y el suplemento melaza (MOS) (g/kg de MS).

	COS	MOS
Ingredientes de los suplementos		
Maíz Mazorca	783	767
Pasta de Soya	100	118
Maíz Molido	94	-
Melaza	-	92
Urea	14	14
Composición química de los suplementos		
Materia Seca (MS) (g/kg)	880	840
Proteína Cruda (g/kg)	140	138
FND (g/kg)	291	348
FAD (g/kg)	59	99
Lignina	11	11
Extracto Etéreo (g/kg)	0.026	0.032
Digestibilidad de la MS (g/kg)	850	905
Digestibilidad de la Materia orgánica (MO) (g/kg)	835	890
Digestibilidad de la FND (g/kg)	690	737
Energía metabolizable (MJ/kg DM) (g/kg)	13.0	14.0
Solubles	38.34	6.78
Tasa de Solubles	0.01	0.09
Insolubles	301.12	286.60
Tasa de Insolubles	0.06	0.04
Lag	6.61	5.61

FND: Fibra Neutra Detergente, FDA: Fibra Ácido Detergente

COS: Suplemento control y MOS: Suplemento Melaza

Las vacas recibieron 4.75 kg/MS de suplemento en la manera como normalmente lo hace el productor, depositando el suplemento en un costal de alimento cortado a la mitad, acondicionado con lazos en dos de los extremos a manera de bolsa que fue amarrado al cuello de las vacas. Esta es la forma en la que el productor asegura

que las vacas no desperdicien alimento, y que consuman únicamente la cantidad que les corresponde.

El experimento duró 70 días dividido en cinco periodos experimentales (PE) de 14 días. En este caso no fue necesario un periodo de adaptación, ya que no hubo cambio de tratamiento entre grupos, todo esto en relación a lo mencionado por Pérez-Ramírez (2008), el día 13 y 14 de cada PE se tomaron las mediciones de las variables de respuesta animal.

Durante la segunda semana de cada periodo experimental, se tomaron muestras de los suplementos formando una muestra representativa del suplemento que recibieron las vacas en cada PE, y posteriormente fueron analizadas en el laboratorio del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la UAEM.

6.5. Muestreo de pradera

Simultáneamente a la toma de datos de las variables de respuesta productiva, se muestreo la pradera por lo que fueron tomados al azar 6 cuadrantes de 0.25 m² para determinar masa herbácea (MH). También se determinó la cantidad de material vivo y muerto el material de color verde era considerado como material vivo y el material que no era de color verde se consideró como material muerto, los tallos fueron separados de las hojas, y se pesó cada uno por separado y de esta manera se determinó la composición morfológica de la pradera.

6.6. Análisis químicos

La materia seca (MS) de los alimentos se determinó secando en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas, posteriormente se pasaron por una malla de 1 mm de un molino Willey. Las muestras se analizaron por duplicado de acuerdo al A.O.A.C. (1991) para el contenido de MS, proteína cruda (PC) mediante Kjeldhal, para calcular como N- Kjeldhal x 6.25 y, cenizas se determinó por incineración de la muestra a 550 °C durante 4 horas.

El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991) fueron analizadas utilizando bolsas filtro Ankom F-57 en un analizador de fibra Ankom²⁰⁰ (Ankom Technolgy, Macedon, N.Y. E.U.). Para el análisis de FDN, las muestras se trataron con α -amilasa (Sigma A-3403 Sigma-Aldrich Co., Louis MO, EE.UU.). El contenido de energía metabolizable se determinó mediante producción de gas *In vitro* utilizando la fórmula establecida por el AFRC (1993):

$$\text{ME (MJ/kg MS)} = (\text{dOM}) (0.0157)$$

Donde:

ME: Energía Metabolizable (MJ/kg MS), dOM: Digestibilidad de la Materia Orgánica.

6.6.1. Producción de gas *In Vitro*

Esta técnica se ha utilizado para describir la cinética de fermentación y el valor nutritivo de forrajes como son de pajas, granos de cereales, arbustivas y residuos agro-industriales (Juárez Reyes *et al.*, 2009). En este ensayo se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro* para la determinación de cinética ruminal de los forrajes y suplementos, de acuerdo al método propuesto por Theodorou *et al.* (1994) y modificado por Mauricio *et al.* (1999). El método se lleva a cabo en botellas de vidrio de 125 ml provistas de un tapón de goma y sellados herméticamente. Las botellas se llenaron con 0.999 g de cada ingrediente, agregando 90 ml de medio (solución buffer, macro minerales y micro minerales) y 10 ml de líquido ruminal, posteriormente fueron incubadas a 39°C. Los cambios de presión que se originaron por la acumulación de gas producto de la fermentación dentro de la botella fueron medidos con ayuda de un transductor de presión en ciertos intervalos de tiempo. Después de la incubación las muestras fueron filtradas y secadas durante 48h a 60°C, para medir la digestibilidad de la MS (DMS), de la FND, después del proceso de secado las muestras fueron pesadas e incineradas a 500°C durante 4 h para determinar la digestibilidad de la materia orgánica (DMO).

6.7. Peso y condición corporal

Las vacas se pesaron al inicio, a mediados y a final del experimento, con una báscula electrónica ganadera portátil Smart Scale 200 (Gallaher ®), con capacidad de 1500 kg.

La condición corporal fue determinada al momento de pesar a los animales, de acuerdo a la técnica descrita por Edmonson *et al.* (1989). La técnica se basa en la estimación por palpación de la cantidad de grasa subcutánea de la región periférica del maslo de la cola y sobre las apófisis transversas de las vértebras lumbares, utilizando una escala del 1 al 5 de acuerdo con la siguiente interpretación: 1 Flaco, 2 Moderado, 3 Bueno, 4 Gordo, 5 Obeso.

6.8. Mediciones de la leche

Para medir los rendimientos de leche (kg/vaca/día) se pesó el total de la leche del último día de cada periodo, con ayuda de una báscula de reloj con capacidad de 20 kg. Se tomó una muestra de leche para cada vaca y se determinaron los rendimientos de grasa, proteína y lactosa (g/kg), mediante el equipo Ultrasonic Milk Analyzer Lactoscan-S® inmediatamente después de tomada la muestra al término del ordeño de cada vaca.

Para el análisis de nitrógeno ureico en leche (NUL), se tomaron 40 ml de muestra de leche que se mantuvo en refrigeración hasta llegar al laboratorio donde fue centrifugada para eliminar grasa, posteriormente la muestra se conservó en ultra congelación (-18°C) para la posterior determinación del NUL de acuerdo a la técnica descrita por Chaney y Marback (1962).

6.9. Consumo voluntario

El consumo voluntario de materia seca (CMS), se determinó de acuerdo a las fórmulas propuestas por el Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993).

Los requerimientos incluyen las necesidades para mantenimiento y producción mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CMS (kg día)} = 0.076 + 0.404C + 0.013W - 0.129n + 4.12\log_{10}(n) + 0.14Y$$

Dónde:

CMS = consumo de materia seca

C = kg de MS d⁻¹ de alimento concentrado

W = peso vivo (kg)

n = semana de lactación

Y = rendimientos de leche kg día

Las necesidades energía y proteína también fueron calculadas con fórmulas propuestas por el AFRC (1993).

6.10. Análisis estadístico

Las variables de respuesta productiva (rendimiento de leche, composición química de la leche, NUL, peso corporal y condición corporal) fueron analizadas como medidas repetidas utilizando el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS 9.0 (SAS Institute, 2002) con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{ij} + t_k + (\tau^*t)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i (1 y 2)

δ_{ij} = error aleatorio con media 0 y varianza $\sigma^2 \delta$., la variación entre animales (sujetos) en tratamiento y que es igual a la covarianza entre las mediciones repetidas en animales.

t_k =Efecto del periodo k (1,2...5)

$(\tau^* t)_{ik}$ = Interacción tratamiento i y periodo k

ε_{ijk} = Error experimental del tratamiento i en el periodo k

Las variables de respuesta de la composición morfológica y composición química se analizaron el procedimiento modelo general lineal (GLM por sus siglas en inglés), utilizando el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS Institute, 2002) con el siguiente modelo:

$$Y_i = \mu + PE_j + e_i$$

Dónde:

Y_i = variable de respuesta

μ = media general

PE_j = Periodo experimental ($j= 1,2,...5$)

e_i = Terminio del error

Encontrado diferencias significativas a ($P>0.05$) para ambos análisis

VII. RESULTADOS

7.1. Presentación de póster "Performance of dual purpose cows supplemented with two sources of energy in subtropical conditions". Reunión Anual ADSA-ASAS, Orlando, Florida 12-16 Julio de 2015.

Production, Management and the Environment II

T330 Influence of egg holding time on hatchability of Hubbard broiler eggs. Modupe Orunmuyi^{1*} and Chidiere Livinus Akanwa², ¹Federal University, Oye-Ekiti, Irole-Ekiti, Ekiti State, Nigeria, ²Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna State, Nigeria.

In a study to determine the influence of egg storage time on hatchability in Zaria, northern guinea savannah of Nigeria, 1,634 Hubbard broiler breeder eggs stored for 1 to 7 d at 16°C were set in 8 batches when the birds were 42–49 weeks of age to determine the maximum egg holding time. Birds were raised on deep litter at a mating ratio of 1 rooster to 6 hens in a pedigree hatching involving 12 sire families. Data collected were subjected to ANOVA (GLM PROCEDURE) using SAS 2008. There were significant ($P < 0.05$) differences in all parameters studied namely, set weight, transfer weight, fertility%, hatchability of all eggs set (%hatch), hatchability of fertile eggs (% hatchability) and chick weight except egg weight at collection. Average initial egg weight before storage ranged from 68.08 to 69.57g. The range of values for set weight, transfer weight, %fertility, %hatch, %hatchability and chick weight at hatch were 64.88–68.08g, 55.19–58.87g, 54.63–70.92%, 26.50–39.81%, 41.58–62.92% and 41.13–44.77% respectively. Set weight was highest at 1 d storage and lowest at 7 d storage. Transfer weights were similar from 1 d to 5 and were different from d 6 and 7. Although fertility % was lowest for 1 d storage, it was not significantly different from d 3 and 7. Percentage hatch was lowest for 7 d storage (26.50%) while % hatchability was highest for 1 d storage (62.92%). Chick weight at hatch was similar on all days except d 4. Fertility % was lowest (54.63 ± 0.06%) for eggs stored for 7 d. Eggs meant for hatching may not be stored for more than 5 d in this environment.

Key Words: Hubbard broiler, egg storage, hatchability

T331 Performance of dual-purpose cows supplemented with two sources of energy in subtropical conditions. Isela Salvador-Loreto¹, Benito Albarran-Portillo^{1*}, Fernando Vicente-Mainar², Isela G. Salas-Reyes³, Carlos M. Arriaga-Jordan¹, and Julieta G. Estrada-Flores¹, ¹Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Mexico, Mexico, ²Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Villaviciosa, Asturias, España.

The aim of this study was to assess the performance of lactating dual purpose cows (milk and calves), supplemented with 2 sources of energy: molasses (Mo) or ground corn (Gc) during the dry season under subtropical conditions in Mexico. In the subtropical regions of Mexico, during the dry season there is a lack of quality and quantity of fodders to support lactating cows and their suckling calves under grazing systems. Therefore, farmers supplement their cows to maintain milk production and calves weight gain. Supplements are based on cracked corn, cob and husk (CCH), soybean meal and urea (70 g/cow/d). The CCH processing method reduced ruminal starch digestibility, limiting the potential energy cows could obtain from the supplement. Treatments (TX) consisted of molasses or ground corn at 6% inclusion in CCH supplement (5 kg of DM cow/d). Response variables were recorded every 2 weeks, considered as experimental periods (EP). Milk, milk components, body weight, calves weight and body condition score, were subjected to a mixed model procedure from SAS 9.0 for a complete randomized experimental design. Cow was defined as a random effect. There were no significant differences among response variables due to TX (milk yield 7.1 vs 7.0 kg/cow/d, molasses and ground corn TX, respectively), but there were differences ($P < 0.05$) for EP on milk yields which increased

by the end of the experiment with milk yields of 6.5 and 8.6 (kg/cow/d, EP 1 and 5, respectively). There were no differences on animal response variables when molasses or ground corn at 6% inclusion were added to supplements as an extra source of energy.

Key Words: supplement, molasses, ground corn

T332 Evaluation of the feedlot performance, carcass yield, and production costs of finishing beef cattle supplemented with β -agonists. Silvia Larios-Cueto, Gilberto Aranda-Osorio*, Rodolfo Ramirez-Valverde, Hermilo Suarez-Dominguez, and Jose M. Monzon-Armenta, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, Mexico.

The objective of this study was to evaluate the effect of β -agonists (zilpaterol and ractopamine hydrochloride) supplementation on finishing beef cattle performance and carcass quality. These agonists are approved in Mexico. There were used 50 7 commercial crossbred (*Bos taurus* × *Bos indicus*) young bulls, initially weighing 446.3 ± 9.0 kg, from the tropical region (Veracruz State), and allotted to 3 pens (19 each) of the Experimental Feedlot Facility of the University of Chapingo (Mexico State a temperate region), each pen was randomly assigned to the following treatments: 1) Control (no supplement added), 2) Ractopamine (0.91 mg/kg of body weight (BW) per day) and 3) Zilpaterol (0.15 mg/kg of BW per day). All animals received the same finishing diet, which has the following calculated nutritional composition: 14.48% CP; 1.79 and 1.16 Meal/kg of NEm and NEg, respectively, 11.16% CF, and 2.2 Ca:P. At the moment that cattle arrived to the feedlot they received a prophylactic management (identified, weighed, vaccinated, dewormed, vitaminated and implanted). The β -agonists were supplemented at least 35 d at the end of the finishing period. The variables evaluated were: dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG), feed:gain (F:G), gain:feed (G:F), hot carcass yield (HCY), trimmed carcass fat (TCF) and benefit/cost (B/C) ratio. Data were analyzed under a completely randomized design with the GLM procedure of SAS, and to compare means the Tukey Test was performed. The only variable that was not statistically analyzed was DMI because it was calculated collectively. Cattle performed very similarly and no differences ($P > 0.05$) were found among treatments, the mean values being 11.88 kg/animal per day for DMI, 1.80 kg for ADG, 7.35 kg for F:G, 143 g/kg for G:F, 57.7% for HCY and 2.2% for TCF. Although, the B/C ratio was better for ractopamine treatment (1.13 vs. 1.05 for control and zilpaterol, respectively). Under the conditions of this study, the supplementation of β -agonists (ractopamine or zilpaterol hydrochloride) during the finishing period of young bulls showed a tendency to increase animal performance and carcass traits, but only ractopamine demonstrated to be profitable.

Key Words: bullock, ractopamine, zilpaterol

T333 Physiological responses in Santa Ines ewes submitted to stressful conditions of management. Monalisa de Melo Stradiotto^{1,2}, Alice Deléo Rodrigues^{1,2}, and João Alberto Negrão^{1,2}, ¹University of Sao Paulo-USP, Pirassununga, SP, Brazil, ²University of Sao Paulo State-UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil.

Literature data suggest that although there is a great variability of stress responses, animals maintain a pattern of response to different stressful factors. In this context, the objective of this experiment was to verify the different physiological responses of Santa Ines ewes to management



Abstract #: T331

Performance of dual-purpose cows supplemented with two sources of energy in subtropical conditions

Isela Salvador-Loreto¹, Benito Albarran-Portillo¹, Fernando Vicente-Mainar³, Isela G. Salas-Reyes¹, Carlos M. Arriaga-Jordán², Julieta Estrada-Flores²
¹ Centro Universitario UAEM Temascaltepec, ² Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ³ Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Asturias, España.



1 THE MESSAGE

- Energy intake is a production-limiting factor on lactating cows under tropical conditions.
- Studies showed improved animal performance when molasses was substituted for corn.

2 INTRODUCTION

In the subtropical regions of Mexico, during the dry season there is a lack of quality and quantity of fodders to support lactating cows and their suckling calves under grazing systems. Therefore, farmers supplement their cows to maintain milk production and calves weight gain. Supplements are made of cracked ear corn.

The aim of this study was to assess the performance of lactating dual purpose cows (milk and calves), supplemented with 2 sources of energy: molasses (Mo) or ground corn (Gc) during the dry season under subtropical conditions in Mexico.

3 METHODS

- Treatments consisted of molasses (Mo) or ground corn (GC) at 9% inclusion in supplement (5 kg of DM cow/d).
- Milk, milk components, body weight, calves weight and body condition score, were subjected to a mixed model procedure from SAS 9.0 for a complete randomize experimental design.

4 RESULTS

Table 1. Least squares means for milk yield, fat, protein and lactose concentration, milk urea nitrogen (MUN) body weight and body condition score (1-5) of cows receiving grounded corn (Gc) or molasses (Mo) in the supplement

	Gc	Mo	SEM	P =
Milk (kg/cow/d)	7	7.1	0.42	0.74
Fat (g/kg)	31.5	29.7	4.7	0.31
Protein (g/kg)	30.6	30.2	0.4	0.76
Lactose (g/kg)	43.2	41.7	1	0.06
MUN (mg/dL)	5.8	5.9	0.66	0.87
Body weight (kg)	442	403	26.7	0.11
Body condition score (1-5)	1.6	1.5	0.05	0.24
Calf weight (kg)	135.9	154	23.8	0.62

No significant differences on animal response variables



5 CONCLUSIONS

Six percent inclusion of grounded corn and molasses in supplements had no differences on animal response variables in the short term.

Higher molasses and grounded corn inclusion in supplements may have a positive effect on milk yields.



7.2. Artículo publicado en el Journal Tropical Animal Health and Production

Trop Anim Health Prod (2016) 48:643–648
DOI 10.1007/s11250-016-1012-y



REGULAR ARTICLES

Molasses supplementation for dual-purpose cows during the dry season in subtropical Mexico

Isela Salvador-Loreto¹ · Carlos Manuel Arriaga-Jordán² ·
Julieta Gertrudis Estrada-Flores² · Fernando Vicente-Mainar³ ·
Anastacio García-Martínez¹ · Benito Albarrán-Portillo¹

Received: 27 October 2015 / Accepted: 9 February 2016 / Published online: 17 February 2016
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

Abstract The effect of including 9 % of molasses in supplements offered to dual purpose cows, during dry season in subtropical Mexico was determined. Forage availability in pastures during the dry season is reduced and of low quality. Molasses is a readily available source of energy that may improve forage utilization and could have a positive effect on cow's milk production and calves daily weight gain (CDWG). Twelve multiparous Brown Swiss cows (409 ± 33 kg of body weight and 136 ± 73 days in milk), and their calves were randomly assigned to two supplements (six cows per treatment). Control supplement (COS) consisted of cracked maize ears (CME), soybean meal and urea (14 % CP), and experimental supplement in which 9 % of CME was replaced by molasses (MOS). Cows received 4.5 kg/cow/day dry matter (DM) of supplement. Experiment lasted 10 weeks divided in five experimental periods (EP). Animal responses (milk yield, milk composition, body weight, body condition score and CDWG) were recorded at the end of every EP. A linear mixed model was used to analyse the data as a complete random design. Net profits from milk and beef due to supplements were estimated using partial budget approach.

Average milk yield was 7 (kg/cow/day) with 30.6, 30.4 and 42.5 (g/kg milk) of fat, protein and lactose, respectively. Average cow weight was 422 kg and CDWG was 0.8 kg/day. No significant responses on animal production variables were found when 9 % of MOS was included in the supplement; however, total net income increased on 4 %, due to higher CDWG.

Keywords Dry season · Milk · Beef · Molasses · Economic performance · Subtropical

Introduction

Dual-purpose farms (DPF) (milk and beef) in tropical Mexico are based on extensive grazing. Farmers keep inputs at minimum in order to produce milk and beef at low cost, to remain competitive. During the dry season, due to the lack of quality forages, farmers supplement their cattle to support cow milk production and calf growth. Supplements are based on cracked maize ears (CME) mixed with commercial concentrates (CC) (50:50) (Albarrán-Portillo et al. 2015).

Rangelands of DPF are compiled of grasses, fodders from several trees, and shrubs, with an important seasonal variation of quality and availability (Murgueitio et al. 2011). Under these conditions, energy supplementation becomes necessary to improve the use of available forage for the cattle.

Low quality forage and energy intake are the main limiting nutritional factors under tropical animal production systems (Absalón-Medina et al. 2012). Increasing energy intake of lactating cows may increase animal performance. This could be achieved by either increasing concentrate supplementation that will increase production costs or by including readily available sources of energy like molasses. Molasses is a

✉ Benito Albarrán-Portillo
balbaranp@gmail.com

¹ Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Instituto Literario #100, P. C. 50000. Col. Centro, Toluca, Estado de México, Mexico

² Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario #100. P. C. 50000. Col. Centro, Toluca, Estado de México, Mexico

³ Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Carretera Oviedo s/n. P. C. 33300, Villaviciosa, Asturias, Spain

relatively cheap and available energy source in tropical regions. Despite this, the use molasses has been limited due to the farmers' lack of knowledge.

Molasses has been evaluated in intensive beef finishing systems or under experimental conditions with good results (Hunter 2012; Tuyen et al. 2014). However, reports regarding the use of molasses in commercial DPF based on grazing of low quality forages are scarce. The aim of this study was to evaluate the productive response to inclusion of molasses in supplements, offered to dual-purpose lactating cows during the dry season in subtropical Mexico.

Materials and methods

Area description

The study was undertaken in a 100-ha DP farm in the State of Mexico, at 19° 04' 48" North and 100° 13' 18" West and an altitude of 1470 m. Subtropical weather (warm sub-humid) has a mean annual temperature of 23 °C and 1115 mm mean annual rainfall.

Experimental farm

Farm is of representative characteristics of DPF of the region. *Cynodon plectostachyus* is the predominant grass, whereas the remaining proportion is comprised of other introduced grasses as well as native grasses (Albarrán-Portillo et al. 2015).

Animals and management

Twelve multiparous Brown Swiss cows (409 ± 33 kg weight and 136 ± 73 days in milk) were randomly allocated to one of two treatments (six cows per treatment).

Experimental cows grazed freely together with the rest of the herd (25 cows plus a sire), within the rangeland perimeter fenced with no subdivisions. Stocking rate was 0.25 animal units (AU) per ha. (AU = cow of 454 kg with an unweaned calf). Cows had access to ad libitum water and minerals. Milking of cows was performed manually from 7:00 to 9:00 h, before it, the calf was allowed to suckle the first milk and then, tied to the cow's neck until the end of milking; afterwards, calves suckled the remnant milk and remained with the cow until 14:00 h. Subsequently, calves were separated from their mothers up to the next morning. Calves grazed on a pasture of similar characteristics as the pasture grazed by the cows. Calves received 1.8 kg DM/day of the control supplement (see next section), water, and a mineral mix ad libitum.

Treatments

Control supplement (COS) consisted of CME (877 g/kg DM), soybean meal (100 g/kg DM), and urea (23 g/kg DM), whereas the experimental supplement included 92 g/kg DM of molasses (MOS), replacing CME.

Cows were fed the supplement while being milked, 4.3 kg (cow/day DM) of the supplements on a single meal. All cows consumed the total of the supplement. The experiment lasted 10 weeks (from 10th April to 19th of June 2015), divided into five experimental periods (EP) of 2 weeks each.

Animal response variables

On the last day of every EP, cow and calf response variables were recorded. Cows and calves were weighed after milking on a Smart Scale 200 (Gallagher®), of 1500 kg capacity. Body condition score (BCS) of cows was determined on a 1 to 5 points scale. Milk samples were taken separately from each cow directly from the milk bucket, once milking was finished; one sample per cow per EP was taken and labelled. Milk composition (fat, protein and lactose (g/kg)) was determined within 2 h of sampling with a portable ultra-sound Lactoscan Milk Analyser®. Milk urea nitrogen (MUN) was subsequently determined in laboratory by enzymatic colorimetry.

Feeds sampling and chemical analysis

Pasture variables (kg DM/ha) were herbage mass (HM), leaf amount (LA), stem amount (SA), dead matter amount (DMA) and live matter amount (LMA).

Pasture variables were determined on the last day of every EP by placing six quadrats (0.25 m²), adjacent to a patch where the cows were grazing. Grass inside the quadrats was cut at ground level using shearing scissors, in order to determine HM. From the quadrats, a sample (25 g) was weighted, the live matter was separated from the dead matter, and each was weighted. Green-colored matter was considered to be live matter, and non green-colored matter was considered to be dead matter. LA and SA were estimated for the samples (25 g) harvested from each quadrat by separating the leaves from stems and weighing them separately. Finally, a composite sample from the six quadrats (100 g) per EP was taken to determine the chemical composition of the sample.

Supplements were sampled on two consecutive days during the last week of each EP, to determine the chemical composition of a composite sample.

Feeds samples were dried at 65 °C to constant weight to determine DM. They were also analysed for ashes, crude protein (CP) by the micro Kjeldahl method. Neutral detergent fibre (NDF) and acid detergent fibre (ADF) through the Ankom method and, in vitro dry matter digestibility (dDM), organic matter digestibility (dOM), NDF digestibility (dNDF)

and metabolizable energy (ME) by the in vitro gas production technique (Mauricio et al. 1999).

Herbage dry matter intake

Cow's herbage dry matter intake (DMI) was estimated indirectly from animal performance results (Baker 1982), taking calculations for energy requirements of milking cows from and estimated ME content of feeds from chemical analysis (AFRC 1993).

Economic analysis

The economic analysis was performed using the partial budget approach (Espinoza-Ortega et al. 2007), to determine the economic profits due to the use of supplements, exclusively for milk and beef (i.e. kg of weaned calves). Economic analysis results are expressed in US dollars.

Statistical analyses

The data was analysed using the MIXED procedure of SAS 9.0 (SAS Institute 2002) for a complete random experimental design, with cow as a random effect to account for repeated measures on the same animal throughout the experiment.

The model used was:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_j + t_k + (\tau^*t)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

where y_{ijk} is the dependent variable, μ is the overall mean, τ_i is the fixed effect of treatment ($i=1$ and 2), t_k is the fixed effect of period ($k=1, 2, \dots, 5$), $(\tau^*t)_{ik}$ is the fixed effect of interaction between treatment i and period k , δ_j is the random effect of cow j within each treatment and ε_{ijk} is the random error term.

Least squares means and standard errors for fixed effects were obtained and used for multiple mean comparisons. Significant differences between treatments were declared when $P < 0.05$.

Results

Feeds chemical composition

Table 1 shows the chemical composition of supplements and pasture. Supplements were isoenergetic and isoproteic. There were small differences among supplements chemical characteristics (dDM, dOM). Average pasture DM was 491 g/kg, whereas CP content ranged from 51 to 117 g/kg. The highest value of dDM was 817 g/kg, and average ME was 9.7 MJ/kg DM.

Table 1 Chemical composition of control supplement (COS), molasses supplement (MOS) and pasture (g/kg DM) offered to Brown Swiss cows

	COS	MOS	Pasture
Dry matter	880	840	491
Crude protein	140	138	80
NDF	291	348	676
ADF	59	99	332
DM digestibility	850	905	671
Metabolizable energy (MJ/kg DM)	13	14	9.7

Pastures

Average pasture HM was 1757 kg DM/ha and was composed of 53 % dead and 47 % green material. Out of green material, 69 % was leaf and 31 % was stem.

Dry matter intake

Pasture DMI were 8.1 and 7.7 kg DM/day for treatments COS and MOS, respectively. Considering the amount of supplements offered, total DMI were 12.5 and 11.9 kg/day, correspondingly.

Animal response

There was no significant difference between treatments for animal response variables (Table 2). Overall milk yield was 7 kg/cow/day. Averages contents of fat and protein in the milk were 30.6 and 30.4 g/kg, respectively; whereas lactose showed a trend ($P > 0.06$) in favour of MOS (43.2 vs. 41.7 g/kg). Average content of MUN in milk was 5.8 mg/dL. Cow body weight, BCS and CDWG were not different between treatments. There were significant differences

Table 2 Least squares means for milk yield, fat, protein and lactose concentration, milk urea nitrogen (MUN) body weight and body condition score (1–5) of Brown Swiss cows receiving control supplement (COS) or molasses inclusion (9%) in the supplement (MOS)

	COS	MOS	SEM
Milk (kg/cow/day)	7.0	7.1	0.42
Fat (g/kg)	31.5	29.7	4.7
Protein (g/kg)	30.6	30.2	0.40
Lactose (g/kg)	43.2 ^a	41.7 ^a	1.0
MUN (mg/dL)	5.8	5.9	0.66
Cow body weight (kg)	442	403	26.67
Body condition score (1–5)	1.6	1.5	0.05
Calf DWG (kg/day)	0.76	0.83	0.11

DWG daily weight gain

^a Means within a row with different superscripts are significantly different ($P = 0.06$).

($P < 0.05$) between EP for milk yield, MUN and BCS (Table 3).

Economic analysis

The economic analysis of milk and beef (weaned calves) responses to supplements are given in Table 4. Supplement MOS was more expensive (\$0.30) than COS (\$0.28) due to molasses inclusion. Calves of cows receiving MOS produced 30 kg more of beef, resulting on \$67 higher net income than calves from cows receiving COS.

Total net income (TNI) (milk and beef) was 4 % higher for cows receiving MOS than for cows receiving COS. Beef income of the MOS treatment was 10 % higher than the COS treatment. For treatment COS, milk and beef represented 50:50 of the TNI; whereas for MOS, milk income represented 48 % and beef income represented 52 % of the TNI.

Discussion

Milk production was sustained throughout this experiment carried out during the dry season. However, there were some unusual rains that improved the morphological and nutritive characteristics of the pasture resulting in an increase of 23 % in milk yield in the last two EP, regardless supplement type.

The lack of differences on animal response variables due to molasses inclusion is in line with those reported by Brito et al. (2015), who evaluated the effect of corn meal vs. molasses on dairy cows. However, they reported a significant reduction (17 %) in fat concentration with molasses inclusion, whereas in this study milk fat was not affected.

According to Morales et al. (1989), molasses effects on cow performance depend on percentages of inclusion, type

Table 4 Economic analysis (USD) of milk and beef production response in Brown Swiss cows receiving control supplement (COS) or molasses inclusion (9.2 %) in the supplement (MOS)

	COS	MOS
Milk		
Feeding supplements cost (\$)	595	632
Total milk (kg/treatment)	2973	3012
Milk selling price (\$/kg)	0.46	0.46
Gross income (\$)	1370	1387
Milk net income (\$), <i>A</i>	775	776
Milk profit (\$/kg)	0.26	0.25
Beef		
Total feeding cost (\$) ^a	180	180
Beef produced (kg/treatment) ^b	319	349
Beef selling price (\$/kg)	2.42	2.42
Beef gross income (\$)	772	844
Beef net income (\$), <i>B</i>	592	663
Beef production cost (\$/kg)	0.56	0.52
Total net income (<i>A</i> + <i>B</i>)	1547	1620

^a Only supplements cost is considered; calves received COS supplement (0.28 \$/kg).

^b Produced by 6 calves × 70 days per treatment.

and amount of roughage in the diet. They found a linear response in milk yield, as molasses increased (0, 4 and 8 %), when cottonseed hull (30 %) was included in the diet; whereas, when cottonseed hull was replaced by alfalfa hay (35 %) milk yields declined, as molasses increased.

Granzin and Dryden (2005) reported a non-significant quadratic milk response (12, 15 and 14 L/day), with increasing levels of molasses (0, 12 and 25 %) in dairy cows' diet consuming forage base on tropical grasses. The low productive response was attributed to a reduction of rumen propionate production. These inclusion levels were higher than the one used in this study (9 %).

Molasses inclusion at high levels like the ones tested by Granzin and Dryden (2005) is related to increments of acetate, butyrate and lactate, and reductions of propionate. Propionic acid is considered as the main driver of milk in dairy cows (Kronfeld 1982).

Gehman et al. (2006) reported no effects on milk yield or milk fat concentration, when cows were supplemented with ground maize, rolled barley plus molasses (BM), vs. citrus pulp plus molasses (PM). Milk protein was significantly lower when the diet included PM. Unlike the results mentioned above, in this study, there was no effect of molasses inclusion on fat or protein concentration. However, there was a trend on lactose concentration in favour of COS ($P = 0.06$) (Table 2). These higher levels of lactose could be the result of propionate increases due to a higher proportion of CME in COS treatment.

Table 3 Least squares means of animal response variables for each experimental period (EP) with Brown Swiss cows receiving feed supplements

	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	SEM
Milk (kg/cow/day)	6.5 ^a	6.4 ^a	6.2 ^a	8.0 ^a	8.6 ^a	0.36
Fat (g/kg)	29.8	30.5	33.5	31.6	27.6	2.28
Protein (g/kg)	30.0	30.2	30.3	31.4	30.3	0.42
Lactose (g/kg)	39.7	42.9	42.9	43.6	43.1	1.48
MUN (mg/dL)	4.1 ^a	3.6 ^a	5.4 ^a	7.0 ^a	9.2 ^a	1.13
Cow body weight (kg)	409	NA	421	NA	424	3.35
Body condition score (1–5)	1.4 ^a	NA	1.5 ^a	NA	1.6 ^a	0.05
Calf DWG (kg/d)	0.87	NA	0.90	NA	0.95	0.11

NA not available, DWG daily weight gain

^a Means within a row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Promoting propionate production may enhance glucose synthesis by the animal, which could provide precursors for lactose synthesis (NRC 2001). High lactose concentration (>45.3 g/kg) was positively associated with the likelihood of early lactation pregnancy in dairy cows (Reksen et al. 2002), because lactose is derived mostly from plasma glucose, that may indicate a positive energy balance. The higher body weight and BCS of cows in the COS treatment (although not significant) may be related to the higher trend of lactose content, suggesting an improvement in energy balance.

The MUN values reported here (5.8 mg/dL) were lower than those usually reported from intensive dairy systems (12.7±2.2 mg/dL), from diets of around 16 % of CP (Wattiaux et al. 2005). Similar low levels of MUN (6.3 mg/dL) to the ones reported in this study were reported by Barros et al. (2015) and were related to low CP levels in the diet (11 %), similar to the diet CP levels estimated in this study (~10 % CP).

The higher milk production of MOS (not significant) did not represent any economic advantages due to the supplement's higher cost (6 %); but for beef production, those extra kilograms of beef represented 11 % higher TNI (Table 4).

Jiménez-Ferrer et al. (2015) reported an average net profit of \$2.3/cow/day, for jersey cows grazing on a silvopastoral system in Costa Rica, supplemented with four different energy sources (sorghum, banana, polished rice and molasses); whereas in this study, the average milk net profit was \$1.8/cow/day lower than the mentioned above.

In Jiménez-Ferrer et al. (2015) study, higher net profits were for cows receiving molasses as source of energy, due to its lower cost compared to sorghum and polished rice. In our study, if we sum up incomes from milk and beef, the average net profit was \$3.8 cow/day, which is higher than the net profit mentioned before.

Milk price variation tends to be small, and the forecasts are that prices will remain this way in the near future. On the contrary, beef prices are more variable. For example, in the second half of 2014, local beef price increased 5 %, compared to the first half. However, during 2015 first half, beef price increased 22 %, compared to 2014, due to a decrease in meat supply caused by a reduction on the beef cattle population in the region. Therefore, if beef prices remain high in the near future, they may drive farmers to change the type and amount of supplements used to feed cows and calves, in order to increase CDWG, as well as to wean them at older age. So under this scenario, the use of molasses in supplements may become more common, representing a viable alternative to increase farm incomes.

Supplementation studies should be evaluated not only in the short term (milk yields and economic returns), but in the longer term in order to assess possible carryover effects on body weight, body condition score and reproductive parameters (Leaver 1985). Absalón-Medina et al. (2012) and

Jiménez-Ferrer et al. (2015) provided evidence that extra energy provision to cattle in tropical environments has a positive impact on cattle performance in the long term (higher body size, tissue repletion, reproduction improvement, greater milk production in subsequent lactations etc.). Therefore, it is necessary to carry on evaluating energy sources in DPF under tropical conditions, in order to develop sustainable feeding strategies for cattle that can increase farm profitability.

Conclusion

The inclusion of 9 % of molasses in supplements for dual purpose cows during the dry season under subtropical conditions does not represent any productive or economic advantage on milk production. However, MOS produced 30 kg more beef than COS (although not significant) that represented 11 % more beef production profits. Further research that evaluates higher levels of molasses inclusion and for longer periods of time is needed in order to determine the productive or economic advantage of increasing cow energy intake during periods of poor quality forages.

Acknowledgments Authors express their gratitude to the farmer participating in this work. This work was undertaken thanks to fundings by Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) through grant 129449 CB-2009; and Universidad Autónoma del Estado de México, through the grants UAEM 3293/2012 M and 1003/2012 RCA. Thanks also to CONACYT for the grant that enabled Isela Salvador Loreto to undertake her postgraduate studies. Thanks to Dr. Nicolás López Villalobos for his comments to improve this manuscript.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Absalón-Medina, V.A., Blake, R.W., Gene Fox, D., Juárez-Lagunes, F.I., Nicholson, C.F., Camudas-Lara, E.G., Rueda-Makdonado, B.L. 2012. Economic analysis of alternative nutritional management of dual-purpose cow herds in central coastal Veracruz, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:1143–1150. DOI 10.1007/s11250-011-0050-8.
- AFRC (Agricultural and Food Research Council). 1993. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford: CAB International.
- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Rojo-Rubio, R., Avilés-Nova, F., and Arriaga-Jordán, C.M. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:519–523. DOI 10.1007/s11250-014-0753-8.

- Baker, R.D. 1982. Estimating herbage intake from animal performance. In: Leaver, J.D. (ed) *Herbage Intake Handbook*. Pp. 77–93. Hurley: British Grassland Society.
- Barros, T., Quaassdorff, M.A., Olmos-Colmenero, J.J., Aguerre, M.J., Bertics, S.J., and Wattiaux, M.A. 2015. Effects of dietary crude protein level on nitrogen use efficiency and urinary nitrogen excretion during a twelve-week period in late lactation dairy cows. *Journal of Animal Science*, 92, E-Supplement 2 / *Journal of Dairy Science*, 97, E-Supplement 1:565–566.
- Brito, A.F., Petit, H.V., Pereira, A.B.D., Soder, K.J., and Ross, S. 2015. Interactions of corn meal or molasses with a soybean-sunflower meal mix or flaxseed meal on production, milk fatty acid composition, and nutrient utilization in dairy cows fed grass hay-based diets. *Journal of Dairy Science*, 98:1–15. 10.3168/jds.2014-8353.
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T., and Arriaga-Jordán, C.M. 2007. Small-Scale dairy farming in the highlands of central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, 241–256.
- Gelman, A.M., Bertrand, J.A., Jenkins, T.C., and Pinkerton, B.W. 2006. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 89:2659–2667.
- Grazin, B.C., and Dryden, G. McL. 2005. Monensin supplementation of lactating cows fed tropical grasses and cane molasses or grain. *Animal Feed Science and Technology*, 120:1–16.
- Hunter, R.A. 2012. High-molasses diets for intensive feeding of cattle. *Animal Production Science*, 52, 787–794. 10.1071/AN11178.
- Jiménez-Ferrer, G., Mendoza-Martínez, G., Soto-Pinto, L., and Akyón-Gamboa, A. 2015. Evaluation of local energy sources in milk production in a tropical silvopastoral system with *Erythrina poeppigiana*. *Tropical Animal Health and Production*, 47:903–908. DOI 10.1007/s11250-015-0806-7.
- Kronfeld, D.S. 1982. Major metabolic determinants of milk volume, mammary efficiency and spontaneous ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 65, 2204–2212.
- Leaver, J.D. 1985. Effects of supplements on herbage intake and performance. In: Frame J, Editor. *Grazing. Occasional Symposium No. 19*, British Grassland Society. Pp. 79–88.
- Mauricio, M.R., Mould, F.L., Dhanoa, M.S., Owen, E., Channa, K.S., Theodorou, M.K. 1999. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 321–330.
- Morales, J.L., Van Horn, H.H., and Moore, J.E. 1989. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: intake and lactation effects. *Journal of Dairy Science*, 72: 2331–2338.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribea, F., Calle, A., Solorio, B., 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261, 1654–1663.
- National Research Council. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th rev. ed. Natl. Academic Press, Washington, D.C.
- Reksen, O., Havrevoll, O., Grohn, Y.T., Bolstad, T., Waldmann, A., and Ropstad, E. 2002. Relationships among body condition score, milk constituents, and postpartum luteal function in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85:1406–1415.
- SAS Institute. 2002. *SAS User's guide. Statistics, Version 9 ed*. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Tuyen, D.V., Tolosa, X.M., Poppi, D.P., and McLennan, S.R. 2014. Effect of varying the proportion of molasses in the diet on intake, digestion and microbial protein production by steers. *Animal Production Science*, 55: 17–26. 10.1071/AN13225.
- Wattiaux, M.A., Nordheim, E.V., and Crump, P. 2005. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herds improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88:3020–3035.

Los resultados de disponibilidad MH se muestran en el cuadro 2, donde el promedio de MH herbácea durante el experimento fue de 1,757 kg/MS/ha en promedio, el material muerto y vivo representó el 53 y 47%, respectivamente, y la proporción hoja- tallo fue de 69 y 31%, respectivamente con relación al material vivo. Durante el último periodo la proporción de material vivo, de hoja y tallo aumentaron con respecto a la cantidad de material muerto.

Cuadro 2. Disponibilidad de Masa Herbácea (MH) y composición morfológica (material vivo-muerto y hoja-tallo) por periodos experimentales (PE) y (kg/MS/ha).

	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	Promedio
MH Total	1,739	2,440	1,694	1012	1900	1,757
Material muerto	926	1,775	1,181	386	387	931
Material vivo	813	665	513.3	626	1,513	826
Hoja	623	469	398	495	853	568
Tallo	191	196	115	130	660	259

En el cuadro 3 se observa la composición química de la pradera por periodos experimentales considerando que existen diferencias significativas a ($P > 0.05$). Para las variables MO y fase Lag no se encontraron diferencias significativas con un valor de $P = 0.2377$ y 0.1943 , respectivamente. El contenido de MS durante los tres primeros PE son estadísticamente iguales, observando una reducción en los periodos 4 y 5, lo que es atribuido a la presencias lluvias durante esto dos últimos periodos; el contenido de PC aumentó a medida que avanzaron los PE, con un valor inicial de 51.4 g/kg para el PE1 y un valor final de 116.6 g/kg para el PE5, los primeros cuatro PE para el caso de la digestibilidad de la MS y MO así como para el contenido de EM fueron estadísticamente diferentes al PE5 mostrando los valores más altos en este último PE. La fase asintótica (b) tuvo diferencias significativas mostrando valores más altos al principio y al final del experimento teniendo valores menores en los PE 2,3, y 4, la tasa de fermentación (c) fue mayor en el PE 4 seguidos del periodo 5 y 1.

Cuadro 3. Composición química de la pradera durante los periodos experimentales (PE).

	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	Promedio	P=
Materia Seca (MS) (g/kg)	671.6 ^a	629.5 ^a	611.5 ^a	366.0 ^b	198.5 ^b	491	<.0001
Materia Orgánica (MO) (g/kg/MS)	910.0	924.0	924.0	903	908	911	0.2377
Proteína Cruda (PC) (g/kg)	51.4 ^a	51.6 ^a	67.3 ^a	111.1 ^b	116.6 ^b	80	0.0019
FND(g/kg)	696.5 ^{ab}	743.0 ^a	700.8 ^{ab}	580.3 ^c	652.5 ^b	676	<.0001
FAD (g/kg)	331.2 ^{ab}	370.2 ^a	366.3 ^a	280.0 ^b	307.3 ^{ab}	332	0.0206
Lignina	15 ^a	16 ^a	16 ^a	28 ^b	51 ^c	25	<.0001
Digestibilidad de la MS (g/kg)	642.9 ^a	554.2 ^a	663.4 ^a	677.4 ^a	817.0 ^b	671	0.0100
Digestibilidad de la (MO) (g/kg)	594.7 ^a	506.0 ^a	615.2 ^a	629.1 ^a	768.8 ^b	623	0.0100
Digestibilidad de la FND (g/kg)	545.9 ^{ac}	442.2 ^b	501.6 ^{ab}	608.2 ^c	746.3 ^d	569	0.0010
Energía Metabolizable (EM) (MJ/kg/MS)	9.3 ^a	7.9 ^a	9.6 ^a	9.9 ^a	12.0 ^b	9.7	0.0100
(b) Asíntota (mL/ g MS)	216.8 ^a	180.0 ^b	184.5 ^b	193.5 ^b	238.6 ^c	200.6	<.0001
(c) Tasa de fermentación (ml de gas producidos/h)	0.040 ^a	0.036 ^a	0.039 ^a	0.052 ^b	0.044 ^{ab}	0.04	0.0101
Fase Lag(h)	5.6	6.2	5.9	5.1	6.3	5.8	0.1943

Los valores de las variables de respuesta productiva entre tratamiento se muestran en el cuadro 4. No existe diferencia significativa en ninguna de las variables evaluadas, con un valor promedio de producción de leche de 7.0 kg/vaca^{d-1}. El contenido promedio de grasa y proteína fueron de 30.6 y 30.4, respectivamente. Aunque estadísticamente o hay diferencias la variable lactosa muestra una tendencia con un valor de P=0.06 a favor de COS (43.2 g/kg). El contenido promedio de NUL fue de 5.8 mg/dL. Las variables peso y condición corporal y GDP becerros, no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos, pero las vacas que recibieron COS fueron más pesadas que las que recibieron MOS (442 vs 403 kg), y la ganancia diaria de peso (GDP) de los becerros fue mayor para los de las vacas que recibieron MOS, se hace mención de estos valores ya que estas diferencias en valores se ve reflejado en análisis económico que se detalla en el cuadro 6.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de producción de leche, concentración de grasa, proteína y lactosa, contenido de nitrógeno ureico en leche (NUL), peso y condición corporal (1-5) de las vacas que recibieron el suplemento control (COS) o suplemento melaza (MOS).

	COS	MOS	SEM	P =	TX*EP
Leche (kg/vaca ^{d-1})	7.0	7.1	0.42	0.74	0.73
Grasa (g/kg)	31.5	29.7	4.7	0.31	0.04
Proteína (g/kg)	30.6	30.2	0.40	0.76	0.94
Lactosa (g/kg)	43.2	41.7	1.0	0.06	0.08
NUL (mg/dL)	5.8	5.9	0.66	0.87	0.45
Peso corporal (kg)	442	403	26.67	0.11	0.11
Condición corporal (1-5)	1.6	1.5	0.05	0.24	0.68
GDP Becerros (kg/d)	0.76	0.83	0.11	0.86	0.94

GDP: Ganancia Diaria de Peso

El cuadro 5 presenta los valores obtenidos durante los PE experimentales para las variables de respuesta productiva. La producción de leche aumentó para los dos últimos PE, siendo estadísticamente diferentes los tres primeros PE de los dos últimos. Los contenidos de grasa, proteína y lactosa no tuvieron diferencias significativas. El contenido de NUL mostró el valor más alto en el PE 5 (9.2 mg/dL). Las variables de peso corporal y GDP de becerros no tuvieron diferencias significativas, aunque las vacas aumentaron de peso y la condición corporal mostro diferencias significativas mejorando al final del experimento.

Cuadro 5. Valores promedio de las variables de respuesta animal con respecto a los periodos experimentales (PE).

	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	SE	P=
Leche (kg/vaca/d)	6.5 ^a	6.4 ^a	6.2 ^a	8.0 ^b	8.6 ^b	0.36	0.0001
Grasa (g/kg)	29.8	30.5	33.5	31.6	27.6	2.28	0.06
Proteína (g/kg)	30.0	30.2	30.3	31.4	30.3	0.42	0.07
Lactosa (g/kg)	39.7	42.9	42.9	43.6	43.1	1.48	0.33
NUL (mg/dL)	4.1 ^a	3.6 ^a	5.4 ^{ab}	7.0 ^{bc}	9.2 ^c	1.13	0.0001
Peso corporal (kg)	409		421		424	3.35	0.77
Condición corporal (1-5)	1.4 ^a		1.5 ^{ab}		1.6 ^b	0.05	0.02
GDP Becerros (kg/d)	0.87		0.90		0.95	0.11	0.87

GDP: Ganancia Diaria de Peso

El cuadro 6 muestra el análisis económico, la metodología usada fue la de presupuestos parciales para determinar los costos de alimentación, considerando únicamente los costos de los suplementos, así como retornos de la producción de leche y carne (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

Cuadro 6. Análisis económico de la producción de carne y leche de vacas alimentadas con el suplemento control (COS) o suplemento melaza (MOS).

	COS	MOS
Leche		
Costo del suplemento (\$/kg)	3.7	3.9
Costo de alimentación (\$)	7,747.2	8,230.2
Rendimiento de leche (kg/tratamiento)	2,973.6	3,012.1
Precio de venta de la leche(\$/kg)	6.0	6.0
Costo de producción de leche(\$/kg)	2.6	2.7
Total de retornos en efectivo(\$)	17,841.6	18,072.6
Ingresos netos de leche (\$) ^A	10,094.4	9,842.4
Margen de ganancia (\$/kg)	3.4	3.3
Carne		
Suplemento consumido	630	630
Costo total de alimentación	2,331	2,331
Kg de carne producida	319.2	348.6
Precio de venta	31.5	31.5
Total de retornos en efectivo	10,054.8	10,980.9
Ingreso neto de carne ^B	7,723.8	8,649.9
Costo de producción de carne	7.30	6.69
Utilidad neta (A + B)	17,818.2	18,492.3
Ingresos Carne (%)	57	53
Ingresos Leche (%)	43	47

Aunque no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, el análisis económico refleja las ganancias obtenidas en cada uno de los tratamientos. De acuerdo a los kg de leche producida, el suplemento que generó mayores retornos en efectivo fue MOS \$18,072 vs 17,841 de COS, pero debido a que el costo del

suplemento MOS fue 2 centavos más barato los ingresos netos de leche más altos fueron para el COS \$10,094 vs 9,842.2 de MOS, siendo un centavo más barato producir un kg de leche con el suplemento COS. Con respecto a la venta de carne el suplemento que produjo más carne y, por lo tanto genero mayor ingreso neto fue MOS \$8,649 vs \$7,723 de COS, a pesar de que el costo de alimentación durante los 70 días que duro el experimento fue ligeramente más elevado, por lo tanto si se toma en cuenta los ingresos netos generados por la venta de carne y leche el suplemento que genera mayores ganancias es MOS \$18,492.3 vs \$17,818.2 de COS.

El consumo de MS de acuerdo a sus necesidades para mantenimiento y producción fue de 12.32 kg/vaca/día, siendo cubiertas las necesidades un 34.8% con el suplemento. Las necesidades de Energía fueron estimadas en 130.25 MJ /vaca/día aportando 58 MJ, cubriendo el 44.5% de estas necesidades a través del suplemento. Con respecto a este tipo de explotaciones bajo condiciones tropicales y subtropicales se considera que las necesidades de PC están alrededor de 14% (1,727.6 g/vaca/día, de acuerdo a las necesidades de MS), por lo tanto el suplemento aportó el 34.6%. Con estas estimaciones se puede deducir que los animales debieron haber obtenido 65.2, 55.5 y 65.4% de MS, EM y PC respectivamente, durante el pastoreo.

VIII. DISCUSIÓN

El experimento realizado durante la época de secas mantuvo la producción de leche, incrementado el rendimiento a final del experimento, específicamente durante los dos últimos PE, debido a la presencia de algunas lluvias, lo cual mejoró la calidad de la pradera.

Brito *et al* (2015), reporta variables sin diferencias significativa, donde evaluó el efecto del uso de harina de maíz vs melaza en dietas para ganado lechero, sin embargo reporta un reducción del 17% en el contenido de grasa en leche cuando se incluye melaza en la dieta, lo cual no sucedió en nuestro estudio.

Los efectos de la melaza en la dieta sobre el rendimiento animal depende del porcentaje de inclusión (Morales *et al.*, 1989), de acuerdo con éste estudio la producción de leche mostró un efecto lineal a medida que aumentaba la inclusión de melaza (0, 4 y 8%) cuando se utilizó 30% de cascarilla de semilla de algodón en la dieta, mientras que cuando la cascarilla de semilla de algodón es remplazada por heno de alfalfa (35%) se reduce la producción de leche a medida que el la inclusión de melaza aumenta.

Granzin y Dryden (2005) reportan una diferencia significativa cuadrática en la producción de leche (12, 15 y 15 L/día, cuando se incrementan los niveles de melaza (0, 12 y 25%) en dietas a base de forrajes tropicales para vacas lecheras. La baja respuesta productiva es atribuida a la reducción en la producción de propionato en el rumen. Estos niveles de inclusión utilizados por los autores fueron altos, respecto al utilizado en nuestro estudio (9%).

Los altos niveles de inclusión de melaza, como los utilizados por Granzin y Dryden (2005), se relacionan con el incremento de acetato, butirato y lactato, provocando un reducción en la producción de propionato, debido a que este último es

considerado el principal promotor de la producción de leche en vacas lecheras (Kronfeld, 1982).

Gehman *et al.* (2006) no reporta efectos sobre la producción de leche y la concentración de grasa en leche, cuando las vacas son suplementadas con maíz molido, cebada rolada adicionando melaza (BM) vs pulpa de cítricos adicionado melaza (PM). El contenido de proteína en leche fue significativamente menor cuando se incluyó PM en la dieta. A diferencia de los resultados mencionados anteriormente, en este estudio la concentración de grasa y proteína no se vieron afectados por la inclusión de melaza. Sin embargo, existe una tendencia a favor de la concentración de lactosa en favor de COS ($P=0.06$) como se muestra en el cuadro 5 de la sección de resultados. Estos altos niveles de lactosa, podrían ser resultados del incremento de propionato debido a la alta proporción de mazorca molida en el COS.

Si se promueve la producción de propionato se puede mejorar la síntesis de glucosa por el animal, por lo tanto se proporcionarían precursores para la síntesis de glucosa (NRC, 2001). Las altas concentraciones de lactosa (> 45.3 g/kg), posiblemente estén asociadas a una posible gestación a principios de la lactancia (Reksen *et al.*, 2002), porque la lactosa se deriva principalmente de la glucosa plasmática que podría indicar un balance energético positivo. Vacas más pesadas y con mayor condición corporal en el COS (aunque no existen diferencias significativas) puede estar relacionado con la tendencia de mayor contenido de lactosa, sugiriendo una mejora en el balance energético.

Los valores de NUL que reportados en este trabajo (5.8 mg/dL) son bajos comparados con los que usualmente reportados en sistemas de producción intensivos (14 mg/dL), considerado como el promedio predominante en la industria, que alimentan a base de dietas con contenidos de 16% de PC en promedio (Wattiaux *et al.*, 2005 y Powell *et al.*, 2011). Barros *et al.* (2015) reporta niveles de

NUL similares (6.3 mg/dL) a los reportados en este estudio, y lo relaciona a los bajos niveles de PC en la dieta (11%).

La mayor producción de leche en MOS (aunque no significativa) no representa una ventaja económica, debido a que el costo del suplemento es 6% más alto que COS, pero tomando en cuenta que MOS produjo más kg de carne (11%), generó más ingresos netos como se muestra en el cuadro 7.

Jiménez-Ferrer *et al.* (2015) reporta un ingreso neto promedio de \$29.77 vaca/día, para vacas Jersey pastoreado en un sistema silvopastoril en Costa Rica, suplementadas con cuatro diferentes fuentes de energía (sorgo, banana, arroz molido y melaza); mientras que en este estudio, el ingreso neto promedio fue de \$23.73 vaca/día más bajo que el mencionado anteriormente.

En el estudio de Jiménez-Ferrer *et al.* (2015) los ingresos netos más altos fueron para las vacas que recibieron melaza como fuente de energía, debido a que el costo es más bajo comparado con el sorgo y el arroz molido. En nuestro estudio si sumamos los ingresos de carne y leche, el ingreso neto promedio es de \$43.22 vaca/día, que es mayor al ingreso neto antes mencionado.

Respecto a los datos reportados en la composición química de la pradera, el alto contenido de cenizas en pastos tropicales se relaciona con la reducción en la fermentación de la MO en el rumen, el cual se ve reflejado con un efecto negativo sobre el contenido de energía digestible (ED) y EM de los forrajes, (Yan y Agnew, 2004), los resultados encontrados en nuestro trabajo concuerdan con los resultados de los autores antes mencionados, quienes reportaron que el contenido de MO se redujo a medida que avanzaban los PE incrementando la digestibilidad de la MO y el contenido de EM de la pradera.

Por otro lado, Juárez-Reyes (2009) menciona que la calidad del pasto depende del contenido de proteína cruda y de cenizas, considerando como pastos de menor calidad aquellos con alto contenido de cenizas y bajo contenido de proteína. Debido

a esto se considera que la calidad de la pradera fue adecuada al final del experimento con valores de 908 g/kg y 116.6 g/kg para MO y PC, respectivamente comparados con los del PE1 que fueron de 910 g/kg MS de MO y 51.4 g/kg MS de PC.

Los datos obtenidos a partir de producción de gas Juárez-Reyes (2009) reporta valores de potencial de producción de gas In vitro (asíntota) de pastos del trópico seco mexicano de 119.7 mL/500 mg de MS similares a los encontrados en este estudio que fueron de 200.6 mL/999 mg de MS. La tasa de fermentación (c) promedio encontrada reportada por este autor fue de 0.0371 ml de gas producidos/h y, el pasto con un valor de “c” más elevado fue el pasto guinea argumentando que valores altos de “c” indican elevada disponibilidad de nutrientes para los microorganismos del rumen, mientras que bajos valores de “c” pueden ser el resultado de mayores cantidades de FND, cuyos componentes pueden afectar la velocidad de fermentación de los sustratos.

Las variaciones en el precio de la leche suelen ser pequeñas, y se prevé que continúen así por algún tiempo. A diferencia del precio de la carne que suele ser más variable, ya que este depende de la demanda del mercado regional, tan solo durante el segundo semestre de 2014 el precio de carne en la región aumentó el 5% comparado con el primer semestre del mismo año. Sin embargo, durante el primer semestre de 2015 el precio aumentó un 22% en comparación con el año anterior, debido a una disminución de la oferta de carne causa de la disminución de ganado de carne en la región. Por lo tanto, si el precio de la carne se sigue manteniendo alto en un futuro próximo, puede conducir a los productores a cambiar el tipo y la cantidad de suplementos que son utilizados para alimentar a las vacas y becerros, con el fin de aumentar la ganancia diaria de peso de los becerros. Por lo tanto, bajo este escenario es uso de melaza en los suplementos será más común, que representa una alternativa viable para incrementar los ingresos de las unidades de producción.

De acuerdo a Leaver (1985) los estudios de suplementación deberían de ser evaluados a largo plazo, con el fin de evaluar los posibles efectos de la suplementación en el mediano y largo plazo tales como: peso corporal, condición corporal y parámetros reproductivos. Absalón-Medina *et al.* (2012) y Jiménez- Ferrer *et al.* (2015), han presentado evidencia de que el suministro de energía extra para el ganado en regiones tropicales, tiene un impacto positivo sobre el rendimiento del ganado en el largo plazo (mayor tamaño, la reposición de los tejidos, mejora la reproducción, mayor producción de leche en lactancias posteriores etc.). Por lo tanto, es necesario llevar a cabo evaluación de diferentes fuentes de energía en las unidades de producción doble propósito bajo condiciones tropicales, con el fin de desarrollar estrategias de alimentación sostenibles para el ganado que pueden aumentar la rentabilidad de las explotaciones.

IX. CONCLUSIÓN

La inclusión de melaza en los suplementos para vacas en lactación en unidades de producción de doble propósito durante la época de secas bajo condiciones subtropicales, no representó una ventaja productiva o económica sobre la producción de leche. Sin embargo, el suplemento que incluyó melaza generó una producción de 30 kg más de carne (ganancia diaria de peso de los becerros), aunque no significativa sí representó 11% más de márgenes netos de ganancia. Se considera que es necesario realizar más investigación con niveles de inclusión de melaza más altos y por periodos de tiempo más largo con la finalidad de determinar ventajas productivas o económicas si se aumenta la ingesta de energía de las vacas durante la época en que el forraje es escaso y de baja calidad.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C., Official methods of analysis. 1991. Helrich editor., 15 th ed. INC. VA, USA: Association of Official Analytical Chemist.
- Absalón-Medina, V.A., Blake, R.W., Gene Fox, D., Juárez-Lagunes, F.I., Nicholson, C.F., Canudas-Lara, E.G., y Rueda-Maldonado, B.L. 2012. Economic analysis of alternative nutritional management of dual-purpose cow herds in central coastal Veracruz, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:1143–1150. DOI: 10.1007/s11250-011-0050-8.
- Aguilar, P.C.F., Ku Vera, J.C., y Magaña, M.J.G., 2011. Energetic Efficiency of Milk Synthesis in Dual- Purpose Cows Grazing Tropical Pastures. *Tropical Animal Health and Production*, 43: 767-772.
- Aguilar-Pérez, C., Ku-Vera, J.C., Centurion-Castro, F., y Garnsworthy, P.C., 2009. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. *Livestock Science*, 122: 227–233.
- Albarrán Portillo, B., Salas. I.G., Esparza Jiménez, S., Hernández Martínez. J., Rebollar Rebollar, S., García Martínez, A. 2009. Caracterización Socioeconómica de un sistema de producción de doble propósito en el sur del Estado de México. Coordinadores Beatriz A. Cavalloti Vázquez, Carlos F. Marcof, Álvarez, Benito Ramírez Valverde. En *Ganadería y Seguridad Alimentaria en Tiempo de Crisis*. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp.179-190.
- Albarrán, P.B., Esparza, J.S., Ortíz, R.A., Reyes, S.I., Rojo, R.R., Avilés-Nova, F., y Vázquez-Armijo, J.F., 2011. Producción de Leche en Sistemas Doble Propósito en el Sur del Estado de México. 2do Simposio Internacional en Producción Animal, UAEM. Temascaltepec.

- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Rojo-Rubio, R., Avilés-Nova, F., y Arriaga-Jordán, C.M. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:519–523. DOI: 10.1007/s11250-014-0753-8.
- Álvarez, M.A., Cervantes, E.F., y Espinoza, O.A., 2007. *Agroindustria y territorio rural*, Tomo II. Nuevas tendencias en el análisis de la lechería, Características del sistema lácteo y sus principales tendencias en México.
- Animal and Food Research Council (AFRC). 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. CAB International, Wallingford, UK.
- Arriaga-Jordán, C.M., Albarrán-Portillo, B., Espinoza-Ortega, A., García-Martínez, A., y Castelán-Ortega, O. A. 2002. On-farm comparison of feeding strategies based on forages for small-scale dairy production systems in the highlands of central Mexico. *Experimental Agriculture*, 38, 375-388. DOI: 10.1017/S0014479702000418.
- Barros, T., Quaassdorff, M.A., Olmos-Colmenero, J.J., Aguerre, M.J., Bertics, S.J., y Wattiaux, M.A. 2015. Effects of dietary crude protein level on nitrogen use efficiency and urinary nitrogen excretion during a twelve-week period in late lactation dairy cows. *Journal of Animal Science*, 92, E-Supplement 2 / *Journal of Dairy Science*, 97, E-Supplement 1:565–566.
- Bell, A., y Bauman, D. 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 1997; 2:265-278.
- Brito, A.F., Petit, H.V., Pereira, A.B.D., Soder, K.J., y Ross, S. 2015. Interactions of corn meal or molasses with a soybean-sunflower meal mix or flaxed meal on production, milk fatty acid composition, and nutrient utilization in dairy cows fed grass hay-based diets. *Journal of Dairy Science*, 98:1–15. [10.3168/jds.2014-8353](https://doi.org/10.3168/jds.2014-8353).

- Broderick, G. A., y Clayton, M. K. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*. 80:2964–2971.
- Broderick, G.A., y Radloff, W.J., 2004 Effect of Molasses Supplementation on the Production of Lactating Dairy Cows Fed Diets Based on Alfalfa and Corn Silage. *Journal of Dairy Science*. 87:2997–3009.
- Campo Sureño. 2015. El estrés calórico y su impacto en la producción lechera. 2 de noviembre de 2015 .Revista pag 6-7. Consultada el 20 de Enero 2016. Disponible en http://issuu.com/ledagazale/docs/campo_sure_o_02-11-0002015?e=0/31095141#search
- Castillo, G.P., Ocaha, Z.E., Mendoza, P.C., Gómez, S.R., Rubio, G.I., Livas, C.F., y Aluja, S.A. 1999. Complementos con base en melaza-urea para vacas de doble propósito del trópico veracruzano. *Veterinaria México*, vol. 30, núm. 2, abril-junio, 1999, pp. 125-133. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México
- Chamberlain, D.G., Robertson, S., y Choung, J.J. 1993. Sugars versus starch as supplements to grass-silage: effects on ruminal fermentation and the supply of microbial protein to the small-intestine, estimated from the urinary-excretion of purine derivatives, in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 63, 189–194. DOI: [10.1002/jsfa.2740630204](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740630204).
- Chamorro, V. D. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas. Seminario -Taller Internacional sobre Manejo de La Proteína en Producción de Ganado Bovino. Consultado el 16 Agosto de 2015, disponible en: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201506/EXE%20NUTRICION/496d706f7274616e6369615f64655f6c615f70726f7465c3ad6e615f656e5f6c615f6e757472696369c3b36e5f64655f72756d69616e746573.pdf>

- Chaney, A. L., E. P. Marback. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry* 8:130-132.
- Church C.D. (Ed.). (1988-1993). *El Rumiante Fisiología digestiva y Nutrición*. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España). Ilingwood, Australia. pp 270.
- Cooke, K.M., Bernard, J.K., y West, J.W., 2009. Performance of lactating dairy cows fed ryegrass silage and corn silage with ground corn, steam-flaked corn, or hominy feed. *Journal of Dairy Science*. 92:1117-1123.
- Cortés, H., Aguilar, C., y Vera, R., 2003. Dual Purpose Production Systems on Colombian Tropical Lowlands. Simulation Model. *Archivos de zootecnia* 52: 25-34. 2003.
- DairyCo. 2013. The effect of reducing dietary crude protein on nitrogen utilisation, milk production, health and fertility in dairy cows.
- De Peters, E.J., y Cant, J.P., 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. *Journal of Dairy Science* 75: 2043-2070.
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., y Webster, G., 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72:68–78.
- El economista. (2015). Maíz y soya en abundancia en el 2015. (Edición 21 de mayo de 2015). Consulta en línea: 22 de Noviembre de 2015. Disponible en <http://eleconomista.com.mx/mercados-estadisticas/2015/05/21/maiz-soya-abundancia-2015>.
- Enríquez, Q. F. J. 2003. Evaluación agronómica de tres pastos bajo pastoreo en dos localidades del trópico Mexicano. INIFAPCIR-Golfo-Centro. Informe Técnico. Convenio INIFAP- Semillas Papalotla S. A. de C. V.

- Esparza, J.S. 2011. Respuesta Productiva y Económica a la Suplementación en Vacas Doble Propósito en Zacazonapan, Estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, 2011.
- Espinoza-Ortega, A., Álvarez-Macías, A., Del Valle, M.C., y Chauvete, M., 2005. Economía de los Sistemas Campesinos de Producción de Leche en el Estado de México. *Revista Técnica Pecuaria México*. 43(1):39-56
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T., Arriaga-Jordán, C.M. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, 241-256. DOI: 10.1017/S0014479706004613.
- Gehman, A.M., Bertrand, J.A., Jenkins, T.C., and Pinkerton, B.W. 2006. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 89:2659–2667.
- Granzin, B.C., y Dryden, G.McL. 2005. Monensin supplementation of lactating cows fed tropical grasses and cane molasses or grain. *Animal Feed Science and Technology*, 120:1–16.
- Gustafsson, A. H., y Palmquist, D.L. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *Journal of Dairy Science*. 76:475–484.
- Hall, M.B. 2002. Working with sugars (and molasses). Pages 146– 158 in Proc. 13th Annual. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL.
- Hunter, R.A. 2012. High-molasses diets for intensive feeding of cattle. *Animal Production Science* 52, 787–794. DOI: [10.1071/AN11178](https://doi.org/10.1071/AN11178).

- Hutjens, M.J. 1998. MUN as a management tool. Illini DairyNet Papers. University of Illinois Extension, Champaign. Consultado el 12 de Noviembre de 2015. <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/dairyNet/paperDisplay>.
- Jiménez-Ferrer, G., Mendoza-Martínez, G., Soto-Pinto, L., y Alayón- Gamboa, A. 2015. Evaluation of local energy sources in milk production in a tropical silvopastoral system with *Erythrina poeppigiana*. Tropical Animal Health and Production, 47:903-908. DOI: [10.1007/s11250-015-0806-7](https://doi.org/10.1007/s11250-015-0806-7).
- Juárez Reyes, A.S., Cerrillo Soto, M.A., Gutiérrez Ornelas, e., Romero Treviño, E.M., Colín Negrete, J., y Bernal Barragán, H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. Revista Técnica Pecuaria México, 47(1):55-67.
- Kronfeld, D.S. 1982. Major metabolic determinants of milk volume, mammary efficiency and spontaneous ketosis in dairy cows. Journal of Dairy Science, 65, 2204–2212.
- Ku Vera, J.C., Briceño-Poot, E.G., González-Ruiz, A., Mayo-Eusebio, R., Canul-Solís, J.R., Piñero-Vázquez, A.T., Ayala-Burgos, A.J., Aguilar-Pérez, C.F., Solorio-Sánchez, J.F., y Ramírez-Avilés, L., 2013. (Memoria) Fermentación Ruminal de los Forrajes: Implicaciones para el Metabolismo Energético y la Producción de Carne y Leche. Tercer simposio Internacional sobre Producción Animal.
- LACTODATA Información sobre el sector lechero. Boletín 30 de Agosto de 2013, México, Consultado 10 enero, 2016.
- LACTODATA Información sobre el sector lechero. Boletín 27 de Mayo de 2014, México, Consultado 07 Julio, 2014.
- Leaver, J.D. 1985. Effects of supplements on herbage intake and performance. In: Frame J, Editor. Grazing. Occasional Symposium No. 19, British Grassland Society. Pp. 79–88.

- Lewis, D. 1957. Blood-urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. *The Journal Agricultural Science*, 48:438–447.
- López-Ordaz, R., Gómez-Pérez, D., García-Muñiz, J.G., Mendoza-Domínguez, G.D., Lara-Bueno, A., y López Ordaz R., 2011. Nivel óptimo de energía neta en el consumo de alimento y producción de leche en el inicio de la lactancia de vacas Holstein-Friesian en confinamiento. 2(1):101-115.
- Magaña-Monforte, J.G., Ríos-Arjona, G., y Martínez-González J.C., 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Vol. 14 (3): 105-114.
- Mauricio, M.R., Mould, F.L., Dhanoa, M.S., Owen, E., Channa, K.S., Theodorou, M.K. 1999. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 321–330.
- McLennan, S.R., Leng, R.A., y Nolan, J.V. 1998. Whole cottonseed supplements for cattle given a molasses-based diet. *Animal Production in Australia*, 22,141–144.
- Mitzner, K. C., Owen, F. G., y Grant, R. J., 1994. Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77:1044–1051.
- Moe, P. W., y Tyrell, H. F., 1977. Effects of feed intake and physical form on energy value of corn in timothy hay diets for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 60:752–758.
- Morales, J.L., Van Horn, H.H., y Moore, J.E. 1989. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: intake and lactation effects. *Journal of Dairy Science*, 72: 2331–2338.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Academic Press, Washington, D.C.

- Nousiainen, J., Shingfield, K. J., y Huhtanen, P. 2004. Evaluation of Milk Urea Nitrogen as a Diagnostic of Protein Feeding. *Journal of Dairy Science*, 87:386–398.
- Ojeda, F., y Díaz, D., 1991. Ensilaje de gramíneas y leguminosas para la producción de leche. I. *Panicum maximum* cv. *Likoni* y *Lablab purpureus* cv. *Rongai*. *Pastos y Forrajes* (14):175-184.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). 2011. Situación de la lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Informe producido en el ámbito del Observatorio de la cadena láctea de América Latina y el Caribe.
- Ortíz, R.A., García, M.A., Rojo, R.R., y Albarrán, P.B., 2010. Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México. Los grandes retos para la ganadería: Hambre, Pobreza y Crisis Ambiental. Universidad Autónoma de Chapingo. pp. 425.
- Osorio del Moral, A. 2010. Producción de leche en la zona alta de Veracruz. Universidad de Veracruz. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz.
- Pedraza-Beltrán, P., Estrada-Flores, J.G., Martínez-Campos, A.R., Estrada-López, I., Rayas-Amor, A.A., Yong-Angel, G., Figueroa-Medina, M., Avilés Nova, F., y Castelán-Ortega, O.A. 2012. On-farm evaluation of the effect of coffee pulp supplementation on milk yield and dry matter intake of dairy cows grazing tropical grasses in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:329-336. DIO: 10.1007/s11250-011-0025-9.
- Pérez-Ramírez, E., Delagarde, R., y Delaby, L. 2008. Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal*. 2:9, 1384–1392. DOI: 10.1017/S1751731108002486.
- Powell, J.M., Gourley, C.J.P., Rotz, C.A., y Weaver, D.M. 2010. Nitrogen use efficiency: A potential performance indicator and policy tool for dairy farms. *Environmental Science y policy*, 13:217–228.

- Powell, J.M., Wattiaux, M.A., y Broderick, G.A. 2011. Short communication: Evaluation of milk urea nitrogen as a management tool to reduce ammonia emissions from dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94 :4690–4694. DOI: 10.3168/jds.2011-4476.
- Ramírez, M.M., Hernández, M.O., Améndola, M.R.D., Ramírez, B.E.J., Mendoza, M.G.D., y Burgueño, F.J.A., 2010. Productive Response of Grazing Cows to Fresh Chopped Maize Supplementation Under a Small Farming System in the Mexican Highlands. *Tropical Animal Health and Production*, 42:1377-1383.
- Reis, R.B., San Emeterio, F., Combs, D.K., Satter, L.D., y Costa, H. N., 2001. Effects of Corn Particle Size and Source on Performance of Lactating Cows Fed Direct-Cut Grass-Legume Forage. *Journal of Dairy Science*. 84:429–441.
- Reksen, O., Havrevoll, O., Grohn, Y.T., Bolstand, T., Waldmann, A., y Ropstad, E. 2002. Relationships among body condition score, milk constituents, and postpartum luteal function in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85:1406–1415.
- Roseler, D.K., Ferguson, J.D., Sniffen, C.J., y Herrema, J. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 525-534.
- Ruiz, R., y Ayala, R. 1987. Digestión y absorción de compuestos nitrogenados. En: R. Ruiz et al. (Eds.) *Bioquímica nutricional: Fisiología digestiva y metabolismo intermediario en animales de granja*. Ed. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 189.
- Russell, J.B., y Wallace, R.J. 1997. Energy-yielding and energy consuming reactions. Eds. Hobson, P.N. & Stewart, C.S. *The Rumen Microbial Ecosystem*, 2nd Ed. Blackie Academic and Professional. London, UK. p. 246.
- Salas-Reyes, I.G. 2011 *Caracterización de Praderas Dominadas por Pasto Estrella (Cynodon Plectostachyus) en Zacazonapan, Estado de México*. Tesis de

Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Temascaltepec, Estado de México, 18 de Octubre de 2011

Salas-Reyes. I.G. 2014: Respuesta Productiva y Económica de Tres Niveles de Proteína Cruda en Suplementos Ofrecidos a Vacas Lactantes en un Sistema Doble Propósito en Zacazonapan, Estado de México. Memorias del III Congreso Nacional y II Internacional en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas: Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Toluca Méx.

SAS Institute. 2002. SAS User's guide. Statistics, Version 9 ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2004. Situación Actual y perspectivas de la producción de carne de bovino en México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2006. Situación Actual y perspectivas de la producción de carne de bovino en México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://www.siap.gob.mx/>, consultada en Mayo de 2014.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2014. Panorama de la Lechería en México.

Suárez, D. H. y López, T. Q. 1996. La ganadería bovina productora de carne en México y su situación actual. (En línea) Departamento de Zootecnia. Universidad

Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Consultada el 20 de Agosto de 2014, disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>

Szott, L.; Ibrahim, M., y Beer, J., 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture, land degradation and alternative land use in Central America. CATIE. Costa Rica. pp. 71.

Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., y France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*.48: 185-197.

Valadares-Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., y Rodrigues-Paulino, P.V. 2010. Nutrients Requeriments of Zebu Beef Cattle BR-Corte.2nd Edition.Federal University of Vicosa, Departament of Animal Science Brazil pp. 185.

Van Soest P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Pr. Edición: 00002.

Van Soest, P.J., Robertson, J., y Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74,3583-3597.

Van Vuuren, A.M., Tamminga, S., y Ketelaar, R. S., 1990. Ruminant availability of nitrogen and carbohydrates from fresh and preserved herbage in dairy cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 38:499-512.

Vicente, M.F. 2002: Relación entre la Concentración de Urea en la Leche y el Manejo Nutricional del Ganado Vacuno Lechero. Oviedo. Coedita KRK Ediciones SERIDA.

Virtanen, A.J. 1966. Milk production of cows on protein-free feed. *Science*. New York, N.Y. 53(3744):1603-14

- Vite-Cristobal, C., López-Ordaz, R., García-Muñiz, J. G., Ramírez-Valverde, R., Ruiz-Flores, A., y López-Ordaz, R., 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Veterinaria México*, 38 (1).
- Wattiaux, M.A. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. Consultado el 20 Mayo de 2015, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/71923814/Guia-Tecnica-Basica-de-lecheria-Universidad-de-Wisconsin-Madison#scribd>. Pág. 17-20
- Wattiaux, M.A., Nordheim, E.V., y Crump, P. 2005. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herds improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88:3020–3035.
- Wattiaux, M.A., y Armentano, L.E. Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. Esenciales Lecheras. Consultado el 21 de Agosto de 2015. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/71923814/Guia-Tecnica-Basica-de-lecheria-Universidad-de-Wisconsin-Madison#scribd>. Pág. 9-11
- West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86:2131–2144.
- Wythes, J.R., y Ernst, A.J. 1984. Molasses as drought feed. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 15, 213–226.
- Yan, T., Agnew, R.E. 2004. Prediction of nutritive value in grass silages: I. Nutrient digestibility and energy concentration using nutrient composition and fermentation characteristics. *Journal of Animal Science*, 82:367-1379.