



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**DIETAS CONCENTRADAS CON TRES NIVELES DE PROTEÍNA SOBRE LA
PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN**

Por:

Francisco Javier Rosas Estrada

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P

Diciembre 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**DIETAS CONCENTRADAS CON TRES NIVELES DE PROTEÍNA SOBRE LA
PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN**

Por:

Francisco Javier Rosas Estrada

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesores: Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo

Revisor: IAZ Leticia Calderón Chávez

La Tesis Profesional titulada: “**DIETAS CONCENTRADAS CON TRES NIVELES DE PROTEINA SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN**”, fue realizado por **Francisco Javier Rosas Estrada**, como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónoma Zootecnista” fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Asesor

MC Felipe de Jesús Moron Cedillo

Asesor

IAZ Leticia Calderon Chavez

Revisor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 7 días del mes de noviembre de 2013.

DEDICATORIAS

A Dios por darme tiempo dedicación y paciencia para concluir mis estudios.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A mis profesores M.C. Felipe de Jesús Moron Cedillo y Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero por su apoyo incondicional y desinteresado en este trabajo y por todos los conocimientos transmitidos.

A mis amigos por brindarme su amistad incondicional y brindarme grandes momentos inolvidables. Eduardo, Karina, Efraín, Karen, Daniel, Martha, Omar, Heriberto, Roberto, Adalberto, Salvador, Israel, Azaél, Rene, Armando, Marcela, Emiliano, Jonathan, Vianey y en memoria de Néstor.

A todas las personas que conocí durante todos estos años y sin querer dejaron alguna enseñanza en mi persona, familia y amigos del estado de Tabasco.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de San Luis Potosí**, que ha sido mi casa de estudios y donde pase grandes momentos de mi vida.

A mi **Facultad de Agronomía y Veterinaria** por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de crecer tanto profesional como personalmente.

A Dios porque solo con la ayuda de Él fructificó todo mi esfuerzo.

A Mis Padres Beatriz Estrada Hernández y J. Jesús Rosas Estrada, por haberme dado la oportunidad de estudiar, confiar y apoyarme en cada decisión de mi vida.

Al M.C. Felipe de Jesús Moron Cedillo y el Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero por su disponibilidad de tiempo, por brindarme con las manos abiertas su apoyo, confianza y paciencia.

A todos mis profesores, por haber compartido sus conocimientos y motivarnos a seguir adelante y brindarme su amistad.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Producción de Leche.....	3
Consumo de Materia Seca.....	3
Relación Forraje-Concentrado.....	4
Proteína Dietética.....	4
Contenido de Grasa en Leche.....	6
Costos de Alimentación.....	7
MATERIALES Y METODOS.....	8
Localización.....	8
Duración del Experimento.....	8
Animales.....	8
Raciones.....	8
Manejo.....	9
Parámetros a medir.....	10
Prueba Estadística.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
Consumo de Materia Seca.....	11
Producción de Leche.....	12

Grasa en Leche.....	14
Grasa Corregida.....	14
Relación Forraje-Concentrado.....	14
Costos de Producción de Leche.....	15
CONCLUSIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Suministro de raciones con diferentes niveles de proteína a vacas Holstein en lactación.....	9
2	Consumo de materia seca de vacas Holstein alimentadas con diferentes niveles de proteína.....	12
3	Producción de leche y grasa de ganado Holstein alimentado con diferentes niveles de proteína.....	13

RESUMEN

En la producción de leche, la alimentación diaria de la vaca, tiene que contener 60 g aproximadamente de proteína cruda digestible por cada kilogramo de leche producida, además de 300 g necesarios para el mantenimiento de la vaca. La vaca debe ser alimentada con una ración balanceada y alcanzar altos niveles de producción de leche si se quiere tener un rendimiento máximo en la lactación. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue, evaluar la producción y calidad de la leche y consumos de materia seca de vacas Holstein con dietas a diferentes niveles de proteína cruda así como comparar raciones con diferente nivel de proteína y un alimento comercial, para reducir los costos de producción lechera en la unidad bovina de la facultad de Agronomía y Veterinaria. El presente trabajo se realizó en la unidad de Bovino Lechero de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP. Se utilizaron 4 vacas de la raza Holstein con más de dos partos, con un peso promedio de 570 ± 17 kg y con 76 ± 6 días de lactancia. Se utilizaron tres raciones con diferentes niveles de proteína (12, 14 y 16 %), además de una ración testigo (concentrado comercial con 16 % P.C.). Los consumos de materia seca total (kg/d) fueron de 17.18 para la ración de contenido proteico de 12%; 17.10 para la ración de 14% de proteína, 16.31 para la ración con 16% de proteína y 16.73 para la ración testigo con 16% de proteína. No se presentaron diferencias significativas en los consumos con los diferentes niveles de proteína en las raciones ($p>0.05$). La relación forraje–concentrado fue de 68:32, 72:28, 68:32 y 67:33 para el tratamiento testigo, 12%, 14% y 16% respectivamente. La producción de leche del ganado Holstein alimentado con diferentes niveles de proteína (testigo, 12, 14 y 16% de P.C.) fueron de 27.42, 25.51, 28.18 y 28.12 kg/día respectivamente, no hubo diferencia estadística en ninguno de los tratamientos ($p>0.05$). No se presentaron diferencias significativas en los parámetros medidos de las diferentes raciones utilizadas y alimento concentrado. Numéricamente, se infiere una mejor respuesta con el uso de la ración con 14% de proteína, a partir de una mayor producción de leche y un ahorro económico en la producción.

SUMMARY

In milk production, the daily feeding of the cow must contain approximately 60 g digestible crude protein per kilogram of milk produced, plus 300 g required for maintenance of the cow. The cow should be fed a balanced ration and high levels of milk production if we want to have maximum performance in lactation. So the aim of this study was to evaluate the production and quality of milk and dry matter consumption of Holstein cows diets at different levels of crude protein and compare rations with different levels of protein and a commercial feed, to reduce cost of milk production in the bovine unit of the Faculty of Agronomy and Veterinary. This work was done in Dairy Cattle Unit of the Faculty of Agronomy and Veterinary UASLP. We used four Holstein cows over two births, with an average weight of 570 ± 17 kg and 76 ± 6 days of lactation. Rations used three different levels of protein (12, 14 and 16%), plus a control ration (commercial concentrate containing 16% PC). The total dry matter intakes (kg / d) were 17.18 to ration protein content of 12%, 17.10 for the ration of 14 % protein, 16.31 for the ration with 16 % protein and 16.73 for the control ration with 16% protein. There were no significant differences in consumption with different levels of protein in diets ($p > .05$). Concentrated forage relationship was 68:32 , 72:28 , 68:32 and 67:33 for the control treatment , 12%, 14 % and 16% respectively. Milk production of Holstein cattle fed different levels of protein (control, 12, 14 and 16% CP) were 27.42, 25.51, 28.18 and 28.12 kg / day respectively, there was no statistical difference in any of the treatments ($p > 0.05$). There were no significant differences in the measured parameters of the different rations used and concentrate feed. Numerically, it follows a better response with the use of the diet with 14 % protein, from a higher milk production and economic savings in production.

INTRODUCCION

La vaca lechera es una fuente importante de proteínas y vitaminas con un alto valor biológico, la desnutrición podría desaparecer si a una dieta de vegetales y cereales, la cual es normal en la mayoría de la población, fuera suplementada con medio litro de leche por persona. El cambio de proteína vegetal por proteína animal ha sido ampliamente cuestionado en un mundo con mayor población cada día. En la producción de leche, la alimentación diaria de la vaca, tiene que contener 60 g aproximadamente de proteína cruda digestible por cada kilogramo de leche producida, además de 300 g necesarios para el mantenimiento de la vaca. Esto es cerca de dos veces la proteína que hay en un kilogramo de leche. La utilización de los nutrientes por los rumiantes es muy diferente a otros mamíferos debido a la fermentación ruminal, causado por la microflora, así una parte de la proteína consumida puede consistir en simple nitrógeno como amidas y amonio. Experimentos han demostrado que la microflora del rumen es capaz de sintetizar los aminoácidos utilizados para la síntesis de la proteína de la leche, así es posible desarrollar microflora en el rumen por adaptación a un tipo de alimentación y ser capaz de sintetizar proteínas a partir del amonio (Land y Virtanen, 1959)

La concentración y producción de leche son afectadas por la nutrición de la vaca lechera, así como las dietas que permitan buenos resultados económicos. El periodo más crítico de una vaca lechera es desde el momento del parto hasta el pico de la lactación. La vaca debe ser alimentada con una ración balanceada y alcanzar altos niveles de producción de leche si se quiere tener un rendimiento máximo en la lactación.

Los costos de alimentación representan más de la mitad de los costos totales en la producción de leche, así una alimentación apropiada será un factor clave para el éxito de una empresa lechera. El interés principal en una ración deberá estar enfocado a los requerimientos de proteína, ya que la suplementación proteica será la que incremente el costo, dependiendo de la cantidad y calidad de la fuente que se utiliza como suplemento.

A causa de lo anteriormente expuesto, la determinación del porcentaje de proteína óptimo para altas producciones de leche así como el mantenimiento de la producción láctea es primordial para una ración completa.

OBJETIVOS

Evaluar la producción y calidad de la leche y consumos de materia seca de vacas Holstein con dietas a diferentes niveles de proteína cruda.

Comparar las raciones con diferente nivel de proteína y un alimento comercial.

Reducir los costos de producción lechera en la unidad bovina de la facultad de Agronomía y Veterinaria.

REVISION DE LITERATURA

Producción de Leche

Durante los primeros estados de la lactación, la demanda de nutrientes por la glándula mamaria es extremadamente alta. Conforme la vaca va desde el estado hasta el pico de la lactación, su producción es de 35 a 50 kg diarios, los nutrientes requeridos se incrementan de 300 a 700% como resultado de los requerimientos de la glándula mamaria para producción de leche (Clark y Davis, 1980). No obstante el incremento, el potencial genético para producción de leche ha estado asociado con la declinación en la fertilidad en las vacas lecheras. Las estrategias en alimentación para vacas altas productoras han sido cambiadas de acuerdo a las ganancias genéticas (Butler y Smith, 1989).

Consumo de Materia Seca

De acuerdo a Croxton (1976) el periodo de lactancia temprana corresponde a los primeros 84 días de lactancia. En dicho periodo, el consumo materia seca, no es suficiente para cubrir los requerimiento para una alta producción de leche, por lo cual la vaca utiliza sus reservas de grasa para mantener la producción a costa de pérdida de peso corporal (Broster *et al.*, 1978).

Después del parto se incrementa rápidamente la producción de leche a un máximo entre los 35 y 50 días de lactación; por lo tanto se presenta una declinación de alrededor del 5% por semana hasta el secado de la vaca. En contraste, la ingestión voluntario del alimento aumenta más lentamente después del parto y el máximo consumo puede aumentar hasta semanas después del máximo de la producción de leche (Bines *et al.*, 1977).

El consumo voluntario de alimento es bajo durante las primeras semanas de la lactancia y alcanza un pico de cerca de 3.6 kg MS/100 kg de peso vivo, de 10 a 15 semanas después del parto. Una media general de 3.0 kg MS/100 kg de peso vivo es representativa de los primeros cuatro meses de lactancia (Wiktorsson y Bengtsson, 1973).

En los periodos medio y final de la lactación, el estatus energético de la vaca cambia de negativo a positivo. Esto es obtenido, no solamente por un incremento en la ingestión de la materia seca, sino también por un cambio gradual en la partición de los nutrientes, de la producción de leche hacia la deposición de tejido corporal (Broster *et al.*, 1969)

Durante el periodo medio de producción de la lactancia y hasta el parto es posible cubrir los requerimientos de energía con dietas basadas predominantemente a base de forrajes de buena calidad (Haresign, 1981).

Relación Forraje-Concentrado

La calidad del alimento, particularmente del forraje, es un factor importante para un alto consumo de alimento. Con forrajes de alta calidad no solo se tiene un mayor consumo de MS, sino que también el valor nutritivo es mayor por unidad de MS (Broster y Swan, 1983).

La relación óptima de concentrado-forraje en base materia seca no debe exceder de 60:40. Para vacas altamente productoras, aún una relación de concentrado-forraje 50:50 es adecuado (Owen, 1981).

Cuando se añade concentrado a una dieta con forraje de baja calidad, puede existir una estimulación en la ingestión del forraje con bajos niveles de suplementación, especialmente, si el contenido de proteína del forraje es bajo y la del suplemento es alto (Camping y Murdoch, 1966). En general, sin embargo, la suplementación con concentrados disminuye la ingestión de forraje; la tasa de substitución se incrementa con el incremento de la calidad del forraje (Broster *et al.*, 1975).

En vacas lecheras se utilizaron raciones con diferentes niveles de concentrado-forraje (90:10, 75:25 y 60:40) durante las semanas 1-18 de lactación. La media del consumo de materia seca fue similar para los tres niveles de concentrado:forraje (13.7, 13.2 y 13.7 kg ms/d, respectivamente). El nivel de 75:25 de concentrado-forraje se acerca a lo óptimo para el inicio de la lactación (22.1 kg/d) (Bines *et al.*, 1977).

Proteína Dietética

Excepto por la energía, fibra y agua, el ganado lechero requiere más proteína en la dieta que todos los otros nutrientes combinados (Barney *et al.*, 1981).

En la mayor parte de los hatos, la formulación de raciones con el 12 al 14 % de proteína cruda satisfacen las demandas de la vacas. Es aconsejable, suministrar un suplemento con alto contenido en proteína para las vacas que producen más de 5 kg de leche al 4% por cada 100 kg de peso vivo (McCullough, 1971).

El requerimiento de proteína cruda generalmente es definido como la mínima cantidad de proteína que abastecerá la máxima producción láctea (Clark y Davis, 1980). Las dietas que son altas en proteína (17-19% de PC) soportan y estimulan altas producciones de leche en el inicio de la lactación (Grings *et al.*, 1991). El N.R.C. (1989), recomienda que las dietas tengan 18 a 19% de proteína cruda para vacas productoras. Por otro lado se ha demostrado que el consumo alto de proteína estimula la producción de leche, pero estos incrementos de proteína, disminuyen la eficiencia reproductiva en la mayoría de los casos (Ferguson y Chalupa, 1989).

Una menor concentración de proteína y un mayor contenido de nitrógeno ureico implican un menor valor nutricional de la leche y un menor rendimiento en la producción de quesos (Verdier-Metza *et al.*, 2001) todo lo cual reduce el precio que reciben los productores por esta leche (Castro, 2004) poniendo en riesgo la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción y, por lo tanto, la estabilidad económica de las familias que viven de este sistema. Por otro lado tenemos que la vaca lechera excreta aproximadamente 25 a 35% de nitrógeno consumido como nitrógeno en leche, y casi todo el nitrógeno restante es excretado en la orina y en las heces. También puede haber pérdidas de amonio a la atmósfera. Es posible reducir la excreción del nitrógeno al reducir la cantidad de proteína cruda en la vaca. Reduciendo la proteína cruda de 18 a 15% disminuye el nitrógeno excretado por día con respecto al nitrógeno consumido (Leonardi *et al.*, 2003). En otra investigación se determinó que el alto contenido de proteína cruda en la dieta incrementa la proteína degradada en el rumen. Si la proteína degradable en el rumen excede las necesidades microbianas, entonces una gran cantidad de amonio es producido y es excretado en la orina así como en las heces y volatilizado. Sobrealimentar proteína cruda también reduce los márgenes de ganancia debido al alto costo de los suplementos proteicos y la baja eficiencia de nitrógeno usado por las vacas lecheras alimentadas con dietas con alto contenido de proteína (Olmos y Broderick, 2006).

Los aminoácidos absorbidos por el intestino delgado, proveen las necesidades de la vaca para la regeneración del tejido y síntesis de la leche. Estos aminoácidos provienen de la proteína microbiana sintetizada en el rumen o de la proteína del alimento que escapa de la degradación del rumen. Cantidades substanciales de proteína del rumen sin degradar deben de estar disponibles para su digestión en el intestino delgado en vacas de alta producción.

Una buena producción de leche requiere un aporte adecuado de proteína, no tanto cuantitativa, sino cualitativamente (perfil de aminoácidos), puesto que las vacas no necesitan proteína sino aminoácidos. Sin embargo, debido a la limitada información disponible sobre los aportes y necesidades de aminoácidos, es frecuente formular raciones con un exceso de proteína para intentar evitar sus posibles limitaciones. Este exceso de proteína se ha asociado con una disminución de la eficacia reproductiva (Ferguson y Chalupa, 1989).

Los sistemas que aumentan la proteína no degradable, frecuentemente han dado resultados positivos durante la lactancia temprana particularmente con vacas altamente productoras (Huber, 1986). Las raciones con alto contenido de proteína no son económicas y son menos eficientes en la utilización de la energía lo que puede ser dañino para la salud del animal (Huber, 1986).

Estudios de la nutrición de la vaca sobre la producción de leche, reportan que el pico de la lactación para vacas alimentadas con una ración que contenía 9-10 % de proteína fue de 27.2 kg/día con un promedio de producción 3088 kg en 310 días. Vacas que recibieron una ración con 11-12% de proteína alcanzaron los 29.5 kg de leche/día y produjeron 976 kg más de leche que las alimentadas con 9-10 % de proteína. A su vez, vacas que consumieron raciones con 13.5- 14.5 % de proteína alcanzaron 34 kg de leche/día y produjeron 2962 kg más de leche por vaca en una lactación de 310 días que la vacas alimentadas con 9-10 % de proteína. Estos resultados indican que cualquier deficiencia de nutrientes que disminuyan la producción de leche reduce en gran cantidad la producción total durante la lactación (Clark y Davis, 1980). En otra investigación se encontró que dietas que contienen alfalfa achicalada, silo de maíz, maíz en grano, extracto de soya y harina de soya procesada al sustituir el grano de maíz por harina de soya procesada, la cantidad de proteína cruda de esta dieta aumentó de 14.5 a 16.5% y hasta 18.5% al utilizar extracto de soya, con estos incrementos la cantidad de proteína utilizable en rumen aumentó también la fuente de aminoácidos esenciales en el duodeno (Cunningham *et al.*, 1996).

Contenido de Grasa en Leche

La grasa contribuye a la variación de los contenidos de sólidos totales de la leche, causada por cambios en la dieta. Aún cuando existen muchos factores que afectan el

contenido de grasa en la leche; el más importa, es el contenido del forraje en la dieta (Sutton, 1980). Cambios drásticos de contenido de grasa en la leche se presentan cuando las vacas consumen dietas altamente digeribles, conteniendo grandes cantidades de granos de cereales, forrajes de alta calidad o dietas suplementadas con lípidos, o sea dietas apropiadas para vacas altamente productivas (Broster y Swan, 1983). Sin embargo, en vacas con baja proporción de forraje en una ración mixta proporcionó una seria disminución de grasa en leche (27.5 g/kg y 40.2 g/kg para niveles de 90:10, 60:40), el origen de dichos resultados se debe a una relación muy estrecha entre el contenido de la grasa en la leche y la proporción de acetato-propionato en el rumen, particularmente, cuándo la relación cae a bajo de 3:1 (Sutton *et al.*, 1977).

Costos de Alimentación

El incremento competitivo entre humanos y ganado por los cereales, provocará que en el futuro, el ganadero dependa más de los subproductos de cereales (Holer *et al.*, 1982). Según Huber (1986) la proteína es el nutriente más costoso en las raciones para vacas lecheras, por lo que es de suma importancia alimentar a la vaca con la mínima cantidad requerida. Por lo tanto interrelaciones complejas existen entre la proteína dietética y la energía con la cantidad de proteína que será utilizada por la vaca lechera, estas interrelaciones tienen importantes ramificaciones sobre la eficiencia de nitrógeno en las vacas. La proteína dietética suministrada como proteína metabolizable es utilizada tanto para la proteína degradable en el rumen como para la proteína utilizable del rumen que es digerida directamente por la vaca, altas dietas de energía estimulan la síntesis de proteína microbiana, incrementando la fuente de proteína metabolizable (Broderick, 2003). La alimentación representa el 55 al 60 % del costo total de la producción lechera (Jones *et al.*, 1980)

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en la unidad de Bovino Lechero de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP., ubicada en el ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P., cuyas coordenadas geográficas son 22° 14' 03" Latitud Norte, y 100° 53' 11" de Longitud Oeste con respecto al Meridiano de Greenwich, con altura de 1820 m.s.n.m., encontrándose en la zona un clima seco estepario frío Bs Kw (wi) según clasificación de Köpen, modificado por García (1973). La temperatura media anual es de 16.2°C y una mínima de 7.5°C, la precipitación pluvial media anual es de 335 mm, con un tipo de vegetación de matorral desértico micrófilo, predominando en la región los arbustos; las especies más abundantes son el Mezquite (*Prosopis juliflora*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Nopal (*Opuntia* spp) y el Maguey (*Agave atrovirens*) (Rzedowski 1965).

Duración del Experimento

El trabajo de campo tuvo una duración de 56 días con 7 días de adaptación antes de cada periodo y 7 días de prueba en cada uno de los tratamientos.

Animales

Se utilizaron 4 vacas de la raza Holstein con más de dos partos, con un peso promedio de 570 ± 17 kg y con 76 ± 6 días de lactancia

Raciones

Se utilizaron tres raciones con diferentes niveles de proteína (12, 14 y 16 %), además de una ración testigo (concentrado comercial con 16 % P.C.) Cuadro 1.

El suministro de las raciones se realizó de acuerdo a los requerimientos de materia seca (N.R.C. 1989).

Cuadro 1. Suministro de raciones con diferentes niveles de proteína a vacas Holstein en lactación

INGREDIENTES	\$/kg	NIVEL DE PROTEINA (% MS)			
		12	14	16	16 (testigo)
Alfalfa achicalada	2	7.0	7.0	7.0	
Rastrojo de maíz	1	5.0	5.0	5.0	
Sorgo (grano molido)	4.5	55.0	55.0	54.0	
Pollinaza	1.5	13.0	13.0	12.0	
H. carne	12	5.0	5.0	6.0	
Pasta de soya	7	0.0	2.0	7.0	
Melaza	1	12.0	10.0	6.0	
Sal	1.5	1.0	1.0	1.0	
Minerales trazas	2.5	1.0	1.0	1.0	
Fertifoscal	2	1.0	1.0	1.0	
\$/kg ración		3.64	3.76	4.13	5.15

Manejo

Previo al inicio del trabajo se analizaron muestras de leche para determinar su contenido de grasas a fin de utilizar el dato para calcular el consumo de materia seca de acuerdo a leche corregida al 4 % de grasa.

Las vacas se pesaron al inicio y al final del periodo de prueba; durante los 7 días de dicho periodo se suministró el concentrado y/o raciones dos veces al día, durante o poco después de cada uno de los ordeños, y los forrajes de acuerdo al siguiente esquema de distribución: alfalfa verde después del ordeño de la mañana y la alfalfa achicalada después del ordeño de mediodía. Se llevó un registro diario de los consumos y residuos de cada una de las raciones o concentrado así como de los forrajes.

También se realizó un registro de la producción láctea tanto en la mañana como en la tarde durante los 7 días de prueba. Durante los días impares del mismo periodo se tomaron muestras de leche por la mañana y la tarde, a fin de analizarlas para grasa (A. O. A. C. 1975).

Parámetros a Medir

Consumo de Materia seca (kg/día)

Producción de leche (kg/día)

Grasa en leche (%)

Grasa corregida (4%)

Producción de Grasa (kg/día)

Relación Forraje-concentrado

Costo de producción de leche

Prueba Estadística

Los datos de consumos de materia seca total, producción de leche y porcentaje de grasa en la leche se analizaron a través de un diseño de cuadro latino 4x4 de acuerdo a Snedecor y Cochran (1967).

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de Materia Seca

En el cuadro 2 se describen los consumos de materia seca (total/día, % PV forraje + ración o concentrado, kg/d, % PV de forraje, kg/d, % PV de ración o concentrado y % relación forraje-concentrado) en vacas Holstein alimentadas con diferentes niveles de proteína en la ración (12, 14 y 16%) y una ración testigo con un contenido proteico de 16%. Los consumos de materia seca total (kg/d) fueron de 17.18 para la ración de contenido proteico de 12%; 17.10 para la ración de 14% de proteína, 16.31 para la ración con 16% de proteína y 16.73 para la ración testigo con 16% de proteína. No se presentaron diferencias significativas en los consumos con los diferentes niveles de proteína en las raciones ($P>0.05$). Los consumos de materia seca en este trabajo fueron menores a la obtenida en vacas lecheras alimentadas con dos niveles de proteína cruda (13 y 17%) cuyo consumo de materia seca fue de 20.4 kg (Frank y Swensson, 2002).

De acuerdo a los consumos de materia seca, a través del forraje, éste fue mayor en la ración con 12% de proteína cruda (12.35 kg M. S. / día), es probable que este factor halla incidido en un menor consumo de materia seca de la ración (4.82 kg/d). Posiblemente al satisfacer sus requerimientos de materia seca a través de mayor consumo de forraje, se inhibió el nivel de consumo de materia seca de la ración. De acuerdo a lo estimado por Broster y Swan (1983) el alto consumo de alimento, está determinado por la calidad del mismo, especialmente del forraje. De tal forma, que forrajes de alta calidad, estimulan no sólo un mayor consumo de MS, sino también es mayor el valor nutritivo por unidad de MS.

Cuadro 2. Consumo de materia seca de vacas Holstein alimentadas con diferentes niveles de proteína.

DATOS		NIVEL DE PROTEINA EN LA RACION (% MS)			
		TESTIGO (16)	12	14	16
M. S. Total	Kg/d	16.73a	17.18a	17.10a	16.31a
M. S. Total	% P.V.	3.0	3.0	3.1	3.0
M. S. Forraje	Kg/d	11.35	12.35	11.72	11.07
M. S. Forraje	% P.V.	2.0	2.2	2.1	2.1
M. S. Ración	Kg/d	5.37	4.82	5.38	5.34
M. S. Ración	% P.V.	1.0	0.8	1.0	1.0
Rel. Forr:Conc.	%	68:32	72:28	68:32	67:33

Producción de Leche

En el cuadro 3 se describen los datos de producción de leche (kg/d), grasa en la leche (% y kg/d) y grasa corregida al 4% (kg/d). La producción de leche del ganado Holstein alimentado con diferentes niveles de proteína (testigo, 12, 14 y 16% de P.C.) fueron de 27.42, 25.51, 28.18 y 28.12 kg/día respectivamente, no hubo diferencia estadística en ninguno de los tratamientos ($p>0.05$). Estas producciones son menores a las reportadas por Frank y Swensson (2002) con producciones de 34.48 kg de leche/d, es posible que la diferencia recaiga en el mayor consumo de materia seca (20.4 vs 16.83 kg de M. S. /día).

En este trabajo no se observó un incremento constante en la producción de leche al aumentar el nivel de proteína en la ración. También es cierto, que el inicio del suministro de la dieta se realizó al final de la lactancia temprana. Lo cual difiere a lo observado en vacas lecheras alimentadas con porcentajes progresivos de proteína cruda (9-10, 11-12 y 13.5-

14.5 %) cuyas producciones de leche, al pico de lactación fueron de 27.2, 29.5 y 34 kg de leche/día en lactaciones de 310. Indicando que cualquier deficiencia de nutrientes que disminuyan la producción de leche reduce en gran cantidad la producción total durante la lactación (Clark y Davis, 1980). Se tiene conocimiento que las altas producciones de leche al inicio de la lactación requieren de raciones con alto contenido de proteína (Grings *et al.*, 1991). También se sabe, que las vacas excretan grandes cantidades nitrógeno o amonio, en la orina, heces fecales, leche e incluso a la atmósfera; consecuentemente, se aconseja la reducción de excreción del nitrógeno, mediante una disminución en el contenido en las dietas de 18 a 15 % (Leonardi *et al.*, 2003). Referente a este aspecto, en la década de los años 70, McCullough (1971) establecía que en la mayor parte de los hatos, la formulación de raciones con el 12 al 14 % de proteína cruda satisfacían las demandas de las vacas y considerando esta premisa, aconsejaba suministrar un suplemento con alto contenido en proteína para las vacas que producen más de 5 kg de leche al 4% por cada 100 kg de peso vivo.

Cuadro 3. Producción de leche y grasa de ganado Holstein alimentado con diferentes niveles de proteína

		NIVEL DE PROTEINA EN LA RACION (% MS)			
DATOS		TESTIGO	12	14	16
		(16)			
Producción de leche	(kg/d)	27.43a	25.52a	28.18a	28.13a
Grasa en leche	%	3.25a	3.3a	3.13a	3.13a
Producción de grasa	(kg/d)	0.89	0.84	0.88	0.88
LCG (4%)	(kg/d)	24.33	23.85	24.54	24.45

Grasa en Leche

El contenido de grasa en leche en este trabajo fue ligeramente menor que lo reportado por Broderick (2003) (3.2 vs 3.59%), probablemente al menor consumo de materia seca (16.83 vs 21.96 kg/d), debido a que a mayor consumo de forraje mayor producción de grasa en leche (Sutton, 1980). En vacas con baja proporción de forraje en una ración mixta se observó una severa disminución de grasa en leche (27.5 g/kg y 40.2 g/kg para niveles de 90:10, 60:40), originada por una relación muy estrecha entre el contenido de la grasa en la leche y la proporción de acetato-propionato en el rumen, sobre todo cuando esta proporción cae a bajo de 3:1 (Sutton *et al.*, 1977).

Grasa Corregida

Es importante determinar la producción de grasa en kg corregida al 4% de grasa (LCG), que expresa con exactitud el equivalente monetario para la mayoría de las razas (Østergaard *et al.*, 1977). La LCG también expresa correctamente el equivalente energético de la producción de leche, en la medida que el porcentaje de grasa no sea menor de 3.0 (Tyrrell y Reid, 1965).

En la ración con el 12 % de PC el alto consumo de materia seca total (17.18 kg/d), de la cual una gran parte corresponde al forraje (12.35 kg/d), se reflejó en contenido mayor de grasa cruda en la leche (3.3%), aspecto que es consecuencia de una mayor dilución, a partir de una menor producción de leche (25.52 kg/d). Consecuencia de esto, es la menor producción de grasa en kg/d. Generalmente la relación entre producción de leche y contenido de grasa en la misma son inversamente proporcional (Sutton *et al.*, 1977). En vacas con altas producciones de leche, el contenido de grasa disminuye, pero la producción total se ve aumentada (Broster y Swan, 1983).

Relación Forraje-Concentrado

La relación forraje–concentrado fue de 68:32, 72:28, 68:32 y 67:33 para el tratamiento testigo, 12%, 14% y 16% respectivamente valores semejantes a los reportados por Broderick (2003) en vacas Holstein con dietas de 15 y 18 % de P.C. En vacas altamente productivas la relación óptima de concentrado-forraje en base materia seca no debe exceder de 60:40 o cuándo mucho de 50:50 (Owen, 1981). En este trabajo, fue más alto el nivel de

forraje. Considerando dicho nivel adecuado a las circunstancias de las vacas, dado que se inició la suplementación al final de la lactancia temprana (primeros 84 días) y también al hecho de que son animales con producciones intermedias. Sin embargo, al inicio de la lactación (1-18 semanas de lactación), el nivel de 75:25 de concentrado-forraje se acerca a lo óptimo (22.1 kg/leche/d) Bines *et al.* (1977). A partir del periodo medio de producción de la lactancia y hasta el parto es posible cubrir los requerimientos de energía con dietas basada predominantemente a base de forrajes de buena calidad (Haresign, 1981)

Costos de Producción de Leche

De acuerdo a la producción de leche (cuadro 2.) y el costo de la alimentación en cada uno de los tratamientos (cuadro 1.) Hubo un incremento de 760 ml vaca/día para la ración con 14% de PC y un ahorro económico de 27% para esta misma ración. La cantidad de proteína cruda proporcionada en esta ración aporta los beneficios tanto económicos como productivo y es posible una menor emisión de amonio en excretas por consumos mayores de proteína cruda (Ortiz *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias significativas en los parámetros medidos de las diferentes raciones utilizadas y alimento concentrado. Numéricamente, se infiere una mejor respuesta con el uso de la ración con 14% de proteína, a partir de una mayor producción de leche y un ahorro económico en la producción.

BIBLIOGRAFIA

- Barney, D. J., D. G. Grieve, G. K. McLeod and L. G. Young. 1981. Response of cows to dietary crude protein during midlactation. *J. Dairy. Sci.* 64:655-661.
- Bines, J. A., D. J. Napper and V.W. Johnson, 1977. Long-term effects of level of intake and diet composition on the performance of lactating dairy cows. 2. Voluntary intake and ration digestibility in heifers. *Proc. Nutr. Soc.* 36, 146 A.
- Broderick, G. A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:1370-1381.
- Broster, W. H., V. J. Broster, and T. Smith. 1969. Experiments of the nutrition of the dairy heifer. VIII Effect on milk production of level of feeding at two stages of the lactation. Experiments of the nutrition of the dairy heifer. *J. Agric. Sci. Cam.* 72, pp. 229-245.
- Broster, W.H., V.J. Broster, T. Smith and J.W. Siviter. 1975. Experiments of the nutrition of the dairy heifer. IX. Food utilization in lactation. *J. Agric. Sci. Cam.* 84, pp. 173-186.
- Broster, W. H., J. D. Sutton and J. A. Bines 1978. Concentrate ratios for high-yielding dairy cows. In: *Recent Advances in Animal Nutrition-1978* (ed. W Haresigh and D. Lewis), pp. 99-126. Butterworth, London.
- Broster, W. H., and H. Swan. 1983. Estrategias de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción. AGT Editor, S.A. 382 p.
- Butler, W. R., and R. D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance on postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72:767-783.
- Campling, R. C. and J. C. Murdoch. 1966. J. The effect of concentrates on the voluntary intake of roughages by cows. *J. Dairy Sci.* 33, pp. 1-11.
- Castro, G. 2004. Precios de COLANTA benefician a ganaderos, a la ganadería y a Colombia. *Revista Ecolanta.* Número 210:6-7.
- Clark, J. M. and C. L. Davis. 1980. Some aspects of feeding high producing dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 63: 873-885.
- Croxtan, D. 1976. In: *Making the most of your Dairy cows.* Proceeding of the Conference at the Welsh Agricultural College. P.39.
- Cunningham, K. D., M. J. Cecava, T. R Johnson and P. A. Ludden. 1996. Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 79:620-630.

- Ferguson, J. D. and W. Chalupa. 1989. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:746-766.
- Frank, B. and C. Swensson. 2002. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. *J. Dairy Sci.* 85:1829-1838
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grings, E. E., R. E. Roffler, and D. P. Deitelhoff. 1991. Response of dairy cows in early lactation to addition of cottonseed meal in alfalfa-based diets. *J. Dairy Sci.* 74:2580-2587.
- Haresign, W. 1981. Body condition, milk yield and reproduction in cattle. In: *Recent Development in Ruminant Nutrition*. Eds. W. Haresign and D.J.A. Cole. London, Butterworths. p.1-16.
- Holer, J. B., W. E. Hylton, C. B. Smith and W. E. Urban Jr. 1982. Reducing concentrate feeding for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65: 37-51.
- Huber, J. T. 1986. Nutrición energética de las vacas altas productoras. Memoria de la segunda conferencia internacional sobre ganado lechero. México, DF. pp 4-23.
- Jones, G. M., P. T. Chandler, W. R. Murley, C. A. Brown and H. W. Walker. 1980. Implementation of a regional ration formulation program for the southeastern states. *J. Dairy Sci.* 63: 856-864.
- Land, H. and A. I. Virtanen. 1959. Ammonium salts as nitrogen source in the synthesis of protein by the ruminant. *Acta Chem. Scand.* 13 no. 3:489-496.
- Leonardi, C., M. Stevenson and L. E. Armentano. 2003. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:4033-4042.
- McCullough, M. E. 1971. *Alimentación Práctica de la vaca Lechera*. Editorial AEDOS, Barcelona. 205 p.
- N.R.C. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Sixth Revised Edition. Washington. D.C.
- Olmos, C. J. J. and G. A. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1704-1712.
- Ortiz, V. W. H. Pacheco A. y Quirino C. R. 2013. Evolución del nitrógeno ureico sanguíneo y pH uterino en vacas suplementadas con pollinaza como fuente proteica. Redved 14-6 <http://www.veterinaria.org/revistas/redbed/n060613.html>.
- Østergaard, V. U., J. E. Henneberg, and J. Hindhede. 1977. Produktionsstyringens indflydelse på de tekniske og økonomiske resultater i grovfoder og

- mælkeproduktionssystemer 1977-76. Helårsforsøg med Kvæg XVII. Rep.459. Natl. Inst. Anim. Sci. Copenhagen. 141 pp.
- Owen, J. B. 1981. Complete diet feeding of dairy cows. In: Recent Development in Ruminant Nutrition. Eds. W. Haresign and D.J.A. Cole. London, Butterworths. p. 313-318.
- Rzedowski, C. G. 1965. Acta científica potosina, notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. U.A.S.L.P.
- Snedecor, G. W. and G. W. Cochran. 1967. Statistical Methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A.
- Sutton, J. D., W. H. Broster, E. Schuller, E. Smith and D. J. Napper. 1977. Long-term effect of level of intake and diet composition on the performance of lactating dairy cows. 3. Milk composition and rumen fermentation. Proc. Nutr. Soc. 36, 147A.
- Sutton, J. D. 1980. The effects of nutrition on the yield and content of milk fat: the effect of dietary factors other than supplementation with fats. In: Factors affecting the yields and Contents of milk Constituents of Commercial Importance (ed. J.H. Moore and J.A. F. rook). Bull. Int. Dairy Fed. Document No. 125, pp. 126-134
- Tyrrell, H. F. and J. T. Reid. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. J. Dairy Sci. 48:1215-1223.
- Verdier-Metza, I., J-B Coulonb. and P. Pradelc. 2001. Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Anim. Res. 50: 365-371
- Wiktorsson, H. and A. Bengtsson. 1973. Feeding Dairy cows During the first part of lactation. II. Comparison of ad. Lib. Feeding of wilted hay crop silage and concentrate blended or separate Swedish. J. Agric. Research. pp. 3-161.

