



Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas holstein



Néstor F Montoya¹, Zoot; Iván D Pino¹, Zoot; Héctor J Correa¹, Msc.

¹Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias

Agropecuarias, AA 1027.

hjcc_unal@hotmail.com

(Recibido: 29 septiembre, 2003; aceptado: 24 septiembre, 2004)

Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto de la suplementación con tres niveles de papa (*Solanum tuberosum*) a vacas holstein en pastoreo durante el segundo período de la lactancia, sobre algunas variables productivas (producción de leche, proteína, grasa y nitrógeno ureico en leche (NUL)) y metabólicas (glucosa, colesterol y nitrógeno ureico en sangre (NUS)), se utilizaron seis vacas entre el tercero y quinto parto que se encontraban pastoreando potreros de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con 26.06% de proteína cruda (PC), 52.9% de fibra en detergente neutro (FDN) y 8.14% de carbohidratos no estructurales (CNE) y que se suplementaban con un concentrado comercial a razón de 4.0 kg/animal/día. Las vacas fueron seleccionadas aleatoriamente dentro de un cuadrado latino doble 3x3 con tres tratamientos que consistieron en la suplementación con 0, 6 y 12 kilogramos de papa fresca durante el pastoreo y que correspondieron a 0, 15 y 30% de los requerimientos de CNE. Los periodos tuvieron una duración de 15 días, de los cuales los diez primeros fueron de adaptación y los últimos cinco de recolección de muestras. El suministro de 6 kg de papa incrementó significativamente la producción de leche, la producción de proteína de la leche y proteína verdadera en gramos, pero redujo el nitrógeno ureico en leche ($p < 0.05$). Las respuestas con el suministro de 12 kg de papa no fue estadísticamente diferente de las obtenidas con el suministro de 6 kg debido, posiblemente, a la presencia de acidosis ruminal en el hato. Los tratamientos no afectaron estadísticamente los parámetros metabólicos aunque se encontró una relación lineal entre la glucosa con el colesterol, el NUS con el NUL y la glucosa con el NUS ($p < 0.05$).

Palabras clave: almidones, metabolitos, pastoreo, lactación

Introducción

En algunas poblaciones de los andes colombianos es común cultivar papa (*Solanum tuberosum*) en fincas lecheras con la finalidad de renovar los potreros compactados y degradados. Debido a la fertilidad remanente luego del cultivo, se incrementa la cantidad de forraje producido y su contenido de proteína (26) pero se reduce su concentración de carbohidratos no estructurales (CNE) (32). Este efecto también se observa como consecuencia del uso excesivo de urea y otros fertilizantes nitrogenados (30). Bajo estas condiciones, los animales consumen forrajes con altos niveles de proteína de alta degradabilidad (PDR) que se vuelve un problema al no contar con los CNE

necesarios para convertir el nitrógeno amoniacal (N-NH₃), producto de la fermentación ruminal, en proteína microbiana (5). El problema se intensifica cuando se utilizan altos niveles de suplementos concentrados ricos en proteína, creando desbalances ruminales adicionales por la alta relación proteína: energía, acentuándose más si se considera que estos se suministran en momentos inadecuados. Bajo los sistemas de alimentación que se practican en estas zonas, el suplemento alimenticio se ofrece durante los ordeños en tanto que los forrajes son consumidos en los potreros sin que sean suplementados sincrónicamente con los carbohidratos que están en deficiencia (28). Esto se

evidencia por la presencia de problemas productivos, reproductivos y metabólicos comunes en las zonas de producción de lechería especializada (36). El suministro durante el pastoreo de alimentos ricos en carbohidratos no estructurales, como lo es la papa, podría contribuir a la reducción de estos problemas.

En las épocas del año en que se colecta la cosecha de papa, los precios del tubérculo descienden debido al exceso de la oferta (6). Esta circunstancia ha llevado a que tradicionalmente se pierdan cantidades considerables de la cosecha debido a la poca utilidad económica que se obtiene al llevarla al mercado. Por otra parte, aún en condiciones de mercadeo normal, existe una porción de la papa cosechada que por su tamaño reducido y daños físicos durante la cosecha no puede ser comercializada.

Tanto los excedentes, como los desechos de la papa, se han utilizado en la alimentación animal con diferente respuesta en función de la variedad del tubérculo, tamaño, edad de cosecha, tipo de animal, nivel de producción, estado de la lactancia, cantidad y forma en que se suministra, entre otros factores (12). Göhl (12) indica que aunque los retoños de la papa contienen un alcaloide tóxico, la solanina, no existen restricciones para su utilización en la alimentación de rumiantes que se asocien a posibles intoxicaciones con este compuesto. Así mismo señala que las vacas lecheras pueden recibir hasta 15 kg de papa cruda al día. Su utilización en la alimentación de vacas lactantes en pastoreo en nuestro medio, sin embargo, no ha sido muy estudiada por lo que la información disponible es escasa y poco actualizada. No obstante lo anterior, es posible afirmar que la suplementación con papa se podría constituir en una alternativa que tendrían los ganaderos para proveer la energía necesaria que disminuiría el desbalance de CNE: PDR ofrecidos a las vacas, máxime si se tiene en cuenta que los suplementos concentrados hacen aportes de proteína más altos que los requeridos por los animales (7). Es por ello que el objetivo de este trabajo fue el evaluar el uso de la papa como fuente de CNE en la alimentación de vacas lactantes.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo de campo se realizó en una finca comercial del municipio de San Pedro de los Milagros (Antioquia) localizada a 42 kilómetros al norte de Medellín, a 2.475 m.s.n.m., con una temperatura

promedio de 14°C y una humedad relativa promedio de 79.7% correspondiendo a una formación ecológica de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

Animales y tratamientos

Se utilizaron seis vacas Holstein adultas en producción, entre tres y cinco partos, que tenían más de cinco semanas de lactancia las cuales fueron asignadas de forma aleatoria a uno de tres tratamientos constituidos por tres niveles de suministro de carbohidratos no estructurales (CNE) a partir de la papa: 0, 15 y 30% de los CNE requeridos por día para cada animal (38). Para la formulación de la cantidad de CNE que fueron suplidos a partir de la papa, fue necesario establecer el contenido real de éstos en la papa, el forraje y el suplemento concentrado, determinación que se realizó por diferencia (31) ($CNE = 100 - (\% FDN + \% PC + \% EE + \% Cen)$), para lo cual fue necesario establecer el contenido de Fibra en Detergente Neutro (FDN) (11), Proteína Cruda (PC) (1), Extracto Etéreo (EE) (1), y Cenizas (Cen) (1).

La papa se suministró en dos comidas, en los dos momentos del pastoreo en que los animales intensifican el consumo de forraje (aproximadamente entre las 8:00 y 10:00 a.m. y entre las 4:00 y 6:00 p.m.) y sin que se interviniera con las demás prácticas alimenticias que cotidianamente se desarrollaban en el hato. Los tratamientos se organizaron dentro de un diseño cuadrado latino doble 3x3 con períodos de 15 días de los cuales los 10 primeros fueron de adaptación a las dietas en evaluación y los últimos cinco de recolección de muestras e información. La producción de leche promedio de los primeros diez días de cada periodo se tomó como covariable.

Variables de respuesta

Diariamente se registró el nivel de producción de leche de cada vaca. Durante los últimos cinco días de cada periodo de evaluación, se tomó una muestra de leche en cada ordeño que se fue acumulando para cada animal y en la que se estableció el contenido de sólidos totales, grasa, proteína y nitrógeno ureico. El último día experimental se tomó una muestra de sangre a cada animal en la que se determinaron las concentraciones de nitrógeno ureico, glucosa y colesterol como indicadores del metabolismo energético y proteico del animal. Se estimó el aporte de CNE a la dieta de cada vaca como porcentaje de la materia seca consumida (CMS) y como kilogramos de CNE

consumidos a partir de la papa. Para ello se estimó el CMS mediante una ecuación (31) y por diferencia entre el valor estimado de CMS total y el establecido para el suplemento alimenticio (concentrado comercial) y para la papa suministrada, se estimó el CMS a partir del forraje. También se estimó la producción de proteína verdadera (PV) en la leche asumiendo que el nitrógeno ureico en leche (NUL) representa el 50% del nitrógeno no proteico (NNP) de la leche y que este último es el 5% de la PC (9).

Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = m + T_i + P_j + A_k + j(P_i - P..) + e_{ijklm}$$

$i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3; k = 1, 2, 3; l = 1, 2; m = 1, 2, ..6$

donde Y_{ijklm} es la variable de respuesta; m es la media poblacional; T_i es el efecto de i -ésimo tratamiento; P_j es el efecto del j -ésimo periodo (fila); A_k es el efecto de k -ésimo animal (columna); $j(P_i - P..)$ peso inicial como covariable; e_{ijklm} es el error experimental. Se utilizó la producción de leche como covariable para los análisis respectivos. Cuando se presentó efecto significativo del modelo, se adelantó la prueba de Duncan para establecer diferencias entre las medias de los tratamientos. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS (37) por los procedimientos lineales generales (GLM).

Resultados

La composición bromatológica del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), del alimento concentrado y de la papa utilizados en este trabajo se presenta en la tabla 1. En la misma, se presenta el contenido estimado de CNE de estos alimentos en la que se resalta el alto contenido de CNE del tubérculo.

Tabla 1. Composición bromatológica del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), del alimento concentrado y de la papa utilizados en el trabajo de campo.

| | <i>P. clandestinum</i> | Concentrado | Papa |
|-----------------------------|------------------------|-------------|-------|
| MS % | 15.6 | 87.8 | 19.9 |
| PC % de la MS | 26.06 | 21.73 | 13.16 |
| FDN % de la MS | 52.9 | 33.9 | 0.6 |
| EE % de la MS | 2.75 | 8.53 | 0.33 |
| Cen % de la MS | 10.15 | 8.54 | 4.98 |
| CNE % de la MS ¹ | 8.14 | 27.3 | 77.83 |

¹ Los CNE se calcularon como la diferencia entre el contenido de MS y el contenido de PC, FDN, EE y Cen (30).

La inclusión de la papa hizo aportes muy importantes a los CNE consumidos (véase Tabla 2): cuando se suministraron seis kilos de papa, el aporte de CNE por parte del tubérculo fue de 43.72% y, cuando se suministraron 12 kg, el aporte fue de 61.09% de los CNE totales consumidos. Estos valores representaron un consumo de 830 y 1.660 gr/vaca/día de CNE provenientes de la papa, respectivamente.

Tabla 2. Aportes de CNE de acuerdo a los tratamientos evaluados.

| | Cantidad de papa por tratamiento (kg/vaca/día) | | |
|----------------------|--|-------|-------|
| | 0.0 | 6.0 | 12.0 |
| CNEC ¹ % | 7.23 | 12.44 | 17.90 |
| CNEC ² % | 0.00 | 43.72 | 61.09 |
| CNEC ³ % | 0.00 | 5.44 | 10.93 |
| CNEC ⁴ kg | 1.07 | 1.89 | 2.71 |
| CNEC ⁵ kg | 0.00 | 0.83 | 1.66 |

- ¹ CNE totales consumidos como porcentaje de la MSC.
- ² CNE consumidos provenientes de la papa como porcentaje de los CNE consumidos.
- ³ CNE consumidos provenientes de la papa como porcentaje de los MSC.
- ⁴ Kilogramos de CNE totales consumidos.
- ⁵ Kilogramos de CNE consumidos provenientes de la papa.

En la tabla 3 se muestran los resultados del efecto de los tratamientos sobre la producción y calidad de la leche. Como se puede apreciar, hubo un efecto estadísticamente significativo ($p < 0.05$) sobre la producción de leche, la concentración del NUL, y la producción de PC ($N \times 6.38\%$) y PV. El efecto del suministro de la papa sobre estas variables, sin embargo, solamente se presentó cuando este se hizo a razón de 6 kg/vaca/día. Cuando el suministro de papa se incrementó a 12 kg/vaca/día, no se presentaron diferencias significativas para estas variables en comparación a los resultados obtenidos con el suministro de 6 kg de papa.

El efecto de los tratamientos sobre la concentración de glucosa, colesterol y nitrógeno ureico en sangre (NUS) se presenta en la tabla 4 donde se aprecia que no hubo efecto estadísticamente significativo de los tratamientos sobre estas variables. Las relaciones entre los metabolitos analizados fueron establecidas mediante las ecuaciones de regresión lineal simple que se presentan en la tabla 5.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la producción y calidad de la leche.

| | Cantidad de papa por tratamiento (kg/vaca/día) | | | | |
|-------------------------------------|--|---------|---------|-------|-------|
| | 0.0 | 6.0 | 12.0 | EEM | p |
| Producción lt/vaca/día ¹ | 15.82b | 17.32a | 17.05a | 0.53 | 0.004 |
| Grasa % | 2.85 | 2.76 | 2.78 | 0.28 | 0.72 |
| PC % | 3.06 | 3.13 | 3.10 | 0.17 | 0.65 |
| Grasa/PC | 0.93 | 0.88 | 0.90 | 0.11 | 0.63 |
| NUL mg/dl | 19.12a | 16.98ab | 15.12b | 1.87 | 0.05 |
| Grasa gr | 451.79 | 476.56 | 472.48 | 54.20 | 0.68 |
| PC gr | 482.00b | 543.98a | 528.75a | 25.84 | 0.009 |
| NUL gr | 3.05a | 2.97ab | 2.56b | 0.34 | 0.16 |
| PV gr | 475.89b | 538.05a | 523.62a | 25.62 | 0.008 |
| NNP gr | 6.11 | 5.93 | 5.12 | 0.68 | 0.16 |

¹ Valores dentro de una misma fila con literales distintos son estadísticamente diferentes

Tabla 4. Efecto del suministro de papa sobre la concentración de glucosa, colesterol y nitrógeno ureico en sangre (NUS).

| | Cantidad de papa por tratamiento (kg/vaca/día) | | | | |
|------------------|--|--------|--------|------|-------|
| | 0.0 | 6.0 | 12.0 | EEM | P |
| Glucosa mg/dl | 39.41 | 39.66 | 38.33 | 1.71 | 0.69 |
| Colesterol mg/dl | 179.33 | 183.00 | 176.75 | 5.86 | 0.45 |
| NUS mg/dl | 25.66 | 27.58 | 27.33 | 1.45 | 0.084 |

Tabla 5. Variables, intercepto y pendiente de las ecuaciones de regresión entre indicadores metabólicos en vacas Holstein en producción suplementadas con tres niveles de papa.

| Variable dependiente | Variable independiente | Intercepto | Pendiente | p | r ² |
|----------------------|------------------------|------------|-----------|-------|----------------|
| NUS | Glucosa | 43.98 | -0.43 | 0.06 | 0.20 |
| Colesterol | Glucosa | 54.79 | 3.19 | 0.004 | 0.41 |
| NUL | NUS | -8.37 | 0.94 | 0.03 | 0.42 |

Discusión

La composición bromatológica del pasto kikuyo se encontró dentro de los valores reportados para esta gramínea en algunos municipios antioqueños, incluido el municipio de San Pedro de los Milagros (33). El alto contenido de PC y el bajo contenido de FDN son consecuencia de una fertilización intensa con nitrógeno y/o pastoreos a edades tempranas (30), práctica que es comúnmente observada en las zonas de lechería en clima frío en el país (4). Pastos con altos contenidos de PC, como el encontrado en este trabajo, parecen presentar una mayor proporción de fracción *a* y menor proporción de fracción *b* de la PC (4). El contenido de CNE, por su parte, es muy bajo en el pasto kikuyo como ha sido reportado (32), y cuyos valores coinciden con el calculado para este pasto en el presente trabajo. Estas características nutricionales del pasto kikuyo probablemente se constituyen en limitantes para la síntesis de proteína microbiana en el rumen toda vez que posee altos contenidos de PDR pero bajos de CNE y ha sido señalado que es necesario una relación CNE : PDR cercana a 3.5 en las dietas de vacas en producción, con la finalidad de optimizar el crecimiento microbiano y el uso de la proteína de la dieta (13, 41).

El contenido de FDN en el pasto kikuyo observado en este trabajo (52.9%) fue más bajo que el reportado para muestras de esta gramínea recolectadas en varios municipios del departamento de Antioquia las cuales promediaron 58.3% con un mínimo de 54.0% (32). Este bajo contenido de FDN puede ser debido posiblemente a la edad a la cual fue pastoreado esta gramínea en comparación a la edad en que se recolectaron las muestras presentadas por otro autor (32) ya que es bien conocido que en la medida en que avanza la edad del forraje, se incrementa la concentración de FDN (39). El contenido de MS (15.6%) observado en el pasto kikuyo se encuentra dentro de los valores que normalmente se reportan para esta gramínea (32).

El contenido de PC del suplemento comercial fue más alto que el mínimo garantizado por la empresa productora (18.0% de la MS). Una situación similar se presentó con el contenido de EE ya que mientras que el mínimo garantizado por la empresa productora es de 4.0%, el suplemento utilizado presentó una concentración de 8.53%. El contenido de cenizas,

al contrario, fue más bajo que el máximo garantizado (12.0%). Aunque la empresa productora no reporta valores mínimos de CNE, su contenido es relativamente más bajo que el que se recomienda para optimizar el crecimiento microbial (13, 17, 41). Esto indica que este tipo de suplemento comercial no responde ni a las características nutricionales de los forrajes que normalmente se emplean en las explotaciones lecheras en las zonas frías del país, ni a las recomendaciones de CNE para optimizar el crecimiento microbial.

Tanto las características nutricionales del pasto como del suplemento comercial que fueron hallados en este trabajo, no difieren de lo que normalmente se encuentra en los sistemas de producción de leche en el país, lo que permite presumir que la utilización de la proteína del forraje y de la proteína y los CNE del suplemento comercial son subutilizados y, de alguna forma, explican el bajo contenido de proteína en la leche. Sobre este tipo de observaciones se planteó el desarrollo del presente trabajo, presumiendo que la suplementación con una fuente de CNE, como lo es la papa, mejoraría las condiciones alimenticias de estos animales, reflejándose tanto en los parámetros metabólicos como en los productivos.

La papa utilizada en este trabajo fue de la variedad Capira clasificada como papa no comercializable por su mala presentación y defectos en su forma (demasiado pequeña). Su contenido MS fue un poco más bajo que el reportado por otros autores (12, 35) quienes señalan valores superiores al 22.5%. El contenido de PC, por su parte, fue ligeramente más alta a los valores reportados en otros trabajos (12, 35), sin embargo, se puede considerar como normal. El contenido estimado de CNE fue similar al reportado en otro trabajo (12) lo que hizo de este recurso una fuente importante de CNE (almidones) para las dietas de los tratamientos experimentales.

Se ha establecido que las propiedades de la macromolécula de almidón dependen de su composición química. Se sabe que almidones de diferentes orígenes botánicos (papa, maíz, trigo, yuca, etc) difieren en su composición química pero también es conocido que esta varía en función de su estado de madurez. Sobre esta base Krommer y Zinsmeister (24) estudiaron durante varios años los cambios en la composición del almidón de tres variedades de papa de acuerdo al estado de madurez, encontrando que el año de cosecha no influyó de manera importante sobre la composición

del almidón pero si lo hizo la variedad, particularmente en lo referente a la dimensión del gránulo del almidón y su composición química. A medida que la papa maduró, se incrementó el tamaño del gránulo de almidón y su número al igual que la proporción de amilosa y la ramificación de la amilopectina. Esto debe tener efectos importantes en la degradación del almidón a nivel ruminal.

Khorasani (21) ha indicado que la constante de la cinética de degradación de los almidones en el rumen varía entre 6 y 60/h dependiendo de la fuente. Al respecto señala que la extensión de la degradación de los almidones en el rumen decrece en el siguiente orden: avena (88 a 91%), trigo (88 a 90%), cebada (86 a 88%), yuca (84 a 86%), papa (82 a 84%), arroz (80 a 82%), maíz (75 a 77%), y sorgo (66 a 70%). De esta manera se puede observar que el almidón de la papa posee una degradabilidad ruminal media en comparación con otras fuentes convencionales.

En el presente trabajo se encontró que la adición de 6 kg de papa mejoró la producción de leche y de proteína en la leche, disminuyendo la concentración de nitrógeno ureico en la leche (véase Tabla 3). Sin embargo, cuando se adicionaron 12 kg de papa, la respuesta no mejoró.

La respuesta al suministro de 6 kg papa posiblemente se debe a una sincronización entre el suministro de PDR a partir del forraje y CNE a partir de la papa durante el pastoreo, lo que permitió mejorar el uso de la proteína del forraje, con el consecuente incremento en la producción y proteína en la leche. Esto, se vio reflejado, además, en la reducción del contenido de NUL tanto en su concentración (mg/dl) como en la cantidad excretada (gr/día) (véase Tabla 3). Al incrementar el suministro de papa a 12 kg, no se incrementó la producción de leche como habría de esperarse si se considera que se ha señalado que el contenido CNE óptimo para maximizar la producción de leche se encuentra entre 30 y 38% de la dieta, mientras que con los 12 kg de papa adicionales, el contenido calculado de CNE escasamente alcanzó 17.9% de la MS. El que no se haya presentado este incremento estaría asociado a la superación en la capacidad de utilización de los CNE de la papa para la síntesis de proteína microbial. Esto posiblemente se debió a una pérdida de sincronización entre la cantidad de PDR y CNE que se estarían degradando dentro de un periodo de tiempo inapropiado para su uso en la síntesis de proteína microbial (16).

Así mismo, la ausencia de respuesta con el nivel de 12 kg de papa podría estar asociada a un problema de acidosis ruminal que, en general, estaba padeciendo el hato en el que se adelantó el trabajo de campo. Algunas de las consecuencias de la acidosis ruminal son la disminución en la producción de leche, en el contenido de grasa y en la relación grasa : proteína en la leche (10, 19, 25). Se afirma, además, que cuando el contenido de grasa en la leche alcanza niveles tan bajos como 2.8% o menos, la acidosis ruminal normalmente se acompaña de laminitis (25), problemas que son comunes en el hato el que se adelantó el trabajo y en el que el contenido de grasa en la leche alcanzó un valor promedio de 2.85% (tratamiento testigo). La acidosis ruminal tiene como causa más común el suministro de una dieta con alto contenido de CNE que se fermentan rápidamente y/o un bajo contenido de carbohidratos estructurales en la ración con baja fibra efectiva (25). En el caso del hato en el que se adelantó el trabajo de campo, la base forrajera presentó un contenido de FDN más bajo que el que normalmente se reporta para este pasto en la región, como ya fue discutido. Esta característica del forraje parece haber tenido un mayor peso en la aparición de la acidosis ruminal que el suministro del suplemento alimenticio ya que este se suministraba a razón de 4.0 kg/vaca/día, en dos raciones de 2.0 kg en cada ordeño. En este sentido, la fibra del forraje parece ser que no estaba suficientemente estructurada como para hacer el estímulo necesario para la rumia.

Por otro lado, se han reportado cambios en la composición del N en la leche de vacas con acidosis ruminal (23). Luego de 24 horas de haberse presentado acidosis aguda por el suministro de sucrosa, se encontró que la concentración de N, caseína, proteínas del suero, y NNP se incrementaron en la leche. Esto de alguna manera estaría contribuyendo a la explicación de la relación inversa entre grasa y proteína hallada en este hato.

La presencia de acidosis ruminal con la consecuente disminución en la producción, en el contenido de grasa y en la relación grasa : proteína en la leche, afectó la respuesta de los animales al suministro de papa. Así, mientras que se observó un incremento en la producción de leche con el suministro de 6 kg de este tubérculo, cuando se incrementó el suministro hasta 12 kg, no se encontró un incremento adicional.

Es probable que con el suministro de 12 kg de papa no se haya complicado la acidosis que presentaban los

animales debido a que solamente se aportó 0.83 kg de CNE en cada comida y a que, por las características de los almidones de la papa, su constante de la cinética de degradación ruminal no sea muy alta (intermedia entre el maíz y el trigo (21)). Además, se señala que el almidón de la papa cruda puede ser extraordinariamente insoluble y resistente (40). Esto se evidencia en el hecho de que el contenido de grasa y la relación grasa: proteína en la leche no se modificó con relación a los valores hallados con los tratamientos de 0 y 6 kg de papa.

La concentración de glucosa encontrada en este trabajo fue muy similar al promedio reportados en un trabajo adelantado en las zonas lecheras del altiplano norte de Antioquia (39) y en un trabajo llevado a cabo con vacas holstein lactantes en un hato del oriente antioqueño (18). Estos valores, sin embargo, son ligeramente más bajos que los reportados para ganado holstein lactante para la zona del altiplano norte de Antioquia (14) y, en general, los valores hallados en estos tres trabajos son más bajos que los reportados por otros (27). Esto indica que los valores de glucosa en los sistemas de producción de lechería especializada bajo las condiciones de alimentación como las utilizadas en el hato bajo estudio, son normalmente bajos lo que de alguna manera estaría sugiriendo que la disponibilidad de este metabolito sería un limitante para la producción bovina en estas condiciones.

Los valores de colesterol en sangre en este trabajo fueron inferiores a los valores reportados por algunos autores (18), pero más altos que los reportados por otros (27). Se ha señalado que los valores de colesterol en ganado holstein pueden variar entre 83.3 y 182.5 mg/dl (29). Al igual que con la glucosa, los valores de colesterol hallados en este trabajo no fueron modificados por los tratamientos. Un resultado similar fue hallado para la urea en sangre.

Se han reportado valores de urea en sangre entre 25 y 35 mg/dl indicando que valores por encima o por debajo de este rango indican una deficiencia o un exceso de proteína en la dieta (27). Por otro lado se ha señalado que valores de NUS mayores a 20 mg/dl indican un exceso de proteína en la dieta y los asocia con problemas reproductivos (15, 22). Los valores hallados en este trabajo están muy relacionados con el alto contenido de proteína en los forrajes aunque no fueron afectados por el suministro de papa como se esperaba que sucediera.

Como se puede apreciar en la tabla 4, se presentó una relación estadísticamente significativa entre la

Agradecimientos

Al señor Ignacio Rodríguez por facilitar las instalaciones y los animales de la finca en la que se realizó este trabajo y a la Dirección Nacional de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo financiero para la realización de este trabajo (proyecto DINAIN: DI00303 de 2000).

Summary

*Evaluation of potato (*Solanum tuberosum*) supplementation to lactating holstein cows.*

*The aim of this experiment was to evaluate the effect of three levels of potato (*Solanum tuberosum*) supplementation in grazing holstein cows during the second period of lactation. The experiment used six cows with three to six parities grazing on a 26.06% Crude Protein (CP), 52.9% neutral detergent Fiber (NDF) and 8.14% Non Structural carbohydrates (NSC) Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*), and supplemented with a commercial supplement at a rate of 4.0 kg/cow/day. The cows were chosen at random in a 3 x 3 double Latin Square. Three treatments were used: 0 (T1), 6 (T2), and 12 (T3) kg/cow/day supplement of fresh potato during the grazing period, representing 0.0, 18.7 and 37.2% of their CNE requirements. Each period consisted of 15 days, the initial 10 for adaptation, and the last five for sample recollection. T2 and T3 provided a higher milk yield, more milk protein and true milk protein than T1 ($p < 0.05$). T2 and T3 were similar, probably due to ruminal acidosis. The metabolic parameters were not influenced by treatments ($p > 0.05$), however a linear relation between glucose and cholesterol, blood ureic nitrogen and milk ureic nitrogen was observed to be ($p < 0.05$).*

Key words: grazing, lactation, metabolites, starch

Referencias

1. Association of Official Analytical Chemists. "Official Methods of Analysis" (13th Edition). Washington, D.C., 1980.
2. Broderick GA. Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in the lactating dairy cows 1995; URL: http://www.dfr.wisc.edu/RS95_pdfs/fu5.pdf, 1995.
3. Broderick GA, Clayton MK. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci*, 1997; 80: 2964 - 2971.
4. Carulla J. De la proteína del forraje a la proteína en la leche. Metabolismo del nitrógeno del forraje en la vaca lechera. En: Simposio Internacional sobre la Proteína en la Leche. Medellín, noviembre de 1999.
5. Carulla, J. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la proteína del forraje. En: Simposio Internacional sobre la Proteína en la Leche. Medellín, noviembre de 1999.
6. CEVIPAPA, Centro Virtual de la Papa. Datos estadísticos 2000. URL: <http://www.cevipapa.org.co/estadisticas.html>
7. Correa, HJ. Simulación del balance de energía y proteína en un hato lechero del oriente antioqueño. *Rev Col Cienc Pec*, 1999 ; 12 - Suplemento: 57.
8. Correa HJ, Cuellar AE. Aspectos claves del ciclo de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Autores, 2001.
9. DePeters EJ, Ferguson JD. Nonprotein Nitrogen and Protein Distribution in the Milk of Cows. *J. Dairy Sci*, 1992; 75: 3192-3209.
10. Garret EF, Pereira MN, Armentano E, Norlun KV, Oetzel GR. Comparison of pH and VFA concentration of ruminal fluid from dairy cows collected through a rumen cannula versus rumenocentesis. *J. Dairy Sci*; 1995; 78 -: (Suplemento 1): 299 Abstr.
11. Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analyses. *Agric. Handbook No. 379.*, ARS, USDA, 1970.
12. Göhl B. Tropical feeds. Food and agriculture organization of the United Nations. Software development by Oxford Computer Journals. Version 30, 1992.
13. Grant R. Protein and Carbohydrate Nutrition of High Producing Dairy Cows 1996. URL: <http://www.ianr.unl.edu/pubd/dairy/g1027.htm>
14. Gutiérrez HN. Estudio de la infertilidad bovina en las zonas lecheras de Antioquia. Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina veterinaria y de Zootecnia. Los autores, 1999.
15. Hammond AC, Chase CC. Uso de indicadores en la sangre y la leche para determinar el estado nutricional y reproductivo del ganado vacuno. En: Lascano, C. E. y F. Holmann. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. CIAT, No. 296. Cali, Colombia. 1997. p 15 - 25.

16. Huntington G. Starch utilization by ruminants: from basic to the bunk. *J Anim Sci*, 1997; 75: 852 – 567.
17. Ishler V, Heinrichs J, Varga G. From feed to milk: understanding rumen function. Penn State Cooperative Extension, Extension Circular 422. 1996.
18. Jaramillo DM, Loaiza P. Relación entre algunos parámetros metabólicos, producción y calidad de la leche en vacas holstein en transición con diferentes producciones. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, 2001, 80p.
19. Jacobsen KL. Ruminant digestive diseases. <http://lam.vet.uga.edu/LAM/LM000034.HTML>
20. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. Clinical biochemistry of domestic animal. 5th ed, Academic Press, Inc., San Diego; 1997.
21. Khorasani, R. Applied dairy science (an sc 472). University of Alberta, Ca 1999. URL: <http://www.afns.ualberta.ca/dairy/dp472-5h.htm>
22. Kohn RA, Jonker JS, Erdman RA, High J. Milk urea nitrogen: Theory and practice. In: Proceedings of the Maryland Nutrition Conference, Baltimore, MD. 1997. p. 83-90
23. Koysta E, Jaworsky J, Glazer T, Rusiecki M, Janowski T, Ras A. Changes in composition in nitrogen compounds of milk caused by acute experimental acidosis in the cow. *Acta Acad Agric Tecn*, 1993; *Olstenensis Vet*. 11: 118.
24. Krommer, B., and C. Zinsmeister. 1996. Composition of potato starch in relation to variety and maturity. En: <http://www.zestec.nl/starch/Kb2.htm>
25. Kung L. Acidosis in Dairy Cattle 1999. URL: http://ag.udel.edu/departments/anfs/faculty/kung/articles/acidosis_in_dairy_cattle.htm
26. Loaiza A, Jaramillo JA, Quiroz JE, Arteaga MA, Ríos EA. Factores que influyen en la adopción de tecnología en el sistema de producción papa/pastos/leche en el oriente antioqueño. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA y Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA, 1997. 75p.
27. Lotthamer, K. H. 1981. Desordenes de Salud General y Fertilidad en el Ganado de Leche: Los exámenes Clínico Químicos Herramienta Valiosa en el diagnóstico del Hato. Tierra y Leche.
28. Marín M, Correa F. Balance energético y proteico en un hato lechero y su relación con el estado metabólico de los animales. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2002. 65p.
29. Margolles E, Bell L, Labrada I, Castell S. Comportamiento metabólico comparativo entre vacas holstein lactantes y dos de sus cruces con cebú en las condiciones de cuba. *Revista cubana de salud animal* 1981; 3: 105 -113.
30. Messman MA, Weiss WP, Erickson DO. Effects of nitrogen fertilization and maturity of bromegrass on nitrogen and amino acids utilization by cows. *J Anim Sci* 1992; 70: 566 - 575.
31. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D. C; 2001
32. Osorio F. Efecto de la condición corporal sobre la producción y reproducción en ganado lechero. En: Seminario en avances tecnológicos de la producción lechera, Rionegro, Antioquia; 1996.
33. Osorio F. Efecto de la dieta sobre la composición de la leche. En: Memorias, I Seminario Internacional sobre avances en nutrición y alimentación animal. Medellín; 1999.
34. Overton TM. Update and new perspectives on interactions of nutrition and reproduction in lactating dairy cows 1999; URL: <http://www.ansci.cornell.edu/dm/dm/html>
35. Quintero S, Castro E. El cultivo de la papa: compendio No. 24. Instituto Colombiano Agropecuario, Regional No. 4, Antioquia – Chocó; 1978.
36. Rice ND, Grant R. Dairy cow health and metabolic disease relative to nutritional factors. NebGuide, Feeding and nutrition. University of Nebraska–Lincoln 1993; URL: <http://lam.vet.uga.edu/LAM/LM000034.HTML>
37. SAS/STAT User's Guide: Statistics, Version 6, 4th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC; 1989.
38. Stokes SR. Balancing carbohydrates for optimal rumen function and animal health. Texas A&M Research & Extension Center – Stephenville; 1997.
39. Tamayo CH. Estudio de la infertilidad bovina en las zonas lecheras de Antioquia (Santa Rosa de Osos). Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. El Autor; 1997.
40. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2th edition. Cornell University Press, Ithaca, NY; 1994.
41. Wilks D. Feed rumen microbes first. Improving overall cow performance 1997; URL: <http://moormans.com/dairy/DairyFF/dairysept97/rumen.htm>