

Evaluación del efecto de la papa fresca incluida en un alimento para vacas Holstein sobre la producción y la calidad de la leche

Evaluation effect of fresh potatoes included in a food based meal, on production and milk quality in Holstein cows

Fecha recepción: 12 de julio de 2013
Fecha Aprobación: 22 de noviembre de 2013

Dania Alejandra Fonseca-López¹, Luis Miguel Borrás-Sandoval²

RESUMEN

Debido a la creciente necesidad de hallar estrategias de alimentación rentables, de buena calidad y fácil adopción para el ganado surge la idea de utilizar subproductos de cosechas. En este trabajo se evaluó el efecto de la papa de desecho en fresco sobre la producción y la calidad de la leche en 6 vacas Holstein entre primer y segundo parto, con producciones promedio de 24 L/vaca/día y con más de 4 semanas de lactancia. Se trabajó con un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos, correspondientes a los diferentes porcentajes de inclusión de papa fresca; cada tratamiento con tres repeticiones, para un total de 6 unidades experimentales que se dividieron al azar en los tratamientos TC=30%-35% ms de papa + alimento balanceado en cantidad de 4.5 kilos-4 kilos; T1=25% ms de papa + alimento balanceado en cantidad necesaria para cubrir requerimientos + 100 g de grasa protegida;

ABSTRACT

Due to the increasing need to seek profitable feeding strategies for livestock that have good quality, and are of easy adoption, rose the idea of using crops by-products. In this work the effect of fresh potato waste on the production and quality of milk in 6 Holstein cows between first and second birth, with average yields of 24 L/cow/day, which had more than 4 weeks breastfeeding was evaluated. It was worked under a completely randomized design with 2 treatments for the different percentages of inclusion of fresh potatoes, with three replicates each treatment, for a total of 6 experimental units, which were randomly divided in TC = 30 treatments % -35% + ms potato + balanced food in amount of 4.5 to, 4 kilos, T1 = 25% + ms of potato + balanced food in quantity needed to meet requirements + 100g protected fat; T2 = 20% more food potato + balanced food in the amount necessary to cover requirements +

¹ Profesional Independiente. Correo electrónico: daniafolo@hotmail.com

² Ph.D. (c). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Boyacá-Colombia). Correo electrónico: luis.borras@uptc.edu.co

T2 = 20% ms de papa + alimento balanceado en cantidad necesaria para cubrir requerimientos + 200 g de grasa protegida. Encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) para grasa en el T2, con un incremento de 1,61%, seguido del T1: 1,2%. Los animales suplementados con el T1 y T2 produjeron 0,6 y 1,7 L/día más de leche frente al tratamiento control, respectivamente. Aplicando la prueba de Tukey se obtuvo que el mejor tratamiento fue el T2, con 4,92%, seguido del T1, con 4,46%, y el testigo (TC), con 3,29%. Para las variables de proteína, densidad y sólidos totales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Palabras clave: Ganado, calidad de leche, lactancia, alimento para vacas.

200 g of protected fat. Significant differences were found: ($p < 0.05$) for T2 fat, with an increase of 1.61%, followed by the T1: 1.2%. The animals supplemented with T1 and T2 produced 0.6 and 1.7 L/day more milk compared with the control treatment, respectively. Applying the Tukey test was obtained that the best treatment was T2 with 4.92%, followed by T1: 4.46%, and the control (TC) 3.29%. For the protein, density and total solids variables, no statistically significant differences ($p > 0.05$) were found.

Key Words: Cattle, Milk Quality, breastfeeding, Cows Feed.

INTRODUCCIÓN

Los altos costos de la alimentación del ganado, y los eventos climáticos sin un patrón constante, exigen usar fuentes alimenticias alternativas que cubran los requerimientos de los animales y que, además, tengan bajo costo. En esa mira, se han propuesto como materia prima para la alimentación del ganado los desechos o subproductos de cosechas que no son comerciales y que se generan en enormes cantidades. Tal es el caso de la papa de desecho, que es una excelente fuente energética, por la alta cantidad de almidón que contiene: 740 g/kg MS (1), y además es una materia prima muy rentable, teniendo en cuenta que se consigue en el mercado de \$80 a \$ 180 el kg.

Este estudio, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de una dieta con diferentes porcentajes de inclusión de papa, mezclada con un alimento a base de harinas, sobre la producción y la calidad de la leche en vacas Holstein, evaluó un porcentaje de inclusión del 20% y el 25% frente a una dieta control del 30% en materia seca, que corresponden a 20, 27 y 35 kg de papa en fresco, respectivamente. Incluir altas cantidades de papa de desecho en la dieta de bovinos, con el costo anotado, busca mostrar una alternativa atractiva en términos rentables que le dé un mejor margen de ganancia al productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio. El estudio fue de tipo experimental, evaluativo-comparativo, adecuado para medir los efectos de diferentes porcentajes de inclusión de papa fresca en el alimento de vacas Holstein sobre la producción y la composición de su leche, y así determinar el tratamiento más eficiente y con mayor rentabilidad.

Ubicación del estudio. La investigación se realizó en la finca lechera "La Reserva", que se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá, municipio de Toca, vereda Centro Abajo, en las coordenadas 05°34' latitud norte, 73°12' longitud oeste, con una temperatura promedio de 4 °C-8 °C.

Selección de animales. Se seleccionaron 6 vacas de raza Holstein, entre primer y segundo parto, con producciones promedio de 24 L/vaca/día, que tenían más de 4 semanas de lactancia, y que permanecieron en praderas con kikuyo.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos, correspondientes a los diferentes porcentajes de inclusión de papa fresca, enfrentados al grupo testigo, que consumía la dieta basal manejada por la finca. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, con periodos de 10 días para tratamiento control (TC), 15 días de acostumbramiento y 5 días de evaluación (T1 y T2).

Formulación de dietas y tratamientos. La dieta se dividió en dos comidas (una por ordeño) y se suministró la papa picada, mezclada con el alimento balanceado utilizado por la finca, compuesto por: torta de soya, afrecho de maíz, palmiste graso, mogollo de trigo, harina de guayaba, harina de arroz, harina de cebada y residuos de panadería. Para ello se realizaron los respectivos análisis composicionales; sin embargo, para los tratamientos evaluativos T1 y T2 se excluyó la harina de guayaba y la harina de cebada, por su bajo aporte proteico, y se utilizó grasa protegida para cubrir la energía faltante. De modo que los tratamientos quedaron de la siguiente manera:

TC = 30%-35% ms de papa + alimento balanceado en cantidad de 4.5 kilos-4 kilos

T1 = 25% ms de papa + alimento balanceado en cantidad necesaria para cubrir requerimientos + 100 g de grasa protegida

T2 = 20% ms de papa + alimento balanceado en cantidad necesaria para cubrir requerimientos + 200 g de grasa protegida

Para el estudio no se realizó análisis composicional de la grasa protegida (Megalac), pero se utilizaron los datos reportados por fábrica.

Tabla I. Composición de la grasa protegida (Megalac)

Parámetro	Cantidad
Grasa total (% Mín.)	85%
Calcio (% Mín.)	7.5%
Humedad (% Máx.)	5%
Cenizas (% Máx.)	12.5%
Energía metabolizable (% Mín.)	6300 kcal/kg

% Min: Porcentaje mínimo. % Max: Porcentaje máximo.

Las dietas fueron isoproteicas, con un valor de PC del 12%, y se balancearon por el sistema de estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NCR para ganado de leche, y se calculó la ingesta de materia seca por el factor de corrección láctea al 4%.

Tabla II. Requerimientos y cantidades suplementadas de alimento balanceado, papa y grasa protegida para cubrir necesidades proteicas y energéticas por animal

UE	CMS (G) FCL 4%	RP (G)	RE (MCAL)	CABC (KG)	CMSPP (KG)	CGP (G)
Gama	13620	2428,04	45,13	4.5	28	100
Lamda	10960	2429,92	43,28	6	20	200
Sultana	12440	2472,20	44,96	5	26,7	100
Lucero	12740	2245,82	41,95	5	27	100
Nefertiti	11200	2267,40	41,18	5.5	20,2	200
Zarina	8220	2122,18	36,95	6	17,6	200

UE: Unidad experimental. CMS: Consumo materia seca. FCL: Factor de corrección láctea. RP: Requerimiento proteína. RE: Requerimiento Energía. CABC: Cantidad alimento balanceado. CMSPP: Cantidad de materia seca de papa. CGP: Cantidad de grasa protegida.

Variables evaluadas. La producción de leche se midió de forma individual cada 3 días, y se determinó su calidad composicional por medio de Mc Scan, en 3 muestreos individuales (inicio, mitad y final del periodo experimental), cada uno acumulando los promedios de 2 muestras homogéneas de cada uno de los ordeños. Complementario a ello se tomaron 2 muestras de materia fecal al inicio y al final del periodo experimental, a las cuales se les determino pH con ayuda de un potenciómetro. Todas las muestras se analizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Tunja.

Análisis estadístico. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (Anova); también se utilizó la prueba de comparación de promedios de Tukey (5%), mediante el uso del software SAS v. 9.2 (Cary, N.C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutricional de los alimentos utilizados.

En la Tabla III se observan los resultados bromatológicos de cada una de las fuentes alimenticias.

Tabla III. Composición química de los alimentos utilizados en las dietas. Finca La Reserva. Boyacá, Colombia. 2013

Materia prima	% H	% MS	%PC	%EE	%FC	%CE	
PAPA	86.76	22.93	7.73	1.64	10.66	8.98	
KIKUYO	78.86	21.13	14.47	4.23	19.76	9.86	
ALIMENTO BALANCEADO	TORTA DE SOYA	11.87	88.12	34.91	1.25	17.04	6.97
	MOGOLLO DE TRIGO	13.44	86.55	14.97	11.90	17.19	5.79
	HARINA DE ARROZ	10.28	89.71	10.94	14.98	21.28	7.35
	PALMISTE GRASO	8.06	91.93	8.01	12.10	0.16	2.79
	FORRAJE DE MAÍZ	13.05	87.23	6.14	7.86	14.4	4.37
	RESIDUOS DE PANADERÍA	8.30	91.69	6.07	6.91	23.22	7.06
	HARINA DE GUAYABA	8.82	91.17	4.00	4.23	17.35	1.89
	HARINA DE CEBADA	7.67	92.32	1.72	1.73	1.05	0.84

%H: Humedad. % MS: Materia seca. %EE: Extracto etéreo. % FC: Fibra cruda. % CE: Cenizas.

Papa. La papa utilizada durante el estudio tuvo una calidad composicional similar a la encontrada por Betancourt (2012); sin embargo, el contenido de proteína fue menor, y el de fibra cruda, mayor, a lo reportado, lo que se asocia al estado de madurez, puesto que en la medida en que aumenta la madurez de un alimento, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, y se eleva el de la fibra, principalmente celulosa y lignina (3). Además, en comparación con los demás ingredientes, la papa aportó buen porcentaje de cenizas, con un valor de 8.98%, que es una de las medias más altas, después del kikuyo (9.86%), y obtuvo los niveles más altos de humedad, por lo cual es el alimento tiene un gran aporte de agua en las dietas.

Kikuyo. El contenido de PC del kikuyo es del 6.8% al 7.2%, mayor que el reportado por López (4); lo que está, posiblemente, ligado a la fertilización

de los suelos, ya que es una práctica común en la finca, y corrobora que el alto contenido de PC y el bajo contenido de FDN es consecuencia de una fertilización intensa con nitrógeno o pastoreos a edades muy tempranas (5). Además, también obtuvo altos niveles de humedad y alcanzó la media más alta para cenizas en comparación con los demás ingredientes, por lo que se sospecha un buen nivel de contenido mineral en el suelo, que posiblemente influyó sobre su composición (6).

Alimento balanceado. Analizando la Tabla III, la torta de soya es la principal fuente de proteína, mientras que el forraje de maíz, junto con los residuos de panadería, obtuvieron contenidos medianamente bajos (7), y la harina de guayaba y la paja de cebada, los contenidos más bajos, frente a lo reportado en la literatura (8), lo que puede estar asociado al estado fenológico, condiciones ambientales y estado de madurez. Además, se observó que el rastrojo de maíz y el mogollo de

trigo son los ingredientes con mayor cantidad de agua, de modo que pueden ser susceptibles al crecimiento de microorganismos.

En cuanto al contenido de cenizas, la harina de arroz y los residuos de panadería tuvieron un significativo aporte de minerales, que puede deberse a una mayor cantidad de componentes fibrosos (9). En general, el contenido de fibra cruda para los alimentos tuvo niveles altos, por lo que se presume un mayor consumo de materia seca en los animales (10).

Producción de leche. Tal como se observa en la Tabla IV, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0,05$); lo que coincide con Betancourt al suplementar papa fresca más acacia a vacas en lactancia. Sin embargo, los animales suplementados con el T1 y el T2 produjeron 0.6 y 1,7 L/día más de leche, respectivamente, frente a sus tratamientos control.

Tabla IV. Resultados de producción de leche individual para los tratamientos T1 y T2 durante toda la fase experimental

T	Animal	Tratamiento Control			Tiempo de Adaptación				Evaluación	
		23a	24 a	23a	20 a	22 a	22a	23a	24 a	24 a
T1	GAMMA	23a	24 a	23a	20 a	22 a	22a	23a	24 a	24 a
	LUCERO	27a	26 a	26a	24 a	25 a	26a	26a	27 a	27 a
	ZULTANA	24a	24 a	24a	22 a	24 a	23a	24a	24 a	25 a
T2	LAMDA	25a	24 a	24a	22 a	23 a	23a	24a	25,5 a	26 a
	ZARINA	20a	21 a	22a	19 a	20 a	20a	21a	22,5 a	23,5a
	NEFERTITI	24a	23 a	23a	21 a	22 a	22,5 a	23a	24,5 a	25 a

Letras diferentes en la misma columna, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). T: Tratamiento. T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2

En la Figura 1 se observa que durante el periodo de control la producción de leche fue variable para cada animal, y durante el periodo de adaptación hubo una tendencia de dispersión negativa que se estabilizó durante el tiempo de evaluación. El

tratamiento T2, con la menor inclusión de papa fresca (20% ms), obtuvo la mejor respuesta de producción láctea, con un aumento de 1.7 L, mientras que el tratamiento T1 (25% papa fresca) solo obtuvo un aumento de 0.6 L.

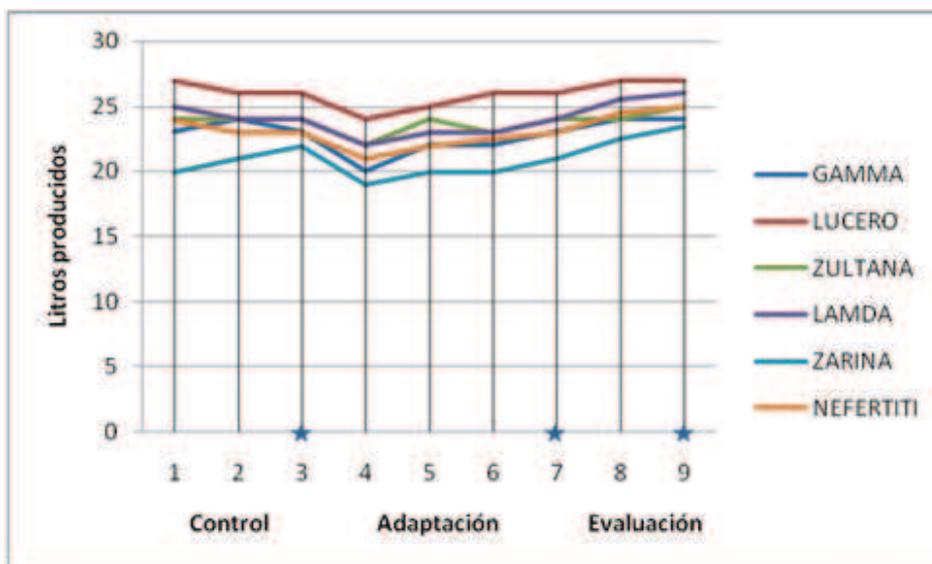


Figura 1. Producción promedio de leche individual durante cada periodo experimental

Estos resultados son similares a los encontrados por Montoya *et al.* (11), quienes suministraron papa en fresco en cantidad de 6 kg y 12 kg a 6 vacas Holstein y encontraron que la menor inclusión de papa obtuvo un incremento productivo mayor, y por Ruiz (12), que al suplementar papa en forma de silo obtuvo que vacas alimentadas con un 1 kg de silo eran capaces de producir 1,8 y 0,6 L/día más de leche que los animales que consumían 2 kilos. Montoya explica que este fenómeno podría deberse a una sincronización entre el suministro de proteína de alta degradabilidad (PDR), a partir del forraje, y carbohidratos no estructurales (CNE), a partir de la papa, durante el pastoreo, que permitió mejorar el uso de proteína del forraje, con el consecuente incremento en la producción y proteína de la leche, aunque en este estudio no hubo diferencias estadísticamente significativas para este último parámetro; en cambio, la menor respuesta a la mayor inclusión de papa fresca la asocia a una superación en la capacidad de utilización de los carbohidratos no estructurales de la papa para la síntesis de proteína microbiana, por una pérdida de sincronización entre la cantidad de

PDR y CNE que se estaría degradando dentro de un periodo de tiempo inapropiado para su uso en la síntesis de proteína microbiana.

Adicional a ello, en este estudio se observó que el consumo de las dietas evaluadas tuvo una menor aceptación en los primeros días, que mejoró rápidamente; lo cual se relaciona con la poca palatabilidad de la grasa protegida.

La tendencia positiva en ambos tratamientos evaluativos, T1 y T2, puede deberse a que la grasa protegida incrementó la densidad energética en la ración suministrada, sin comprometer la actividad celulolítica de las bacterias, al ser inertes en el rumen y ser totalmente digestibles en el tracto intestinal inferior (13).

Análisis composicionales de la leche. En la Tabla V se exponen los resultados individuales promedio, obtenidos para la calidad composicional de la leche del tratamiento T1 frente a su control, durante toda la fase experimental.

Tabla V. Resultados composicionales de leche para tratamiento 1 y su control

Parámetro	Tratamiento 1			Control		
	GAMA	LUCERO	SULTANA	GAMA	LUCERO	SULTANA
Grasa (%)	4.85	4.4	4.2	3.40	2.81	3.65
Proteína (%)	3.07	2.72	2.89	2.98	2.78	2.97
Densidad(kg/m3)	1028.69	1025.28	1026.82	1028.97	1027.32	1028.74
Lactosa (%)	4.62	4.09	4.34	4.47	4.17	4.46
Sólidos totales (%)	8.39	7.44	7.89	8.12	7.58	8.11
Agua (%)	0.0	8.46	2.3	0.96	8.84	0.87
pH (%)	5.62	5.6	5.6	5.67	5.6	5.59
Punto de congelación	0.545	0.472	0.508	0.453	0.478	0.511

Los resultados para el porcentaje de grasa del tratamiento control de T1 se encuentran dentro de los valores normales (2.4% y 5.5%) para vacas Holstein, junto con los valores de proteína (2,7% - 3%) y sólidos totales, según Ruiz (12). Sin embargo, el valor del porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales para Lucero es menor con respecto a los otros, posiblemente por el efecto de dilución para vacas con mayor producción de leche (14), ya que este animal tiene el volumen producido más alto. En cuanto al pH, todas las muestras del tratamiento control están por debajo de los valores normales (6,5 y 6,8); según Rodríguez (15), esta variación esta dada por la acidez proveniente de la caseína, por la acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos, por las reacciones secundarias debidas a los fosfatos presentes en la leche o por la acidez desarrollada debido al ácido láctico y a otros ácidos presentes de la degradación microbiana de la lactosa, y es favorecida por factores externos, como las condiciones de manipulación y la temperatura, ya que el pH disminuye, en promedio, 0,01 unidades por

cada °C que aumenta. Por lo cual, no se descarta este último factor desencadenante, aunque las muestras fueron mantenidas en refrigeración, pero sin ninguna temperatura controlada.

Los resultados de densidad se encuentran dentro de los valores normales de leche, que oscilan entre 1.030 y 1.034 g/cc (14). Y en cuanto al contenido de agua, Lucero tiene el mayor valor, con 8.84%, lo que indicaría adición de agua. Sin embargo, esto no es posible, debido a que las muestras se tomaron de la cantina inmediatamente después del ordeño. De modo que este resultado se asocia a un posible error del Lactoscan, ya que dentro de su guía interpretativa se aclara que si el punto de congelación es 0.525 C, o debajo, la leche puede ser presuntiva libre de agua, y todas las muestras de leche se encuentran por debajo de este valor.

En la Tabla VI se exponen los resultados individuales promedio, obtenidos para la calidad composicional de la leche del tratamiento T2 frente a su control, durante toda la fase experimental.

Tabla VI. Resultados composicionales de leche para tratamiento 2 y su control

Parámetro	Tratamiento 2			Control		
	LAMDA	ZARINA	NEFERTITI	LAMDA	ZARINA	NEFERTITI
Grasa	5.1	4.71	4.96	3.61	2.81	3.45
Proteína	3.01	2.93	2.98	3.05	2.9	3.07
Densidad	28.19	27.71	27.6	1029.57	1028.47	1028.27
Lactosa	4.52	4.4	4.5	4.57	4.35	4.51
Sólidos totales	8.21	8	8	8.32	7.91	8.04
Agua	0.0	1.34	0.0	0	4.23	0.25
pH	5.61	5.6	5.6	5.63	5.65	5.6
Punto de congelación	0.532	0.513	0.503	0.523	0.496	0.512

La composición de la leche del tratamiento control de T2 reporta valores normales, a excepción del pH, que también pudo variar por las condiciones mencionadas anteriormente; sin embargo, existe una variación negativa entre la grasa, la proteína y los sólidos totales para Zarina, lo que se asocia con una excesiva cantidad de carbohidratos no fibrosos administrados en la dieta, con su consecuente incremento de ácido propiónico, tal como lo explica Ruiz, puesto que es el animal más pequeño; pero no se podría sospechar de acidosis ruminal en este animal, puesto que las vacas con este síntoma deben tener valores de porcentaje de grasa de 2,5 o menores (16).

En la Tabla VII se exponen comparativamente los resultados promedio obtenidos para la calidad composicional de la leche, de los tratamientos control, T1 y T2.

Tabla VII. Resultados composicionales de la leche por tratamiento

Parámetro	TC	T1	T2
Grasa%	3,29 a	4,46 b	4,92b
Proteína%	3 ^a	2,97a	2,97a
Lactosa%	4,47a	4,5a	4,47a
Sólidos totales%	8,09a	8,1a	8,07 ^a

Letras diferentes en la misma columna, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). TC: Tratamiento control. T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para la producción de grasa de la leche tanto en el T1 como en el T2, con un incremento de 1,2% y 1,61%, respectivamente, en relación con la dieta tradicional. En cuanto a los parámetros proteína, lactosa y sólidos totales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

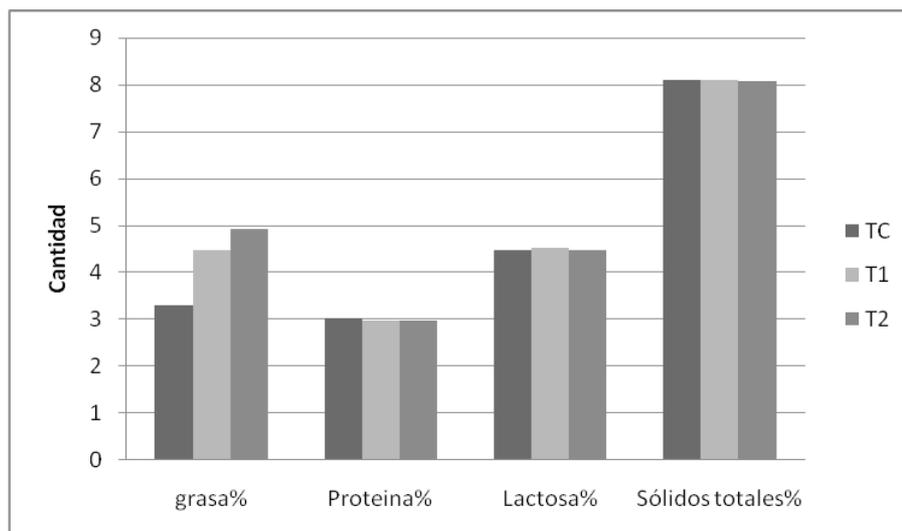


Figura 2. Resultados composicionales de la leche por grupo evaluado

Tal como se aprecia en la Figura 2, el efecto de las dietas evaluadas T1 y T2 se reflejó notoriamente en el porcentaje de grasa de la leche. El T1, con mayor nivel de inclusión de grasa (200 g) y menor contenido de papa en fresco, obtuvo mejores valores, posiblemente debido a que al reducir la cantidad de papa se pudo generar un equilibrio entre el ácido acético y el propiónico producido en el rumen (2), o a que la grasa sobrepasante

suministrada tubo un alto contenido en ácidos grasos de cadena larga, y este tipo de ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático, dirigiéndose a la glándula mamaria o a los tejidos sin pasar por el hígado (17). Estos resultados coinciden con García (2012), quien observó que los animales alimentados con la mayor cantidad de grasa protegida obtuvieron mejor contenido de grasa láctea.

Por otro lado, la proteína, los sólidos totales y la lactosa no presentaron cambio alguno relacionado con las dietas evaluadas T1 y T2, al igual que lo encontrado por Aguilar, Kuvera y Garnsworthy (19); aunque eventualmente puede presentarse una breve disminución de la proteína láctea (18) o un efecto positivo asociado a un mejor uso de carbohidratos no estructurales al suministrar papa fresca y acacia, tal como encontró (2).

pH de materia fecal. En la Tabla VIII se exponen los resultados obtenidos para el pH de la materia fecal, de cada una de las unidades experimentales durante el tiempo de control y al finalizar el periodo experimental.

Tabla VIII. Resultados de pH de materia fecal de cada unidad experimental

Unidad experimental	pH (TC)	pH (final)
GAMA (T1)	6.85 ^a	6.96 ^a
LUCERO (T1)	6.15 ^a	6.65 ^a
ZULTANA (T1)	7.36 ^a	6.86 ^a
LAMDA (T2)	7.03 ^a	6.6 ^a
ZARINA (T2)	7.43 ^a	6.84 ^a
NEFERTITI (T2)	6.95 ^a	6.9 ^a

Letras diferentes en la misma columna, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). TC: Tratamiento control.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para el pH de la materia fecal; aunque no existen publicaciones donde se haya relacionado el pH de materia fecal con la acidosis ruminal. Calsamiglia (20) expone que la neutralización del pH ruminal se realiza principalmente por la absorción a través de la pared ruminal (53%), por la neutralización por el sistema carbonato (28%), por la neutralización por el sistema fosfato (9%), por la neutralización por el amoníaco (2%) y por el flujo hacia abomaso (1,5%). De modo que en caso de existir una acidosis ruminal, se eliminará más ácido a través de esta vía; sin embargo, todos los valores obtenidos tienden a la neutralidad.

Comúnmente, la materia fecal de animales con acidosis ruminal es más líquida, de color más amarillento, aspecto brillante y olor agrídulce; con cilindros de moco, burbujas de gas e importantes cantidades de fibras y granos sin digerir (21); sin

embargo, solo se observó una general consistencia blanda, a pesar de que la cantidad de almidón en las dietas es excesiva, y esto se relaciona con un rumen de tipo ácido y con un pH inferior a 6 en gran parte del día (22).

La tolerancia es general para todos los animales, sin que se observe una disminución marcada de la grasa de la leche o una acidosis subclínica; sin embargo, el único efecto común para la mayoría de los animales que se correlaciona en la finca con una acidosis ruminal es una leve disminución en la fertilidad, posiblemente por reabsorción embrionaria debida a un medio uterino ácido. De modo que este fenómeno se da, fisiológicamente, a causa de una adaptación del sistema ruminal con un mayor tamaño de las papilas ruminales, cuya superficie de absorción puede incrementarse en un 50% en un rumen adaptado, según Calsamiglia (20), quien asegura que necesariamente debe existir una adaptación de la microflora ruminal a la producción de ácido para desarrollar la población utilizadora de láctico y estimular la absorción.

Análisis de costos

Tabla IX. Costos de alimentos suministrados según tratamiento

Dieta	Costo papa por kg	Costo alimento balanceado por kg total	Costo grasa por kg	Costo total promedio
TC	\$180	\$861	\$0	\$10.174
T1	\$180	\$900	\$4.000	\$10.574
T2	\$180	\$900	\$4.000	\$10.260

TC: Tratamiento control. T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2.

En cuanto a la relación costo-beneficio, se obtuvo que, para el tratamiento control de T1, por cada 24.5 L de leche producidos, en promedio, por grupo al día, se invirtieron \$10.174 por vaca, con una utilidad de \$9.916. Inversión y utilidad igual para el tratamiento control de T2, por cada 22.8 L de leche producidos, en promedio, por grupo al día.

En cuanto al tratamiento T1, por cada 25.1 L de leche producidos, en promedio, por grupo día, se invirtieron por vaca \$ 10.574, con una utilidad de \$ 10.062 y un aumento de producción de

0.6 l L.Y para tratamiento T2, por cada 24.5 L de leche producidos, en promedio, por grupo/día, se invirtieron por vaca \$ 10.260, con una utilidad de \$9.830 y un aumento de producción de 1.7 L.

Los litros producidos de más representan una ventaja económica frente a la dieta tradicional; sin embargo, el tratamiento T1 tuvo una relación costo-beneficio por debajo de la dieta tradicional, con \$ 253; en cambio, el tratamiento T2 no obtuvo diferencias significativas de relación costo-beneficio, presentando un equilibrio con la dieta tradicional. No obstante, el tratamiento T2 es mucho más eficiente, frente a la dieta tradicional; teniendo en cuenta que ofrece una dieta balanceada, se obtiene leche de mejor calidad y trae beneficios en la parte reproductiva por tener grasa protegida, por lo cual se puede estar solucionando la reabsorción embrionaria que se presenta en la finca.

CONCLUSIONES

Altas inclusiones de almidón pueden ser toleradas por vacas en lactancia si se hace una correcta adaptación a la dieta. Tras la suplementación de las vacas con papa fresca en diferentes porcentajes de inclusión, se obtienen efectos variables en la composición nutricional de la leche por animal. El uso de papa de desecho es una excelente alternativa de alimentación para ganado lechero por su aporte energético, bajo costo en el mercado y buenos resultados productivos.

REFERENCIAS

- (1) Bodega J. Silaje de papa. Rev. Sitio Argentino de Producción Animal (en línea), 2010 (fecha de acceso 12 de octubre 2013); 18(224): 32-38. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- (2) Betancourt J, Cuastumal H, Rodríguez S, Navia J, Insuasty E. Alimentación de vacas Holstein con suplemento de papa de desperdicio (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*), y su efecto en la calidad de la leche. Revista Investigación Pecuaria (en línea) 2012 (fecha de acceso 15 de octubre 2013); 1(2): 41-45. Disponible en: <http://invpecuaria.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2012/09/v1n2.pdf>
- (3) Shimada A. Nutrición animal. Vol. 1. México: Trillas; 2003.
- (4) López D, Saavedra G. Evaluación del efecto de la suplementación con ensilaje de avena y alimento balanceado a base de harina de cebada como estrategia para mejorar la competitividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción de leche del trópico alto en condiciones de sequía. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2010.
- (5) Messman M, Weiss E. Vacas en lactancia. Rev Colombiana de Ciencias Agropecuarias 2004; 17(3): 241-249.
- (6) Parsi J, Godio L, Miazzi R, Maffioli R, Echevarría A, Provenzal P. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Rev. Sitio Argentino de Producción Animal (en línea) 2001 (fecha de acceso 18 de noviembre 2013); 10(140): 15-20. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf, 15 p..
- (7) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes. Rev. Rivadavia (en línea) 2002 (fecha de acceso: 15 noviembre 2013); 1439(1033): 1-34. Disponible en: http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/subproductos_suplementacion.pdf.
- (8) Bernardino A, Ortiz G, Ortiz A. Obtención de un aislado proteínico a partir de la semilla de guayaba. Rev. Conacyt y PIFI 2013; 8(5): 1-2.
- (9) Contreras E, Jaimez J, Hernández T, Añorve J, Beltrán R. Composición química de cebadas cultivadas bajo diferentes condiciones de labranza en tres localidades del estado de Hidalgo, México. Rev. Bioagro (en línea) 2008 (fecha de acceso 21 de noviembre del 2013); 20(3): 201-208. Disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/personal/academico/sni.php>
- (10) Duran F, Kebreau R. Análisis comparativo nutricional y económico de tres alimentos balanceados para vacas lecheras de alta producción. Tesis de pregrado, Facultad de Agroindustria Alimentaria, Universidad Zamorano, Honduras, 2011.

- (11) Montoya N, Pino I, Correa H. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein. Revista RCCP (en línea) 2004 (fecha de acceso 10 de octubre de 2013); 17(3): 241-249. URL disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2950/295025895004.pdf>
- (12) Ruiz C. Evaluación de la producción y calidad de la leche en vacas Holstein de primer parto suplementadas con ensilaje de papa. Tesis de pregrado, Facultad de Zootecnia, Universidad de la Salle, 2006.
- (13) Tyagi N, Thakur S, Shelke S. Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows. Rev. Trop Anim Health Prod 2010; 42 (5): 17-49.
- (14) Ávila S, Gutiérrez A. Producción de leche con ganado bovino. Vol. 1. Bogotá: Editorial El Manual Moderno; 2010.
- (15) Rodríguez G. Prácticas de laboratorio: control de calidad de leche de vaca. Rev Innovación y experiencias educativas 2007; 6(12): 2-9.
- (16) Schroeder G, Delahoy J, Vidaurreta I, Bargo F, Gagliostro G, Muller L. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. Rev. J Dairy Sci 2003; 86(10): 3237-48.
- (17) Duque M, Olivera M, Rosero R. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. Rev. RCCP (en línea) 2011 (fecha de acceso 27 de octubre de 2013); 24(1): 74-82. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022380010>.
- (18) García K. Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico. Tesis de pregrado, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 2012.
- (19) Aguilar C, Kuvera J, Garnsworthy P. Effects of bypass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. Rev. Livestock Science 2009; 121(2): 64-71.
- (20) Calsamiglia S, Ferret A. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. Informe científico FEDNA. Barcelona: OMS; 2002. Serie de informes técnicos: 08193.
- (21) Bavera G, Peñafort C. Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. Rev. Sitio Argentino de Producción (en línea) 2006 (fecha de acceso 15 noviembre de 2013); 1(1): 1-9. URL disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- (22) Salcedo G, Riveiro J, Stefenson C, Gómez T, Rivera D, Machado L, Ardila M et al. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. Rev. REDVET 2008; 13(4): p 1-11.