

**ALIMENTACIÓN DE VACAS HOLSTEIN CON SUPLEMENTO DE PAPA DE DESPERDICIO (*Solanum tuberosum*) Y ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*), Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE LECHE**

**HOLSTEIN COWS FEED SUPPLEMENTED WITH POTATO WASTE (*Solanum tuberosum*) AND BLACK WATTLE (*Acacia decurrens*), AND ITS EFFECT ON MILK QUALITY**

Johanna E. Betancourt<sup>1</sup>, Harold B. Cuastumal<sup>1</sup>, Sonia P. Rodríguez<sup>1</sup>, Jorge F. Navia<sup>2</sup>, Efren G. Insuasty<sup>3</sup>

---

**RESUMEN**

La alimentación es uno de los rubros que abarca más del 50% de los costos totales de producción de leche, esto hace necesario nuevas alternativas forrajeras que sean viables económicamente y que aporten un contenido racional de nutrientes al hato lechero. La presente investigación fue realizada en el Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, municipio de Pasto; ésta permitió evaluar la producción y calidad de leche, implementando dietas balanceadas con base en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), utilizando como suplementación papa de desperdicio (*Solanum tuberosum*) y follaje de acacia negra (*Acacia decurrens*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, conformado por cinco tratamientos y tres bloques con tres repeticiones cada uno. Se trabajó con un grupo de 15 animales de la raza holstein, en un periodo de 50 días. Los tratamientos evaluados fueron T0: pastoreo + 4 kg concentrado + 200 g melaza (Testigo), T1: pastoreo + 1 kg papa + 2 kg acacia + 200 g melaza, T2: pastoreo + 2 kg papa + 3 kg acacia + 200 g melaza, T3: pastoreo + 3 kg papa + 4 kg acacia + 200 g melaza, T4: pastoreo + 4 kg papa + 5 kg acacia + 200 g melaza. Encontrando diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para grasa en el T4, con un valor de 3,74%, seguido del T3: 3,49%, T2: 3,42%, T1: 3,31% y el testigo (T0) 3,22%. En cuanto a proteína, se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,005$ ) y significativa entre bloques ( $P < 0,05$ ), aplicando la prueba de Tukey se obtuvo que el mejor tratamiento fue el T4 con 3,15%, seguido del T1: 2,96%, T3: 2,95%, T2: 2,92% y T0: 2,69%. Para las variables de densidad y sólidos totales, no se encontró diferencias estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ). El follaje de acacia negra presentó una buena composición proteica, lo que convierte a la dieta en una óptima alternativa alimenticia.

**Palabras clave:** Densidad, dieta, grasa, proteína, sólidos totales

---

<sup>1</sup>Zootecnistas. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, PhD. Docente Asociado Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>3</sup>Zootecnista, M.Sc. Docente H.C. Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. E-mail: efren319@gmail.com

## ABSTRACT

Food is one of the items covering more than 50% of the total costs of milk production, which asks for new forage alternatives that are economically viable and that provide a rational content of nutrients to the dairy herd. This research was conducted at the Experimental Center FEDEPAPA, Obonuco, a county of Pasto; the study allowed to evaluate the quality of milk production by implementing balanced diets based on grass kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), using potato waste supplementation (*Solanum tuberosum*) and foliage of black wattle (*Acacia decurrens*). It was used a design of a randomized complete block, consisting of five treatments and three blocks set with three repetitions each, and we worked with a homogeneous group of 15 animals of the holstein breed, over a period of 50 days. The treatments were T0: grazing + concentrate 4 kg + 200 g Molasses (Control), T1: grazing + potatoes 1 kg + black wattle 2 kg + 200 g molasses, T2: grazing + potatoes 2 kg + black wattle 3 kg + 200 g molasses, T3: grazing + potatoes 3 kg + black wattle 4 kg + 200 g molasses, T4: grazing + potatoes 4 kg + black wattle 5 kg + 200g molasses. Significant differences ( $P < 0.05$ ) were found for fat with T4, with a value of 3.74%, followed by T3: 3.49%, T2: 3.42%, T1: 3.31% and the control (T0) 3.22%. In terms of protein it was found highly significant differences between treatments ( $P < 0.005$ ) and significantly blocks ( $P < 0.05$ ); by applying the Tukey test, the results showed that the major T4 treatment is followed with 3.15% T1: 2.96%, T3: 2.95%, T2: 2.92% and T0: 2.69%. For the variables of density, total solids, weight gain, and body condition, it was not found statistically significant differences ( $P > 0.05$ ). The foliage of black wattle had a good protein composition, which makes the optimal diet in a food alternative.

**Key words:** Density, diet, fat, protein, total solids.

---

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de ganado lechero en Colombia, la alimentación constituye un factor básico para lograr buenos resultados de producción. En los países tropicales, este factor se ha convertido en una limitante en la productividad del hato, debido a las diferentes variables de carácter ambiental que afectan la disponibilidad de alimentos, necesarios para la dieta de la vaca lechera. El régimen de lluvias afecta la producción de forrajes, que es la fuente principal de la alimentación del ganado lechero en Colombia y la más económica para hacer sostenible la producción de leche. La producción estacional de forrajes es muy notable en el trópico alto, logrando con pastos abundantes en épocas de lluvia y crecimientos casi nulos en épocas de verano, en la cual se registran pérdidas marcadas respecto de la producción.

Razz y Clavero (2007) argumentan que los pastos tropicales utilizados como único alimento, no satisfacen los requerimientos nutricionales de vacas en producción, lo que trae como consecuencia una disminución de sus parámetros productivos y algunas alteraciones en los componentes químicos de la leche. En zonas tropicales, la suplementación con concentrados comerciales en animales en pastoreo, es una alternativa de alimentación empleada principalmente en periodos

de escasez de forrajes, con la finalidad de mejorar la productividad a través del consumo de materia seca.

Los elevados niveles de pared celular y los bajos niveles de proteína de las praderas de kikuyo en épocas secas del año, sumados a la estacionalidad de la producción de forraje, crean la necesidad de utilizar alimentos concentrados comerciales que, en forma de suplemento, aportan a las vacas en producción, los nutrientes necesarios para un buen desempeño productivo y reproductivo; sin embargo, la mayoría de las materias primas para su elaboración son importadas, lo que hace aumentar el costo final del producto (Arguello, 2003).

La actividad pecuaria principal en zonas de clima frío de Colombia es la producción de leche basada en el uso de razas especializadas (holstein), cuya alimentación principal la constituyen los forrajes de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raygrass (*Lolium multiflorum*) y el uso de suplementos alimenticios. Estos sistemas de producción, generalmente hacen uso de vacas de altos requerimientos nutricionales, lo que hace necesario utilizar suplementos alimenticios, los cuales generalmente son alimentos concentrados, que aumentan los costos de producción y disminuyen la rentabilidad de estos sistemas de producción (Giraldo y Bolívar, 2006).

Para solventar estos desfases, el productor se ve obligado a recurrir a una serie de estrategias alimenticias que resultan poco rentables, impidiendo invertir en aspectos importantes como calidad de leche en donde claramente hay un incremento en los costos de producción.

En la búsqueda de sistemas de producción pecuaria sostenibles y como respuesta a la problemática anterior, se hace necesario buscar otras alternativas de suplementación con base en forrajes, dentro de las cuales las leguminosas arbóreas forrajeras podrían ofrecer grandes posibilidades tanto bioeconómicas como ecológicas. La leguminosa arbórea acacia negra (*Acacia decurrens*), en estudios anteriores ha mostrado potencial y puede ser promisorio su uso en producción animal. Sin embargo, el desconocimiento y la falta de información técnica precisa y confiable no han hecho posible su utilización por los productores, como recurso alimenticio en zonas extensas de clima frío de Colombia (Giraldo y Bolívar, 2006).

Además se puede añadir como una alternativa alimenticia la papa (*Solanum tuberosum*) que en algunas poblaciones de los Andes colombianos es común cultivar en fincas lecheras con la finalidad de renovar los potreros compactados y degradados. En las épocas del año en que se colecta la cosecha de papa, los precios del tubérculo descienden debido al exceso de la oferta. Esta circunstancia ha llevado a que tradi-

cionalmente 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 (Montoya *et al.*, 2004).

Asimismo mientras se busca la sostenibilidad del sistema productivo para mantener un desarrollo económico, los problemas de degradación de la tierra se intensifican cada vez más; la alta demanda de carne y leche hace que grandes extensiones de bosques tropicales se conviertan en pasturas para lograr beneficios a corto plazo, con el tiempo estas tierras pierden su fertilidad y deben ser abandonadas.

Es así que todos los ecosistemas naturales, por su importancia y proporción los más afectados son los bosques tropicales, la razón es que la mayor parte de los bosques se talan para generar ganadería extensiva.

La presente investigación plantea alternativas alimenticias con suplemento de papa de desperdicio (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*), que permitan mantener un desarrollo sostenible del sistema de producción en alimentación de vacas holstein.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la sección de ganadería del Centro de Investigación de FE-DEPAPA, ubicada en el Corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, Departamento de Nariño. La finca se encuentra a una altura de 2.720 msnm, con una precipitación promedio anual de 840 mm y una temperatura de 13°C. La clasificación climática corresponde a bs-PM (bosque seco-premontano), se presentan vientos fuertes predominantes con dirección este - oeste, especialmente en horas de la tarde (IDEAM, 2010).

Para los animales de raza holstein seleccionados para el trabajo de campo, la producción promedio de leche fue de 12 L de leche/animal/día, aun siendo de segunda lactancia, encontrándose en el segundo tercio de producción y peso promedio de 500 kg.

Para llevar a cabo el experimento, los 15 animales con los que se desarrolló el estudio, permanecieron pastoreando en los potreros designados, do-

tados con recipientes para suministro de sal y agua, divididos por cerca eléctrica, con una permanencia aproximada de 12 horas al día, luego del ordeño de la tarde las vacas permanecieron en un lote cerca al establo para su vigilancia. El lavado de papa se realizó en una pozeta de 1,0 m de ancho por 3,0 m de largo y 1,0 m de profundidad.

### Alimento y alimentación

La alimentación de los animales se basó en pastoreo con predominancia de pasto kikuyo, en cuanto a la suplementación (papa y acacia), inicialmente las vacas fueron sometidas a un periodo de acostumbramiento durante 10 días, suministrando la dieta de menor cantidad (T1) y avanzando hasta la de mayor (T4), el racionamiento se realizó durante el ordeño, controlando así cada uno de los animales.

Para la valoración nutricional de las materias primas, se recolectó 1 kg de cada una de ellas para realizar análisis de laboratorio, los animales recibieron sal mineral comercial en cantidad aproximada de 200 g/animal/día.

Para el desarrollo del estudio se utilizó equipos cómo: báscula con capacidad de 200 kg para el pesaje del follaje de acacia, báscula con capacidad de 20 kg para el pesaje de las diferentes raciones constituidas por acacia y papa, como también el pesaje de las raciones de concentrado para el testigo, balanza gramera para pesar los desperdicios de las raciones, así mismo machetes, hacha, tijeras podadoras para la cosecha de follaje de acacia, carreta para el transporte de las materias primas, se utilizó una picadora de pastos para disminuir el tamaño de las partículas del follaje de acacia y también para picar la papa de desperdicio; los utensilios usados para el suministro de las raciones fueron: empaques de polipropileno, baldes, espátulas y escobas.

### Tratamientos

Los tratamientos o dietas experimentales fueron:

T0: pastoreo + 4 kg concentrado + 200 g melaza (Testigo),

T1: pastoreo + 1 kg papa + 2 kg Acacia + 200 g melaza

T2: pastoreo + 2 kg papa + 3 kg Acacia + 200 g melaza

T3: pastoreo + 3 kg papa + 4 kg Acacia + 200 g melaza

T4: pastoreo + 4 kg papa + 5 kg Acacia + 200 g melaza

### Evaluaciones generales

**Evaluación de la producción de la pradera.** La producción de la pradera se midió mediante el uso de cuadros de aforo de 25 x 25 cm, los cuales fueron lanzados al azar ocho veces dentro del potrero a evaluar, realizando este proceso antes y después de la entrada de los animales, para obtener la producción de forraje verde por m<sup>2</sup>. Para realizar los cortes de pradera, se ocuparon tijeras de podar y bolsas de polietileno para pesaje. La evaluación de la producción se realizó cada 15 días, además fue necesario tomar la medición del área correspondiente.

Evaluación bromatológica y valor nutritivo. Se tomaron muestras de las materias primas utilizadas en los tratamientos evaluados, como papa de desperdicio (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*), al inicio y final del ensayo para ser procesadas en el Laboratorio de la Universidad de Nariño. A partir de éstas, se obtuvieron submuestras de 100 g que fueron utilizadas para su posterior análisis bromatológico.

### Análisis proximal y determinación de la composición química

- Humedad: método termogravimétrico – secado en estufa.
- Materia Seca: método termogravimétrico – secado en estufa.
- Ceniza: método termogravimétrico – incineración en mufla.
- Proteína: método Kjeldahl.
- Grasa: método Soxhlet.
- Energía: bomba calorimétrica.
- Fibra Cruda: digestión ácido – básica.
- Fibra Detergente Neutro: método Van Soest gravimetría.
- Fibra Detergente Ácido: método Van Soest gravimetría.
- Calcio: oxidación húmeda EAA.
- Fósforo: oxidación húmeda – colorimetría.
- Extracto no nitrogenado: por diferencia matemática.

### Variables evaluadas

Producción de leche (litros/día). Se llevó registro diario de los litros de leche producidos por cada unidad experimental.

**Calidad Composicional de leche.** Se tomó muestreos quincenales de leche para determinar porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, sólidos totales y densidad; para determinar el contenido de componentes de la leche se tomaron 500 ml de muestra de leche/animal/día. El análisis de los componentes se llevó a cabo utilizando el método de Gerber para determinar el contenido de grasa y el método de Kjeldahl para medir proteína; la densidad se tomó por lactodensímetro y los sólidos totales por el método de secado estufa.

## Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, en el cual las unidades experimentales se conformaron por un diseño de cinco tratamientos (diferentes tipos de alimentación) y tres bloques correspondientes a grupos de animales en los que se enfocó el estudio (vacas holstein en producción), con tres repeticiones cada uno. El experimento tuvo una duración de 60 días, de los cuales 10 se utilizaron como periodo de acostumbramiento a la dieta y 50 días de la fase experimental. Cada quince días se tomó muestras de leche, condición corporal, pesajes y aforos.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto del bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

Los datos obtenidos en las diferentes variables evaluadas, se sometieron al análisis de varianza por medio del paquete estadístico SAS. Para aquellas variables que mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos se aplicó la prueba honesta de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Valor nutricional de los componentes como suplemento

Con relación a los valores nutritivos de la acacia negra y la papa de desperdicio, presentan en su composición contenidos importantes de nutrientes; como se indica en la Tabla 1.

El follaje de acacia muestra un porcentaje de 20,33% de proteína cruda, valor relativamente alto al reportado por Medrano (1999), quien afirma que en relación con la calidad del follaje de acacia en Nariño, ésta presenta niveles de proteína del 17,8%. La proteína se considera de gran importancia en la alimentación de la vaca lechera, y la papa muestra niveles relativamente bajos con un valor de 9,10%.

**Tabla 1. Composición química del follaje de acacia y papa de desperdicio, en el Centro Experimental Fedepapa. 2009.**

<b>Acacia (<i>Acacia decurrens</i>)</b>	<b>Papa de desperdicio (<i>Solanum tuberosum</i>)</b>	
Materia seca	40,25 %	18,01 %
Proteína cruda	20,33 %	9,10 %
Fibra cruda	23,23 %	3,37 %
Extracto etéreo	3,72 %	0,41 %
Cenizas	4,67 %	6,73 %
FDN	39,25 %	35,91 %
FDA	34,56 %	7,56 %
Celulosa	19,37 %	3,36 %
Hemicelulosa	4,69 %	28,35 %
Lignina	15,19 %	4,20 %
Calcio	1,10 %	0,05 %
Fosforo	0,14 %	0,39 %
Energía bruta	3,29 Mcal/kg	3,82 Mcal/kg

Laboratorio de Nutrición animal Universidad de Nariño, 2009

Norton (1994) afirma que las concentraciones de proteína de los árboles utilizados tradicionalmente en la alimentación de rumiantes, presentan niveles de 12% a 30%, valores altos en comparación con pastos maduros que oscilan entre 3% y 10%. El nivel proteico del forraje arbóreo evaluado fue de 20,33%, el cual supera a otras especies como gramíneas mejoradas, entre las cuales se puede mencionar el raygrass (*Lolium multiflorum*), con 19,88%, e incluso mayor que algunas leguminosas como el trébol blanco (*Trifolium repens*), con 18,9% y trébol rojo (*Trifolium pratense*) con 16,1%.

En la papa, el valor de proteína encontrado de 9,1% supera a otros alimentos energéticos reportados por FEDNA (2003), como la yuca (4,5%), incluso a cereales como el sorgo (8,7%) y el maíz (7,7%). Por su parte, Calsamiglia (1997) sostiene que el aporte máximo de energía requiere la optimización de la ingestión de materia seca, que depende fundamentalmente de los niveles de FDN. El equilibrio ruminal requiere una fermentación de velocidad moderada, que depende de la cantidad, el tipo y el procesado de azúcares, almidones, fibras solubles y el aporte de niveles mínimos de fibra que garanticen el llenado ruminal, que estimulen la rumia y que permitan la suficiente secreción salivar para garantizar un pH ruminal superior a 6,0 (que depende de la cantidad, el tipo y la forma de la FND).

El valor de FDN para la acacia fue 39,25%, según datos reportados por Fernández *et al.* (2006), FDN se encuentra en un valor de 45,25%, muy superior al obtenido, esto tal vez se debe a que el corte de los árboles se realizó del tercio superior, ya que era la parte menos lignificada, este valor relativamente bajo no influye en la degradabilidad de la materia seca, lo que indica que la presencia de hemicelulosa

no es considerable, y en la papa el valor de FDN está en 35,91%, el cual es muy bueno.

La acacia negra presentó un valor de FDA de 34,56%, la FDA contiene celulosa y lignina, este valor es más alto al reportado por Rodríguez *et al.* (s.f), en el cual indica un valor porcentual de 30,617. Para la papa el porcentaje de FDA está en 7,56%.

La acacia negra presenta un valor energético de 3,29 Mcal/E.B/kg, en comparación con 5,12 Mcal/EB/kg que reporta Medrano (1999), se considera baja, pero al ser suministrada en adición con la papa, aumenta los niveles de este requerimiento, ya que este tubérculo posee 3,82 Mcal/EB/kg.

Según Maynard *et al.* (1992), si la cantidad de energía en la ración es suficiente, las bacterias del rumen trabajan eficientemente en la degradación de las proteínas, reflejándose en la producción y mantenimiento de los animales. El principal objetivo del alimento es la producción de energía para los procesos corporales, incluyendo el almacenamiento de energía, ya que todos los nutrientes orgánicos pueden servir para este propósito, el valor energético provee una base común para expresar su valor nutritivo.

Las siguientes características, se refieren a la calidad de la leche en los diferentes grupos de vacas (bloques), alimentadas de acuerdo con los distintos tratamientos:

**Producción de leche.** En el análisis de varianza (Tabla 2), se observan diferencias significativas para grasa y proteína, en contraste no se encontraron diferencias estadísticas significativas en producción de leche, densidad, sólidos totales, condición corporal y ganancia de peso; lo que implica que las dietas afectan de manera diferencial a la grasa y proteína.

**Tabla 2. Análisis de varianza de las diferentes variables (producción de leche, grasa, proteína, densidad, sólidos totales, condición corporal y ganancia de peso) evaluadas en los cinco tratamientos, en la producción de leche de vacas holstein en el Centro Experimental Fedepapa, 2009.**

F de V	DF	PRODL	GRAS	PROT	DENS	ST	CC	GP
		CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT	4	1,478NS	0,117**	0,079*	0,000002NS	0,3585NS	1,815NS	0,049NS
BLOQ	2	0,24NS	0,002NS	0,120*	0,000001NS	1,422	0,260	0,03362667
Error	8	1,223	0,008	0,020	0,00000129	0,749	1,790	0,03226

La prueba de comparación de medias para la variable producción de leche (Figura 1) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes dietas, T1: Pastoreo + 1 kg papa + 2 kg Acacia + 200 g Melaza, T2: Pastoreo + 2 kg papa + 3 kg

Acacia + 200 g Melaza, T3: Pastoreo + 3 kg papa + 4 kg Acacia + 200 g Melaza, T4: Pastoreo + 4 kg papa + 5 kg Acacia + 200 g Melaza, y el concentrado comercial T0 (Pastoreo + 4 kg Concentrado + 200 g Melaza).

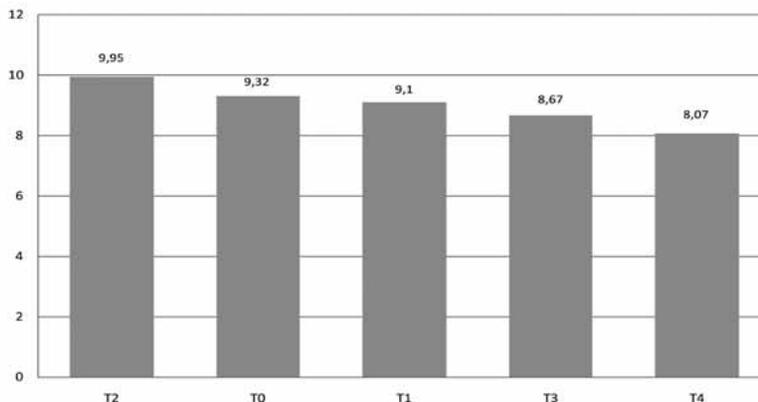


Figura 1. Producción de leche por cada tratamiento.

Jaramillo y Jiménez (2000), reportan que tratándose de follaje de árboles forrajeros, éstos poseen dificultad para degradarse en el rumen y que sus nutrientes pueden ser absorbidos en el intestino delgado, haciéndolos igualmente asimilables, por lo tanto la respuesta en la producción de leche es la misma y no refleja las bondades de un alimento sobre otro.

Según Fernández *et al.* (2006), otro factor que pudo influenciar en la menor producción promedio de leche al suplementar con mayores niveles de acacia, son los efectos negativos que presentan los taninos en la alimentación de los rumiantes, los cuales pueden afectar el consumo voluntario y la digestibilidad cuando se presentan niveles altos en la dieta.

### Grasa

En cuanto a esta variable, la Figura 2 muestra que el promedio más alto fue para la ración Pastoreo + 4 kg papa + 5 kg Acacia + 200 g Melaza (T4), con un valor de 3,74% de grasa, comportándose estadísticamente igual a la ración Pastoreo + 3 kg papa + 4 kg Acacia + 200 g Melaza (T3), en contraste, el promedio más bajo fue para el testigo (T0), con un valor que se comportó estadísticamente igual al T1 y T2.

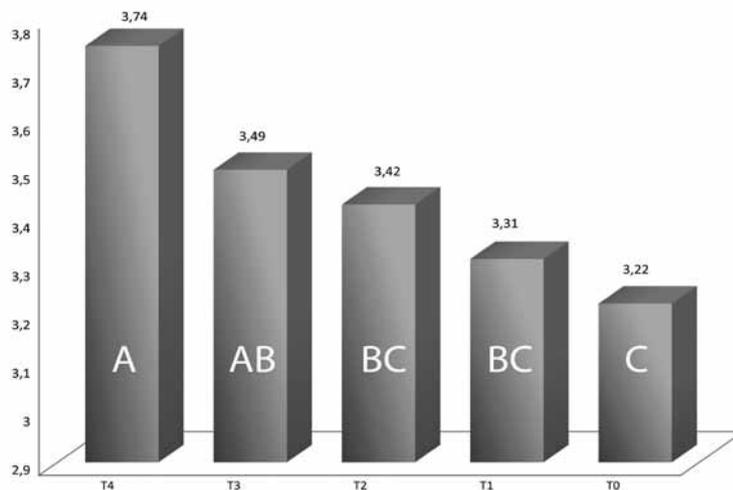


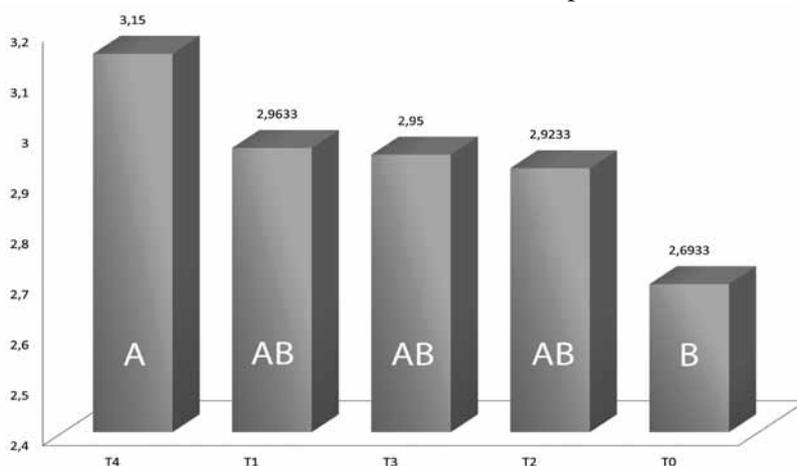
Figura 2. Efectos de los tratamientos en el porcentaje de grasa en la calidad de leche. 2009.

Para esta variable el análisis de varianza indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), lo cual demuestra que la grasa presentó variación entre los tratamientos. Por medio de la aplicación de la prueba de Tukey (Figura 2), se llegó a la conclusión que el mejor tratamiento es el T4. A diferencia de estudios realizados por Fernández *et al.* (2006), la composición química de la leche respecto de grasa, no mostró diferencias significativas, como respuesta a los tratamientos evaluados. La información con respecto de los efectos de la papa en la grasa de la leche no ha sido muy estudiada por lo que la información disponible es escasa y poco actualizada.

## Proteína

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto de la proteína, altamente significativas entre tratamientos y significativas entre bloques (Figura 3). Por medio de la prueba de Tukey, el mejor tratamiento es el T4. Lo anterior difiere de información reportada en la literatura acerca de los efectos de algunos árboles forrajeros sobre el contenido de los constituyentes de la leche, donde no se revelan efectos positivos.

Oviedo (2000), encontró que el uso de morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales así mismo, Jaramillo y Jiménez (2000), al reemplazar el 75% de concentrado por follaje de morera como suplemento tampoco encontraron efectos apreciables sobre la calidad de la leche.



**Figura 3. Efectos de los tratamientos en el porcentaje de proteína en la calidad de leche. 2009.**

Fernández *et al.* (2006), reportan que dietas con niveles bajos de taninos pueden traer efectos benéficos, los cuales pueden estar relacionados con un incremento en la retención de nitrógeno, debido a una reducción de la degradación de la proteína en el rumen y por lo tanto, una mayor absorción de nitrógeno en el intestino delgado.

Estudios realizados con suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) por Montoya *et al.* (2004), indican que la adición de 6 kg de papa mejoró la producción de leche y de proteína en la leche, sin embargo, cuando se adicionaron 12 kg de papa la respuesta no mejoró.

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 Zinsmeester (1996)

encontraron que 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.

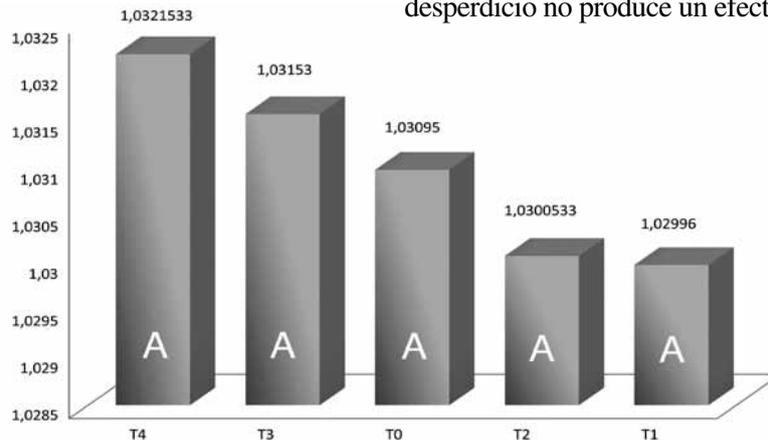
Montoya *et al.* (2004), indican que la extensión de la degradación de los almidones en el rumen decrece en el siguiente orden: avena (88% a 91%), trigo (88% a 90%), cebada (86% a 88%), yuca (84% a 86%), papa (82% a 84%), arroz (80% a 82%), maíz (75% a 77%) y sorgo (66% a 70%). De esta manera, se puede observar que el almidón de la papa posee una degradabilidad ruminal media en comparación con otras fuentes convencionales.

Montoya *et al.* (2004), sugieren que la respuesta al suministro de papa posiblemente se debe a una sincronización entre el suministro de proteína

degradable en rumen (PDR) a partir del forraje y carbohidratos no estructurales (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 proteína de la leche. En el caso de la presente investigación, se le sumaría la proteína aportada por parte de la acacia.

## Densidad

No se encontraron diferencias significativas, sin embargo el T4 (Pastoreo + 4 kg papa + 5 kg Acacia + 200 g Melaza) con 1,0321, mostró mayor valor con respecto de esta variable seguido del T3: 1,0315 y en tercer lugar el testigo con 1,0309, con lo cual se puede afirmar que la asociación de acacia negra y papa de desperdicio no produce un efecto negativo (Figura 4).



**Figura 4. Efectos de los tratamientos en la cantidad de la densidad en la calidad de leche. 2009.**

## CONCLUSIONES

El follaje de acacia negra presentó una buena composición proteica, por lo que se convierte en una óptima alternativa alimenticia, potencial para aumentar la proteína sobrepasante de la dieta, de manera que al ser suministrada con los pastos y la papa, permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Los aportes energéticos de la papa son de gran importancia, ya que ayudan a equilibrar la dieta, mejorando la situación alimenticia de las vacas lecheras perjudicadas por el inadecuado contenido de energía de los pastos.

Las dietas suministradas influyeron sobre aspectos de la calidad de la leche (proteína y grasa); además de esto, son múltiples los servicios prestados y los productos ofrecidos por esta especie a los

sistemas de producciones ganaderas de leche (conservación de suelos, fijación de nitrógeno atmosférico, control de erosión, cercas vivas, provisión de sombra, control de vientos, producción de postes, leña, y retención de humedad).

La acacia negra constituye una alternativa para establecer sistemas silvopastoriles en clima frío, ya que esta especie muestra una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas en la zona objeto de estudio, representada en buenos niveles de biomasa y aporte de nutrientes.

La acacia, como árbol forrajero y por sus características nutricionales encontradas, se perfila como un recurso forrajero promisorio para la zona de vida bosque seco premontano bajo.

## RECOMENDACIONES

Evaluar el comportamiento agronómico de estas especies (papa y acacia), incluyendo sistemas de establecimiento, producción de follaje con diferentes secuencias de corte y dinámica de nutrientes entre planta - suelo - animal.

La combinación de papa y acacia en dietas ali-

menticias debe ser evaluada con otros componentes (pastos y balanceados) y en diferentes estados fisiológicos del animal, con el fin de aumentar la gama de información para el productor, que le permita tomar decisiones acertadas en cuanto a la alimentación de los animales del sistema de producción.

Con el fin de mejorar los balances nutricionales para el animal, se recomienda hacer un ensayo que combine acacia y papa, utilizando sistema de determinación de nitrógeno ureico en leche y el nitrógeno ureico en sangre (MUN y BUN), de vacas alimentadas con follaje de acacia y papa de desperdicio, con el fin de establecer la eficiencia de la proteína aporta-

da y estimar si la relación energía-proteína producida en el rumen es adecuada.

Realizar pruebas de rendimiento en queso para saber de qué manera afecta la suplementación con acacia y papa dentro de la industria lechera dedicada a la producción de derivados lácteos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ipiales. Alcaldía Municipal. 2000. Curso teórico práctico de ganadería de leche: Proyecto de estabilización socioeconómica para poblaciones vulnerables en el municipio de Ipiales. Convenio: Alcaldía Municipal de Ipiales, Cruz Roja colombiana seccional Nariño.

Argüello, H. 2003. Dependencia cero, base para un agro sostenible. Bogotá: Periódico, N° 53.

Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de Rumiantes: XIII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Departamento de Patología y Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona.

Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [Online] 2010. [Citado Agosto 12/2010]. Disponible en internet: <http://www.bart.ideam.gov.co/wep/htm>

Fernández, J.; Zapata, A. y Giraldo, L. 2006. Uso de la *Acacia decurrens* como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. CONISILVO (Consortio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles).

Giraldo, L. y Bolívar, D. 2006. Evaluación de un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. CONISILVO (Consortio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles).

Jaramillo, R. y Jiménez, A. 1992. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas holstein en el trópico alto de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

Krommer, B. and Zinsmeister, C. 1996. Composition of potato starch in relation to variety and maturity.

Maynard, L.; Losly, J.; Hintz, H. y Warner, R. 1992. Nutrición animal. México: McGraw-Hill.

Medrano, L. 1999. Informe técnico final: Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas. Pasto, Nariño: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA).

Montoya, N.; Pino, I. y Correa, H. 2004. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas holstein. Revista colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Norton, B. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C. Gutteridge and H. Shelton (eds). UK: CAB International.

Oviedo, F. 2000. Morera (*Morus sp.*) en asocio con Poró (*Erythrina Poeppigiana*) como suplemento para las vacas lecheras en pastoreo.

Razz, R. y Clavero, T. 2007. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum* - *Leucaena leucocephala*.