

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*) Y
ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) COMO SUPLEMENTO PARA VACAS
HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN EL TRÓPICO ALTO DE NARIÑO.**

**JOHANNA ELIZABETH BETANCOURT JIMÉNEZ
HAROLD BAYARDO CUASTUMAL PISCAL**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2010**

**EVALUACIÓN EL EFECTO DE PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*) Y
ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) COMO SUPLEMENTO PARA VACAS
HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN EL TRÓPICO ALTO DE NARIÑO.**

**JOHANNA ELIZABETH BETANCOURT JIMÉNEZ
HAROLD BAYARDO CUASTUMAL PISCAL**

**Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista**

**Presidenta
SONIA PATRICIA RODRÍGUEZ UNIGARRO
Zootecnista**

**Copresidente
ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Zootecnista. M.SC.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2010**

Nota de aceptación:

**SONIA PATRICIA RODRÍGUEZ UNIGARRO. Zoot.
Presidenta**

**ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zoot., M.Sc.
Copresidente**

**JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA. I.A., M.Sc.
Jurado Delegado**

**EFREN INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., Esp.
Jurado**

San Juan de Pasto, Agosto del 2010.

**“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son
responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ARTURO LEONEL GALVÉZ CERÓN	Zoot., M.Sc.
SONIA PATRICIA RODRÍGUEZ UNIGARRO	Zoot.
JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA	I.A., Ph.D.
EFRÉN GUILLERMO INSUASTY	Zoot., Esp.
VICTOR LOPEZ	Técnico Agropecuario.

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.

Todo el personal que labora en la Federación Colombiana de Productores de Papa, FEDEPAPA, Obonuco.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación d este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 MARCO TEÓRICO	19
4.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO LECHERO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	19
4.2 SISTEMAS AGROFORESTALES	20
4.3 SISTEMAS SILVOPASTORILES	21
4.4 ACACIA DECURRENS	22
4.4.1 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	22
4.4.2 DESCRIPCIÓN	23
4.4.3 DISTRIBUCIÓN	23
4.4.4 REQUISITOS AMBIENTALES	24
4.4.4.1 TEMPERATURA	24
4.4.4.2 ALTITUD	24
4.4.4.3 LLUVIAS	24
4.4.4.4 SUELOS	24
4.4.5 METABOLITOS SECUNDARIOS	24

4.4.5.1	TANINOS	24
4.4.5.2	FENOLES	25
4.4.5.3	SAPONINAS	25
4.5	LA PAPA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	26
4.5.1	SELECCIÓN	26
4.5.2	VALOR NUTRICIONAL	26
4.5.3	PRINCIPALES COMPONENTES DE LA PAPA	27
4.5.4	SUMINISTRO DE LA RACIÓN	28
4.5.5	PALATABILIDAD	28
5	DISEÑO METODOLÓGICO	29
5.1	LOCALIZACIÓN	29
5.2	INSTALACIONES Y EQUIPOS	29
5.3	ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	30
5.4	ANIMALES	30
5.5	TRATAMIENTOS	30
5.6	EVALUACIONES GENERALES	31
5.7	VARIABLES A EVALUADAS	32
5.8	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
5.8.1	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	33
6	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
6.1	VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS	34
6.2	CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE	36
6.3	PRODUCCIÓN DE LECHE	36

6.4	GRASA	38
6.5	PROTEÍNA	39
6.6	DENSIDAD	41
6.7	METABOLITOS SECUNDARIOS	41
6.8	ANÁLISIS ECONÓMICO	43
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.1	CONCLUSIONES	45
7.2	RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis Bromatológico de la acacia negra (<i>Acacia decurrens</i>).	23
Tabla 2. Principales componentes de la papa	27
Tabla 3. Composición química del follaje de acacia y papa richie.	34
Tabla 4. Metabolitos secundarios encontrados en la papa richie (<i>Solanum tuberosum</i>) y acacia negra (<i>Acacia decurrens</i>),	42
Tabla 5. Análisis de presupuesto parcial de las dietas establecidas en producción de leche.	44

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Producción de leche por cada tratamiento.	37
Figura 2.	Efectos de los tratamientos en el porcentaje de grasa en la calidad de leche. 2009	38
Figura 3	Efectos de los tratamientos en el porcentaje de proteína en la calidad de leche. 2009	40
Figura 4	Efectos de los tratamientos en la cantidad de la densidad en la calidad de leche.	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS EN LOS CINCO TRATAMIENTOS, EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS HOLSTEIN	55
Anexo B ANALISIS ESTADISTICO PARA LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE.	56
Anexo C ANDEVA DE CONDICION CORPORAL	57
Anexo D ANDEVA PARA GANANCIA DE PESO.	58
Anexo E ANDEVA PARA PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE.	59
Anexo F PRUEBA DE TUKEY PARA GRASA.	60
Anexo G ANDEVA DE PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LECHE.	61
Anexo H PRUEBA DE TUKEY PARA PROTEÍNA.	62
Anexo I ANALISIS ECONOMICO DE PRADERA.	63
Anexo J VALOR DE KILOGRAMO DE FOLLAJE DE ACACIA.	64
Anexo K VALOR DE KILOGRAMO DE PAPA.	65

RESUMÉN

La presente investigación se llevó a cabo en la granja experimental FEDEPAPA Obonuco, ubicado a 5 Km. de la ciudad de Pasto, a una altura de 2710 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 840 m.m, temperatura promedio de 13°C. y humedad relativa de 87,45%.

Se evaluó dietas balanceadas a base de pasto kikuyo y se utilizó suplementación con papa richie (*Solanum Tuberosum*) y follaje de acacia negra (*Acacia decurrens*) para lo cual se trabajó con un grupo de 15 animales homogéneos, en segunda lactancia y segundo tercio de producción. El suministro de las dietas suplementarias coincidió con las horas del ordeño (4 a.m. y 4 p.m.). Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de 10 días, y 50 días para la investigación, evaluando variables como consumo animal, condición corporal, producción y calidad de leche.

Se logró evaluar y elaborar dietas balanceadas con el aprovechamiento de la papa de desecho (richie) y follaje de acacia negra (*Acacia decurrens*), abundante en la Granja, generando un buen uso de los recursos locales y reducción de costos de producción, para lo cual se utilizara un diseño de Bloques Completamente al Azar. Conformado por los 5 tratamientos establecidos y 3 bloques con 3 repeticiones cada uno, además se realizaron análisis estadísticos adecuados (Andeva).

Los tratamientos evaluados fueron T0: Pastoreo + Concentrado 4 Kilos + Melaza 200 gr (Testigo), T1: Pastoreo + Papa 1 kilo + Acacia 2 kilos + Melaza 200 gr, T2: Pastoreo + Papa 2 kilos + Acacia 3, kilos + Melaza 200 gr, T3: Pastoreo + Papa 3 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr. T4: Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr. Logrando tener diferencias significativas ($P < 0,05$) para grasa con 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 honesta de Tukey obtuvimos que el mejor tratamiento es el T4 con 3,15% seguido del T1: 2,96%, T3: 2,95%, T2: 2,92% y T0: 2,69. Para las variables densidad, sólidos totales, ganancia de peso, y condición corporal no se encontró diferencias estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

ABSTRACT

This research took place at the experimental farm FEDEPAPA Obonuco, located 5 km from the city of Pasto, at a height of 2710 meters, with an average annual rainfall of 840 mm, average temperature of 13 °C. and relative humidity of 87.45%.

Balanced diets were evaluated based on kikuyo grass and was used richie supplementation with potato (*Solanum Tuberosum*) and foliage of black wattle (*Acacia decurrens*) for which I work with a homogeneous group of 15 animals in second lactation and second third of production . The provision of additional allowances coincided with the time of milking (4 am and 4 pm). The animals will have been subjected to an adaptation period of 10 days and 50 days for research, assessing variables such as animal consumption, body condition, milk production and quality.

Was achieved evaluate and develop balanced diets with the use of potato waste (Richie) and foliage of black wattle (*Acacia decurrens*), abundant on the farm, creating a good use of local resources and reduce production costs, for which used a design of completely randomized blocks. Composed of the five treatments and three blocks set with 3 replicates each addition is carried out, appropriate statistical analysis (Anova).

The treatments were T0, grazing + concentrate + 4 Kilos 200g Molasses (Control), T1: grazing + + Acacia Pope 1 kilo 2 kilos + Molasses 200g, T2: grazing + pope + Acacia 3 2 kilos, 200 kilos + Molasses gr, T3: grazing + pope + Acacia 3 kilos 4 kilos + Molasses 200 gr. T4: Grazing + + Acacia Pope 4 kilos 5 kilos + Molasses 200 gr. Achieving have significant differences ($P < 0.05$) 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 was found highly significant differences between treatments ($P < 0.005$) and significantly blocks ($P < 0.05$), using the Tukey honest test 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 density, total solids, weight gain, and body condition was not found statistically significant differences ($P > 0.05$).

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, en donde se logra con pastos abundantes en épocas de lluvia y crecimientos casi nulos en épocas de verano, en la cual se registran pérdidas marcadas respecto a la producción.

Para solventar estos desfases, el productor se ve obligado a recurrir a una serie de estrategias alimenticias que resultan muchas veces antieconómicas, impidiendo invertir en aspectos importantes como por ejemplo calidad de leche, incrementando los costos de producción, en perjuicio de la rentabilidad de la empresa.

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.

El presente trabajo plantea buscar alternativas alimenticias que permitan mantener un desarrollo sostenible del sistema de producción.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

“La alimentación constituye más del 50% de los costos de producción, por lo cual debe manejarse cuidadosamente, siempre se debe tratar de cubrir los requerimientos de los animales con los alimentos disponibles; para el caso del ganado lechero, debe recibir alimento con el menor precio, pero de alta calidad, para permitir que llene sus requerimientos nutricionales”¹.

Giraldo y Bolívar mencionan que:

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*), de 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 producción².

Argüello, citado por González afirman:

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 producto³.

¹ ALCALDÍA MUNICIPAL DE IPIALES. Curso Teórico Practico 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. P. 16. 2000.

² GIRALDO, Luis y BOLÍVAR Diana. 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). 2006.

³ ARGÜELLO, H. 2003 Dependencia cero, base para un agro sostenible. UN periódico, N° 53, Bogotá diciembre 21 de 2003. CITADO POR: González J; Chamorro D. Suplementación con follaje de *Acacia decurrens*, *Chusquea scadens* y *Solanum Tuberosum* a vacas Holstein en producción en el municipio de Ubaque (Cundinamarca). FECHA DE PUBLICACIÓN: 14/11/2006 Disponible en Internet: URL http://www.engormix.com/s_articulos_view.asp?art=1063&AREA=GDL-141

Según Razz y Clavero,

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 a 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 seca⁴.

Giraldo y Bolívar afirman:

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 Colombia⁵.

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 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 animal⁶.

⁴ RAZZ, Rosa y CLAVERO, Tyrone. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum* - *Leucaena leucocephala*. RC. [online]. feb. 2007, vol.17, no.1 [citado 27 Julio 2009], p.53-57. Disponible en la World Wide Web: <http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007002000008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-2259.

⁵ GIRALDO y BOLÍVAR. Op. cit., p. 3.

⁶ MONTROYA, Nestor. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas holstein. *Rev. Col Cienc Pec.* [online]. sep. 2004, vol.17, no.3 [citado 27 Julio 2009], p.241-242. Disponible en la World Wide Web: <<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/172>>. ISSN 0798-2259.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el trópico de altura, existe diversidad de especies forrajeras arbóreas promisorias como también productos de descarte de la agricultura; como puede ser la acacia negra (*Acacia decurrens*) y la papa richie (*Solanum pureja*), cuyo uso es limitado debido a la falta de conocimientos sobre sus valores nutritivos y deficiente información sobre niveles de inclusión y respuesta animal.

Por lo anterior se formula la pregunta, ¿Qué efecto provoca la suplementación con papa richie (*Solanum pureja*) y acacia negra (*Acacia decurrens*) para vacas Holstein en producción, en el trópico alto de Nariño?

3. OJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de papa richie (*Solanum tuberosum*) y Acacia negra (*Acacia decurrens*) como suplemento para vacas Holstein en producción en el trópico alto de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Determinar la composición bromatológica de la papa richie (*Solanum tuberosum*) y Acacia negra (*Acacia decurrens*).

3.2.2 Determinar la presencia de metabolitos secundarios existentes en el follaje de Acacia negra (*Acacia decurrens*) y papa richie (*Solanum tuberosum*).

3.2.3 Evaluar el consumo animal, condición corporal, incremento de peso, producción y calidad de la leche (sólidos totales, proteína y grasa).

3.2.4 Realizar un análisis de costos para establecer los beneficios económicos de las dietas experimentales.

4. MARCO TEORICO

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO LECHERO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

De las cadenas productivas del Departamento de Nariño, las más importantes son papa, lácteos, fibras naturales, entre otros, siendo la ganadería y la agricultura la base de la economía nariñense, aunque todavía predomina una producción minifundista.

La producción de leche en el departamento de Nariño, entre los años 1980 y 1990, ha incrementado la participación en el PIB agropecuario de un 25% a un 45%, estas cifras consolidan la actividad ganadera como la de mayor dinamismo. Este fenómeno se debe al desplazamiento de áreas cultivadas de trigo, cebada y papa, las cuales son remplazadas por la ganadería.

En el 2006, según el Programa Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa, la población bovina de los municipios del departamento de Nariño con mayor inventario ganadero son: Pasto (28.218 cabezas), Guachucal (24.608 cabezas), Cumbal (22.837 cabezas) e Ipiales (20.695 cabezas); los municipios con mayor producción lechera son: Pasto, Guachucal, Cumbal y Pupiales⁷.

Rivera afirma que:

La alimentación es uno de los rubros que acaparan más del 50% de los costos totales de producción de leche en nuestro medio de ahí que toda mejora que implique una alimentación económica y racional del ganado en sus diferentes fases fisiológicas se reflejará necesariamente en el progreso del hato lechero adicionalmente, el efecto de la estacionalidad origina descensos hasta de un 30% de la producción, haciéndose necesario la exploración de nuevas alternativas forrajeras que, siendo viables económicamente, ayuden a subsanar las pérdidas causadas por el déficit forrajero en épocas críticas⁸.

⁷ Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Nariño, (SAGAN)., Programa Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa, informe proyectos locales. 2009.

⁸ RIVERA, Julio. Producción bovina para leche. Pasto: Graficolor. 1997. p 59.

Los sistemas de producción ganadera tanto de leche, carne como de doble propósito, son importantes para el país por el suministro de bienes de consumo humano (leche y carne principalmente), el empleo y los aportes a la economía de Colombia que generan. Sin embargo, la producción animal basada en el ganado bovino ha sido fuertemente cuestionada desde el punto de vista ambiental, dado su asociación con la degradación de los ecosistemas causada por la deforestación para establecer pasturas. Debido a ello, existe la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y que sean económicamente competitivas y atractivas para el productor, para prevenir el acelerado ritmo de la deforestación y para buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas, especialmente en las zonas de ladera en Colombia⁹.

4.2 SISTEMAS AGROFORESTALES

Sánchez¹⁰ define la agroforestería como todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas.

Giraldo afirma que:

Una alternativa es la integración de árboles, pasturas y animales en sistemas de producción, cuyo objetivo principal es desarrollar tecnologías que busquen compatibilizar la silvicultura y la ganadería en los sistemas de producción, orientadas a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería¹¹.

⁹ GIRALDO, Alfonso. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 1998. p, 201. [citado 28 Julio 2009]. Disponible en World Wibe Web: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Girald13.htm>>

¹⁰ SANCHEZ, Manuel. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Roma: Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 1998. 11p. [citado 28 Julio 2009]. Disponible World Wibe Web: www.fao.org/lead.virtualcenter.htm

¹¹ GIRALDO. OP. cit., p. 4.

4.3 SISTEMAS SILVOPASTORILES

En países tropicales como el nuestro, las estrategias para el desarrollo de la producción animal del futuro, deberán basarse en mayor grado en los sistemas integrados. Para ello se deben adaptar, investigar y desarrollar los sistemas de producción animal, agrícola y forestal que sean compatibles, buscando minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y la destrucción de los recursos naturales¹².

Giraldo menciona que:

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles, tanto biológica como económicamente, los sistemas silvopastoriles (SSP) parecen ser una alternativa a corto y largo plazo. Los árboles en las pasturas, además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, especialmente si son leguminosas, pueden ser utilizados como barreras rompevientos, controlar la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos. Adicionalmente proporcionan leña, madera y frutos, permitiendo otros ingresos al productor y dándole mayor estabilidad económica¹³.

En las producciones de lechería especializada se tiene un alto consumo de concentrado, el cual se podría disminuir con la utilización de especies forrajeras, sin embargo, la mayoría de las evaluaciones se han realizado con especies provenientes de clima cálido, siendo necesario estudiar y recomendar especies promisorias adaptadas a clima frío.

Según Roggero *et al*¹⁴, aunque la zona tropical contiene la mayor diversidad genética del mundo, expresada en el gran número de plantas vasculares por unidad de área, los modelos de alimentación animal se han basado principalmente en el uso de pocas especies vegetales, sin aprovechar el potencial nutricional de otros recursos como árboles y arbustos con potencial forrajero.

¹² GIRALDO, A. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Bogotá, La Dorada, Santa Marta. 1996. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pág.: 57-72.

¹³ GIRALDO, A. Evaluación bajo sistemas silvopastoriles en clima frío de Colombia: Potencial de *Acacia decurrens*. IN: Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica. Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Roma: Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 2003. [citado 28 Julio 2009]. Disponible Worl Wibe Web: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s00.HTM> ISSN 1014-1200

¹⁴ ROGGERO, P., BELLON, S Y ROSALES, M. 1996. Sustainable feeding systems based on the use of local Resources. En: Ruminant use of fodder resources in warm climate countries. IVth International symposium on The nutrition of herbivores. Francia. Annales de Zootechnies. 45: 105-118. [citado 28 Julio 2009]. Disponible en Worl Wibe Web: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=3242644>>

Una forma eficiente de hacer uso de esta diversidad, como proveedora de forrajes para el animal, es incluir en la dieta árboles y arbustos forrajeros bajo la forma de follaje verde¹⁵.

4.4 ACACIA DECURRENS: Su clasificación botánica es¹⁶:

4.4.1 Clasificación científica.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Mimosoideae

Tribu: Acacieae

Género: Acacia

Especie: A. decurrens

Nombre Botánico *Acacia decurrens* Willd.

Nombres comunes: zarzo verde, zarzo negro, sidney, zarzo rey o la reina¹⁷.

¹⁵ OJEDA, F. La conservación como ensilaje en zonas tropicales. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba. Pastos y Forrajes. 2000. P. 97.

¹⁶ GIRALDO, A. Op, cit., p. 21.

¹⁷ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) Advisory Committee on Technology Innovation. Firewood crops: shrub and tree species for energy production: volume 2: report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation, Board on Science and Technology for International Development, Office of International Affairs. Fuel wood species for tropical highlands. *Acacia decurrens*. Washington, D.C.: National academy press. 1983. p 28. Vol. 2.

Tabla 1. Análisis Bromatológico de la acacia negra (*Acacia decurrens*).

Porcentaje en ms	
PC	17.8
EE	3.54
Cen	4.02
FC	18.91
ELN	55.73
NDT	73.46
Ca	0.74
P	0.27
Mg	0.13
MS	44.48

Fuente: Murgueito *et al*, 2007¹⁸

4.4.2 Descripción. Este es un hermoso árbol con fuerte crecimiento en posición vertical, por lo general alcanzar 6-12 m de altura. Cuenta con follaje color verde, posee una florescencia prominente con flores de color amarillo. Semillas en vaina¹⁹.

4.4.3 Distribución. Esta especie es nativa de la franja costera a 200 km de Sidney, Australia, y adyacente a los valles más bajos de montaña. Se ha plantado ampliamente en sitios húmedos en el sudeste de Australia. También se ha introducido en Sri Lanka, Sudáfrica, Fiji, Filipinas, India, Kenya, Sudáfrica, Hawai, Filipinas, y partes de América Central y del Sur.²⁰

¹⁸ . MURGUEITIO, Enrique, CUARTAS Cesar, NARANJO Juan. 2007. Ganadería del futuro, investigación para el desarrollo. Cali, Colombia. Cipav.

¹⁹ Ibid., p.28.

²⁰ Ibid., p 28.

4.4.4 Requisitos ambientales.

4.4.4.1 Temperatura. *Acacia decurrens* prospera en un clima de 12°- 25°C de temperatura media anual. Es resistente a las heladas y tolerante a la sombra²¹.

4.4.4.2 Altitud. Sobre todo por debajo de 700 m. En otras partes pueden variar hasta 2.500 m.²²

4.4.4.3 Lluvias. Soporta precipitaciones anuales de 900-2,600 mm²³.

4.4.4.4 Suelos. *Acacia decurrens* prefiere suelos profundos que están a media luz y de drenaje libre. Se produce naturalmente en suelos de fertilidad moderada: ácido, neutro y tierras de color amarillo.

4.4.5 Metabolitos secundarios. La acacia negra presenta cantidades considerables de metabolitos secundarios; Su olor y gusto es astringente, contiene de 24 a 42% de taninos y ácido gálico²⁴, posee un alto contenido de taninos, (5,4% de fenoles totales)²⁵.

4.4.5.1 Taninos. Los taninos son compuestos sintetizados naturalmente por algunas plantas. Se dividen en hidrolizables y condensados, siendo estos últimos los más comunes. El grupo de taninos hidrolizables tiene una estructura diferente y se encuentra en especies como el roble o acacia.

Todos los tipos de taninos, aunque tienen características constitutivas muy diferentes, comparten la capacidad de unirse a proteínas. Un nivel moderado de taninos se lo asocia con la protección de la proteína al ataque ruminal por parte de las bacterias y, por lo tanto, con una disponibilidad mayor de proteína para la producción de carne y leche. Los taninos también han manifestado propiedades

²¹ Ibid., p.28.

²² Ibid., p.28.

²³ Ibid., p.28.

²⁴ BARTHOLAMAUS, A; CORTES, A.; SANTOS, G.; ACERO, E.; MOOSBRUGGER, W. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Santafé de Bogotá. Corporación Autónoma Regional. 1998., p. 25.

²⁵ Preston, T.R. y Leng. R.A. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Círculo de Impresores. Cali, Colombia, 1990., p., 312.

antiempaste, antiparasitarias, y de disminución de la contaminación ambiental por menor emisión de metano y nitrógeno al ambiente²⁶.

4.4.5.2 Fenoles. Son compuestos orgánicos, los compuestos fenólicos de las plantas son un grupo heterogéneo de productos con más de 10.000 compuestos. Algunos son solubles en solventes orgánicos, otros son glucósidos o ácidos carboxílicos y por lo tanto solubles en agua, y otros son polímeros muy grandes e insolubles²⁷.

4.4.5.3 Saponinas. Las saponinas son glucósidos vegetales caracterizados por producir espuma en el agua cuando se mezclan y se remueven, lo que les ha valido su condición de jabones naturales. Disminuyen la capacidad de absorción de los alimentos en el tubo digestivo. Cuando se ingieren en cantidades superiores a las permitidas, resultan tóxicas produciendo daños en las mucosas digestivas²⁸.

La *Acacia decurrens* es una leguminosa arbórea y, según estudios realizados en Colombia, se perfila como una buena posibilidad de complemento alimenticio, dada su buena adaptación a climas fríos y su rápido crecimiento, la buena producción de forraje comestible y su aceptable composición química. Sería empleado en los sistemas de producción ganadera para la producción de leche²⁹.

En estudios preliminares la *Acacia decurrens*, demuestra potencial en Sistemas silvopastoriles en clima frío, debido a su buena adaptación. Así por ejemplo, presenta 97% de supervivencia después de 5 meses de trasplante, posee un acelerado crecimiento, 3.2 m de altura promedio a los 14 meses de edad, además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad³⁰.

²⁶ CADENA 3., Investigan el efecto de los taninos en rumiantes. [online]. 03 de agosto de 2010.[citado 14 agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.cadena3.com/contenido/2010/08/03/58906.asp>>.

²⁷ WIKIPEDIA, enciclopedia libre. Compuesto Fenolico. [online]. 25 de abril de 2010. [citado 14 agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Fenoles_\(metabolitos_secundarios_de_las_plantas\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fenoles_(metabolitos_secundarios_de_las_plantas))>.

²⁸ BOTANICAL ONLINE. Plantas Venenosas. [online]. 2010. [citado 14 de agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <http://www.botanical-online.com/plantasvenenosas.htm>>.

²⁹ Acacia como suplemento alimenticio. En: actividades rurales. [En línea]. (2007). [consultado el 29 de julio de 2009]. Disponible en : <http://www.actividadesrurales.com/medio-rural/acacia-como-suplemento-alimenticio.php>.

³⁰ GIRALDO L, BOTERO J, SALDARRIAGA J Y DAVID P. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región Atlántica de Colombia. Revista Agroforestería de las Américas. Año 2 N° 8. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1995. p 14-19.

4.5. LA PAPA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En tiempos en que el reciclaje y la reducción de residuos es primordial en la mente de muchos, es interesante observar que el ganado se ha utilizado como reciclador, ya que es de los primeros animales domesticados por el hombre y continúan desempeñando un papel importante en el aprovechamiento de residuos de alimentos poco deseados, a menudo llamados subproducto o alternativas alimentarias³¹.

4.5.1 Selección. Se utiliza la papa de desecho llamada “richie” o de tercera, ya que este producto no es apto para el consumo humano pues normalmente viene defectuosa por dentro o su tamaño no es bien recibido en el mercado³².

Las papas son escogidas o rechazadas por una serie de razones, el tamaño, el color, la forma y presencia de enfermedades. Estación de crecimiento, valor de mercado de la papa, y la época del año desempeñan papeles importantes en la selección, disponibilidad, costo y calidad³³. La papa es un cultivo de importancia económica en el departamento de Nariño. De él derivan su subsistencia numerosas familias asentadas en zonas de minifundio y es una fuente de empleo directo e indirecto en la región³⁴.

4.5.2 Valor nutricional. La principal contribución de los desechos de papas a la dieta del ganado es la energía, su alto contenido en almidón pone a la papa a la par con los cereales en términos de contenido de energía cuando se encuentran en base materia seca. El contenido de humedad debe tenerse en cuenta al momento de compra o alimentación, con 4,5 kilos de papas se sustituye un kilogramo de maíz o cebada³⁵.

³¹ SNOWDON, M. Feeding potatoes to cattle. New Brunswick. [online] Canadá. [Citado 29 Julio 2009]. Disponible en Worl Wibe Web: < <http://www.gnb.ca/0170/01700002-e.asp> >

³² LESMEZ, Catalina y VAN DEN BERGHE, Edgar. Ceba de corderos con diferentes niveles de papa como fuente energética: ovinos y caprinos. En: Revista Virtual de Zootecnia. [en línea]. (1993). [consultado el 29 de julio de 2009]. Disponible en <http://www.udca.edu.co/zoociencia/ovinoscapri.html#3>.

³³ SNOWDON, Op.cit., p. 1.

³⁴ MONSALVE, O. Compatibilidad Agronómica del Cultivo Intercalado de Papa (*Solanum tuberosum* L) y Cebolla (*Allium fistulosum*). En: Revista Latinoamericana de la Papa. [En línea].vol. 1. (1988). [consultado el 29 de julio de 2009].disponible en <<http://www.papaslatinas.org/v1n1p74.pdf>>

³⁵ Ibid., p. 1.

Dado que el almidón de la papa cruda es muy resistente a la digestión, la alimentación en grandes cantidades de papa se traducirá en exceso de almidón pasante en el rumen. Si este almidón no digerido alcanza el tracto intestinal inferior, es probable que haya trastornos digestivos. Los límites máximos recomendados para la alimentación con papa son, en parte, un reflejo de esta preocupación³⁶.

Debido al muy bajo contenido de fibra, la papa no debe considerarse un sustituto del forraje. La papa es bastante baja en contenido de proteína y cuando se suministra en grandes cantidades, sin suplementación proteica, no dará buen desempeño en los animales³⁷.

4.5.3 Principales componentes de la papa: La composición de la papa está influenciada por el tipo de variedad, la zona donde se siembre, por su manejo y prácticas culturales³⁸.

A continuación en la tabla 1, se presenta una composición bromatológica, en la cual se observa un alto contenido de agua y su materia seca es una buena fuente energética, con alto contenido de almidón y bajo contenido de fibra.

Tabla 2. Principales componentes de la papa (SINAIPA, 2002).

Componentes	Contenido
Humedad	63.0 - 87.0%
Carbohidratos	11.5 – 28.1%
Proteína	0.7 – 4.6%
Grasa	Trazas < 1%
Fibra	0.2 – 3.5 %
Calcio	15 mg
Fosforo	50 mg
Hierro	1 mg
Cenizas	0.4 - 1.9%

³⁶ Ibid., p. 1.

³⁷ Ibid., p. 1.

³⁸ SINAIPA. Sistema Nacional de información de papa. 2002. El correo de la papa. En: Semillas de papa y tubérculos de Semilla. Boletín mensual No.08-Abril.

Fuente: SINAIPA, 2002

4.5.4 Suministro de la ración. La papa debe introducirse gradualmente a las raciones, en particular en el caso de los bovinos que han sido movilizados recientemente. Alimentos con almidón en altos niveles, como la papa, dan lugar a un estrés adicional sobre estos animales y por tanto a problemas de salud³⁹.

4.5.5 Palatabilidad. Las papas son fácilmente consumidas por el ganado. En ensayos de investigación, las vacas lecheras han consumido más de 45 kg. de papas de desecho por día.

A pesar de los altos niveles de consumo voluntario, el desempeño de los animales, por lo general, disminuye cuando las papas pasan del 30% de la dieta en materia seca; para la alimentación de la mayoría de situaciones, lo mejor es limitar la ingesta de papa a niveles inferiores a éste⁴⁰.

³⁹ Ibid., p. 1.

⁴⁰ Ibid., p. 1.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo de campo se desarrolló en la sección de ganadería del Centro de Investigación de FEDEPAPA, ubicada en el Corregimiento de Obonuco, localizado a 1°13' latitud norte y 77°16' longitud oeste, Muni cipio de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño, localizado en el extremo suroeste del país, a 90 Km. de la frontera con la República del Ecuador. La finca se encuentra a una altura de 2.720 m.s.n.m., 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 tarde⁴¹.

5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para llevar a cabo el experimento, los animales permanecieron pastoreando en los potreros designados, dotados con recipientes para suministro de sal y agua, y 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 un metro de ancho por tres de largo y uno de profundo.

Entre los equipos utilizados están: una báscula con capacidad de 200 Kg. para el pesaje del follaje de acacia cosechado, una báscula pequeña 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, una balanza gramera para pesar los desperdicios de las raciones, así mismo machetes, hacha, tijeras podadoras para la cosecha de follaje de acacia, una 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 richie; los utensilios usados para el suministro de las raciones fueron: empaques de polipropileno, baldes, espátulas y escobas.

⁴¹ 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>

5.3 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 un kilo de cada una de ellas para llevarla al laboratorio para su posterior análisis, los animales recibieron sal mineral comercial en cantidad aproximada de 200 g/animal/día.

5.4 ANIMALES

Para el trabajo de campo se utilizaron 15 vacas de raza Holstein, de segunda lactancia, producción promedio de 12 litros de leche/animal/día, encontrándose en el segundo tercio de producción y peso promedio de 500 Kg.

5.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos o dietas experimentales fueron los siguientes:

- T0: Pastoreo + Concentrado 4 Kilos + Melaza 200 gr (Testigo)
- T1: Pastoreo + Papa 1 kilo + Acacia 2 kilos + Melaza 200 gr
- T2: Pastoreo + Papa 2 kilos + Acacia 3 kilos + Melaza 200 gr
- T3: Pastoreo + Papa 3 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr
- T4: Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr.

5.6 EVALUACIONES GENERALES

- **Evaluación de la producción de la pradera.** La producción de la pradera se midió mediante el uso de cuadros de aforo de 25x25cm, 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 m². 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 de la papa richie (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*).** Se tomaron muestras de las materias primas utilizadas en los tratamientos evaluados, como acacia negra y papa richie, al inicio y final del ensayo para ser llevadas posteriormente al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño.

A partir de éstas, se obtuvieron submuestras de 100 g que fueron utilizadas para su posterior análisis bromatológico.

Los métodos y técnicas utilizados en la Universidad de Nariño para realizar el análisis proximal y determinación de la composición química fueron los siguientes:

- **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.
- **Presencia de metabolitos secundarios:** con muestras tanto de *Acacia decurrens* como de *Solanum tuberosum*, se determinó presencia de saponinas por medio de métodos de espuma, Rosenthaler. Vainillina – ac. Clorhídrico, y Molisch; Fenoles por medio de pruebas de cloruro férrico, gelatina – sal, acetato de plomo; esteroides por medio de Liebermann Burchard, Rosenheim, y Salkowski; alcaloides por medio de las pruebas de Dragendorff, Wagner, y Mayer.
 - **Análisis económico.** La alimentación e insumos del proyecto se asumieron como costos variables y como costos fijos los originados por los animales y mano de obra. Teniendo en cuenta lo anterior se determinó el costo total de producción y la rentabilidad.

Costo total = costos fijos + costos variables.

$$\% \text{ de rentabilidad} = \frac{\text{ingreso neto} \times 100}{\text{Costo total}}$$

5.7 VARIABLES EVALUADAS:

- **Condición corporal e incremento de peso.** Se tomó los datos al iniciar el experimento y posteriormente cada 15 días. El incremento de peso se obtuvo por diferencia del peso final y el peso inicial.
- **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 en el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño, 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.

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

5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, conformado por 5 tratamientos y 3 bloques con 3 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:

$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$; donde:

Y_{ij} = variable respuesta.

μ = media general del experimento.

T_i = efecto del tratamiento.

B_j = efecto del bloque.

E_{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.

5.8.1 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

- a) $H_0 = T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$; todos los tratamientos son iguales, no existe efecto atribuible a los tratamientos.
- b) $H_i = T_0 \neq T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$; todos los tratamientos son diferentes, existe efecto atribuible a los tratamientos.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Con relación a los valores nutritivos de la acacia negra (*Acacia decurrens*) y la papa presentan en su composición contenidos importantes de nutrientes; como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición química del follaje de acacia y papa richie, en el Centro Experimental Fedepapa, 2009.

	Acacia	Papa
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 (Mcal/kg)	3.29	3.82

Fuente: Laboratorio de Nutrición animal Universidad de Nariño, 2009

El follaje de acacia muestra un porcentaje de 20.33% de proteína cruda, valor relativamente alto al reportado por Medrano⁴², quien afirma que en relación con la calidad del follaje de acacia en Nariño, esta 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%.

⁴² MEDRANO, L. 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). 1999.

Norton⁴³ 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 la FEDNA (2003) como la yuca (4.5%), incluso a cereales como el sorgo (8.7%) y el maíz (7.7%). Por su parte, Calsamiglia⁴⁴, 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 y 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 porcentual de FDN para la acacia está en 39.25, según datos reportados por Fernández *et al*⁴⁵, la FDN se encuentra en un valor de 45.25%, muy superior al obtenido, esto tal vez se debe a que el corte de los arboles 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.

⁴³ NORTON, B., The nutritive value of tree legumes. In Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C Gutteridge and H Shelton (eds). CAB International, UK. 1994. p. 177 - 192.

⁴⁴ CALSAMIGLIA, S. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de Rumiantes: XIII Curso de Especialización FEDNA. Departamento de Patología y Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona, Madrid. 1997.

⁴⁵ FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A., GIRALDO, L. 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). 2006.

La acacia negra presentó un valor porcentual de FDA del 34.56, la FDA contiene celulosa y lignina, este valor es más alto al reportado por Rodríguez *et al*, en el cual indica un valor de 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 a 5.12 Mcal/E.B/kg que reporta Medrano (1999)⁴⁶, 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*⁴⁷, 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.

6.2 CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE

En el análisis de varianza (Anexo 1) 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.

6.3 PRODUCCIÓN DE LECHE

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 + Papa 1 kilo + Acacia 2 kilos + Melaza 200 gr), T2 (Pastoreo + Papa 2 kilos + Acacia 3 kilos + Melaza 200 gr), T3 (Pastoreo + Papa 3 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr), T4 (Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr.), y el concentrado comercial T0 (Pastoreo + Concentrado 4 Kilos + Melaza 200 gr). Sin embargo el promedio más alto lo

⁴⁶ MEDRANO, L. Op. Cit., p.1 2.

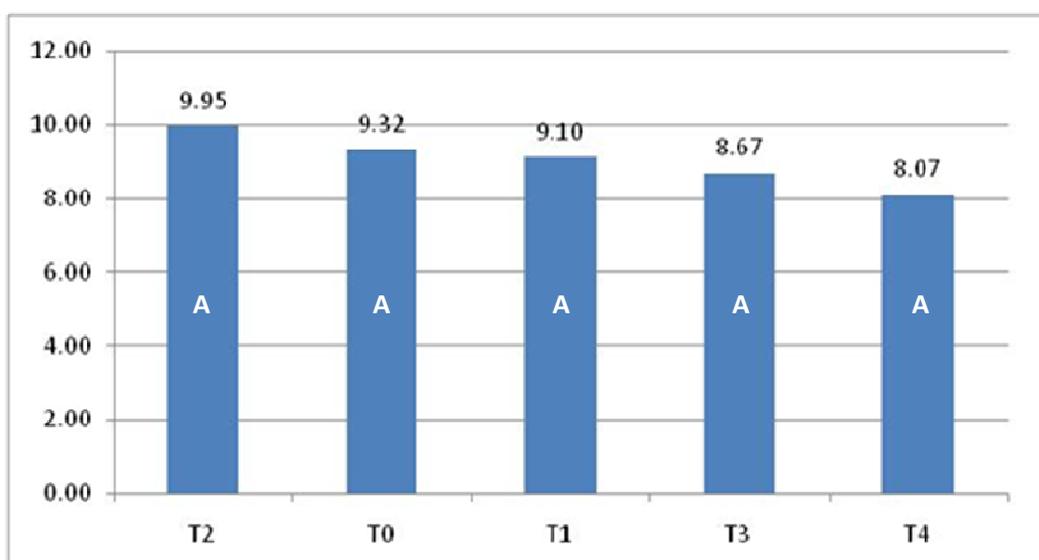
⁴⁷ MAYNARD, L., LOSLY, J., HINTZ, H., WARNER, R. Nutrición animal. México. McGraw-Hill. 1992., p. 202.

presentó el T2: 9.95 litros/día, seguido por el T0: 9.32 litros/día, T1: 9.10 litros/día, T3: 8.67 litros/día y por último T4: 8.07 litros /día.

Jaramillo y Jiménez⁴⁸ reportan que tratándose de follaje de arboles 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*⁴⁹, 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.

Figura 1. Producción de leche por cada tratamiento.



⁴⁸ JARAMILLO, R., JIMÉNEZ, A.. Evaluación Nutricional de Tres Especies de Arboles Forrajeros en la Alimentación de Vacas Holstein en el Trópico Alto de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2000., p. 68.

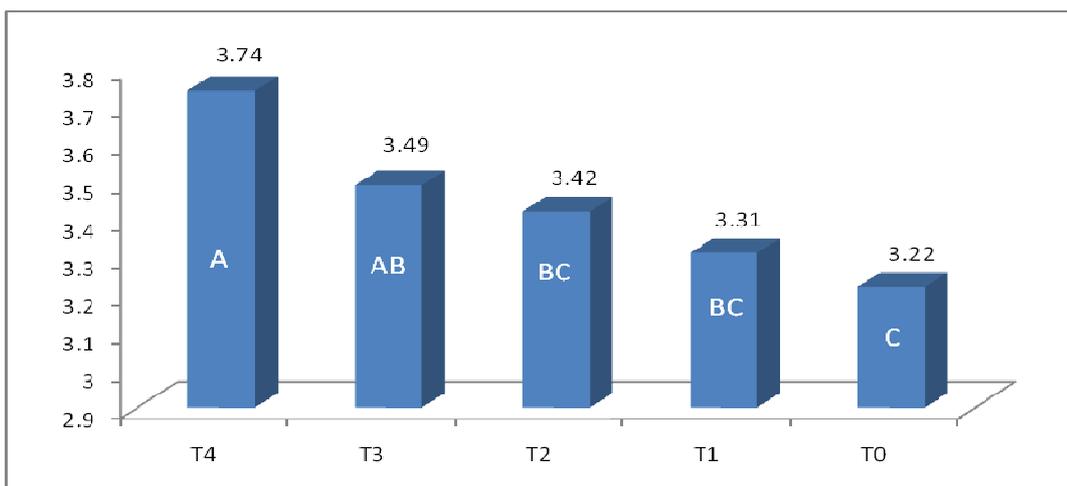
⁴⁹ FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A., GIRALDO, L. Op. Cit., p. 8.

6.4 GRASA

En cuanto a esta variable, la Figura 2 muestra que el promedio más alto fue para la ración Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr. (T4), con un valor de 3.74% de grasa, comportándose estadísticamente igual a la ración Pastoreo + Papa 3 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr (T3), en contraste, el promedio más bajo fue para el testigo (T0), con un valor que se comporta estadísticamente igual al T1 y T2.

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 honestidad 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*⁵⁰, la composición química de la leche respecto a la grasa no mostró diferencias significativas, como respuesta a los tratamientos evaluados T1 (Pastoreo + Papa 1 kilo + Acacia 2 kilos + Melaza 200 gr), T2 (Pastoreo + Papa 2 kilos + Acacia 3 kilos + Melaza 200 gr), T3 (Pastoreo + Papa 3 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr), T4 (Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr.), y el concentrado comercial T0 (Pastoreo + Concentrado 4 Kilos + Melaza 200 gr). La información con respecto a 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.

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



⁵⁰ FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A., GIRALDO, L. Op. Cit., p.7.

6.5 PROTEÍNA

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la proteína, altamente significativas entre tratamientos y significativas entre bloques. Por medio de la prueba de Tukey tenemos que 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, citado por Jaramillo y Jiménez⁵¹, encontró que el uso de morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales; así mismo, Esquivel, citado por Jaramillo y Jiménez, al reemplazar el 75% de concentrado por follaje de morera como suplemento tampoco encontró efectos apreciables sobre la calidad de la leche.

Carulla, citado por Fernández *et al*⁵², reporta 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*⁵³, 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 Zinsmeester⁵⁴

⁵¹ OVIEDO, F. Morera (*Morus sp*) en asocio con Poró (*Erythrina Poeppigiana*) como suplemento para las vacas lecheras en pastoreo. Tesis M.Sc. Turrialba, México, CATIE. 1995. Citado por: Jaramillo, Y., Jiménez, J., 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. 2000.

⁵² FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A., GIRALDO, L. Op Cit., p.8.

⁵³ MONTROYA, N., PINO, I., CORREA, H. 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. 2004.

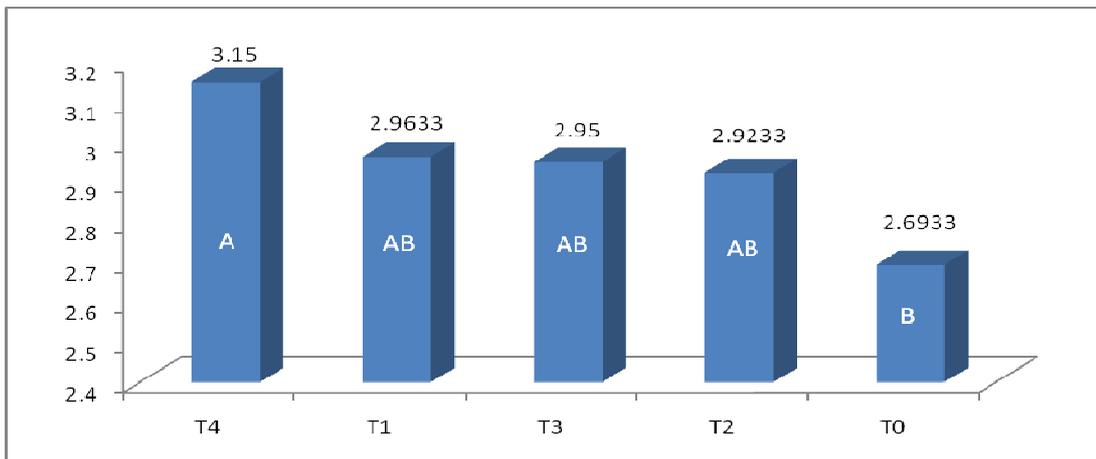
⁵⁴ KROMMER, B., AND C. ZINSMEESTER., Composition of potato starch in relation to variety and maturity. 1996. Disponible en Internet: <http://www.zestec.nl/starch/Kb2.htm>

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.

Khorasani, citado Montoya *et al*⁵⁵, indica 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*⁵⁶ 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 en la leche. En el caso de la presente investigación, se le sumaría la proteína aportada por parte de la acacia.

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



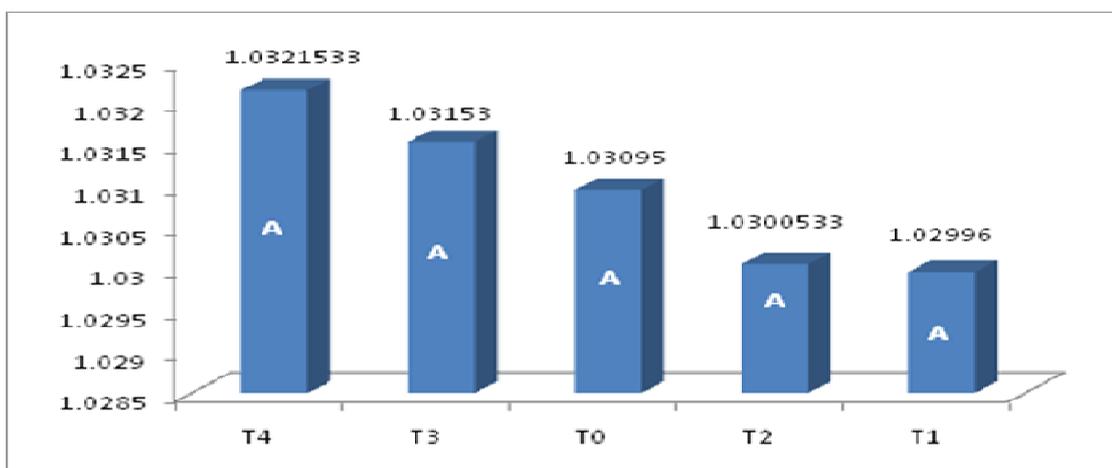
⁵⁵ KHORASANI, R. Applied dairy science (an sc 472). University of Alberta, Ca 1999. URL: <http://www.afns.ualberta.ca/dairy/dp472-5h.htm>. Citado por: Montoya, N., Pino, I., Correa, H. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein. Revista colombiana de ciencias pecuarias. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2004

⁵⁶ *Ibid.*, p.2.

6.6 DENSIDAD

No se encontraron diferencias significativas, sin embargo el T4 (Pastoreo + Papa 4 kilos + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr.) con 1,0321 mostro mayor valor con respecto a 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 richie no produce un efecto negativo y aunque estadísticamente no se observan diferencias, se observa un leve aumento en la densidad lo cual es favorable para la producción de quesos.

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



6.7 METABOLITOS SECUNDARIOS

En muestras de acacia negra y papa richie llevadas a los laboratorios de la Universidad de Nariño, se logró determinar los siguientes metabolitos secundarios que se muestran en la Tabla 4.

Para el caso de la acacia negra, presenta abundantes niveles de saponinas y fenoles, estas son las causantes del sabor amargo lo cual disminuye la palatabilidad, además disminuyen la capacidad de absorción de los alimentos en el tubo digestivo cuando se ingieren en cantidades superiores a las permitidas, resultan toxicas produciendo daños en las mucosas digestivas.

En el caso de la papa, muestra niveles bajos de metabolitos secundarios, pero se debe tener en cuenta la solanina que es un glucoalcaloide. Göhl citado por Montoya *et al*⁵⁷, 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. Lo que indica que la presencia de la solanina es mayor en la etapa de germinación.

TABLA 4: Metabolitos secundarios encontrados en la papa richie (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*), en el Centro Experimental, Fedepapa, 2009.

PARAMETRO	METODO	TECNICA	ACACIA	PAPA
Saponinas	Espuma	Cualitativa	+++	-
	Rosenthaler. Vainillina – ac. clorhídrico	Cualitativa	+++	-
	Molisch	Cualitativa	+	++
Fenoles	Cloruro Férrico	Cualitativa	++	-
	Gelatina – Sal	Cualitativa	++	+
	Acetato de Plomo	Cualitativa	+	+
Esteroides	Liebermann Burchard	Cualitativa	-	-
	Rosenheim	Cualitativa	-	-
Alcaloides	Salkowski	Cualitativa	+	+
	Dragendorff	Cualitativa	-	-
	Wagner	Cualitativa	-	-
	Mayer	Cualitativa	-	-

(-) Negativo, (+) Bajo, (++) Moderado, (+++) Abundante.

Orskov⁵⁸ manifiesta que las plantas que contienen taninos suelen ser resistentes a la degradación en el rumen, estos taninos tienen algún efecto sobre la digestibilidad de las proteínas a nivel del intestino delgado. La necesidad de incluir proteína sobrepasante en la ración es un aspecto muy importante para el productor, ya que los suplementos proteicos suelen ser el ingrediente más caro de la ración.

⁵⁷ GÖHL B. Tropical feeds. Food and agriculture organization of the United Nations. Software development by Oxford Computer Journals. Versión 30, 1992. Citado por: Montoya, N., Pino, I., 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. 2004

⁵⁸ ORSKOV, E. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, España, Acribia, 1988. P. 178.

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.

6.8 ANALISIS ECONÓMICO

Al observar el análisis para presupuestos parciales, desde el punto de vista económico, las vacas que consumieron los suplementos con las cantidades más bajas de papa y acacia, presentaron los mejores resultados, lo cual puede ser efecto de la menor utilización de las materias primas y que con estas cantidades se pudo mantener la producción como si se estuviera suministrando concentrado comercial, no siendo así para las dietas con más alto contenido de papa y acacia, ya que con estas dietas se obtiene mayor calidad de leche pero, a la vez, se está sacrificando la producción, lo cual repercute en una disminución de la ganancia neta parcial.

Los resultados obtenidos durante la suplementación de vacas lactantes muestran que la inclusión de los materiales evaluados sí repercute favorablemente en los rendimientos económicos, debido al bajo costo de los nutrientes aportados.

Tabla 5. Análisis de presupuesto parcial de las dietas establecidas en producción de leche en el Centro Experimental, Fedepapa. 2009.

COSTOS	DIETAS ESPERIMENTALES				
	T0	T1	T2	T3	T4
PASTOREO	876,08	876,08	876,08	876,08	876,08
PAPA	---	132,50	265,00	397,50	530,00
ACACIA	---	294,12	441,18	588,24	735,29
MELAZA	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00
CONCENTRADO (4 kilos)	2500	---	---	---	---
MANEJO	2641	2641	2641	2641	2641
TOTAL COSTOS PARCIALES (TC)	6142,58	4068.7	4348.3	4627.8	4907.4
LITRO LECHE/COSTO	660.4	447.1	434.8	531.9	605.9
INGRESOS	T0	T1	T2	T3	T4
PRODUCCION DE LECHE	9.3	9.1	10	8.7	8.1
Precio litro leche (\$)	772,19	772,19	772,19	772,19	772,19
TOTAL INGRESOS PARCIALES (TI)	7181.4	7026.3	7721.9	6718.1	6254.7
Margen bruto (TI-TC)	1038.8	2957.6	3373.6	2090.3	1347.3
Relación beneficio/costo (TI/TC)	1.17	1.73	1.77	1.45	1.27

1. Papa richie \$132.5/Kg
2. Acacia Negra \$ 147,06/Kg
3. Concentrado \$625/Kg
4. Pasto \$ 18.06/Kg/Fv

También es fundamental tener en cuenta el margen bruto, es decir, su rentabilidad y el B/C, donde todos los tratamientos de papa y acacia fueron mejores al testigo (concentrado) y donde el tratamiento T2 es el mejor (2 kilos papa + 3 kilos acacia) con relación B/C de 1.7, seguido del tratamiento 1 y el más bajo el de concentrado, por los altos precios del mismo. También el tratamiento 2, presenta bondades en proteína y grasa de 3.4% cercanas a los T3 y T4, que son de 3.5 y 3.7 % respectivamente, que en un momento dado puede influir en el precio de calidad de leche y sus valores son cercanos en condición corporal.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El follaje de acacia negra se destaca por tener una buena composición proteica, por lo que se convierte en una óptima alternativa alimenticia.
- El follaje de acacia posee un 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. La protección de la proteína da como resultado un incremento en el aporte de aminoácidos al animal hospedador.
- 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 que se han visto perjudicadas por el inadecuado contenido de energía de los pastos.
- Las dietas suministradas influyeron sobre aspectos de la calidad de la leche como 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, etc., 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.
- Los resultados de la suplementación indicaron que su inclusión no tiene efectos adversos sobre los rendimientos productivos de los animales, sin embargo sí repercute favorablemente en los rendimientos económicos

debido al bajo costo de los nutrientes aportados, en niveles usados en este ensayo.

- Los árboles de acacia presentan muchas ventajas de tipo nutricional, económico, social, técnico y ambiental, para formar parte de diferentes sistemas adaptables a las condiciones tropicales, lo cual los hace muy favorables para ser incluidos como factor importante en los sistemas de alimentación.

- El pequeño y mediano productor pueden obtener mayores beneficios económicos al usar productos de desecho presentes en la finca como la papa richie, además del uso de árboles como cercas vivas, producción de leña, podería y uso del follaje para alimentación de los animales en producción.

- 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.

7.2 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 ente planta suelo - animal.
- Puede ser de gran importancia determinar las cantidades de alimento que proporcionan los árboles y los cultivos de papa para así poder realizar una planeación adecuada para poder disponer de alimento en los sistemas de producción.
- Realizar ensayos que permitan determinar el consumo de follaje de acacia en condiciones de silvopastoreo, con el fin de establecer el consumo máximo de los bovinos de leche.
- Es fundamental conocer los efectos que puede causar mayores niveles de inclusión de papa en las dietas de las vacas lecheras la zona de estudio.
- La combinación de papa y acacia en dietas alimenticias 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 (combinación de 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 richie, con el fin de establecer la eficiencia de la proteína aportada y estimar si la relación energía-proteína producida en el rumen es adecuada.
- Es conveniente hacer investigación sobre la utilización de follaje de acacia, como parte de la alimentación en otras especies animales de utilidad para

el hombre, con el fin de observar los efectos de esta fuente alimenticia sobre los rendimientos productivos de los animales de manera que se pueda obtener mayor información sobre sus bondades y limitantes.

- 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Acacia como suplemento alimenticio. En: actividades rurales. [En línea]. (2007). [consultado el 29 de julio de 2009]. Disponible en: <<http://www.actividadesrurales.com/medio-rural/acacia-como-suplemento-alimenticio.php>>.
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE IPIALES. 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. P. 16. 2000.
- BARTHOLAMAUS, A.; CORTES, A.; SANTOS, G.; ACERO, E.; MOOSBRUGGER, W. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Santafé de Bogotá. Corporación Autónoma Regional. 1998., p. 25.
- BOTANICAL ONLINE. Plantas Venenosas. [online]. 2010. [citado 14 de agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <http://www.botanical-online.com/plantasvenenosas.htm>>.
- CADENA 3., Investigan el efecto de los taninos en rumiantes. [online]. 03 de agosto de 2010. [citado 14 agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.cadena3.com/contenido/2010/08/03/58906.asp>>.
- FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A., GIRALDO, L., 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). 2006.
- GIRALDO, Alfonso. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Bogotá, La Dorada, Santa Marta. 1996. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pág.: 57-72.

- GIRALDO, Alfonso. Evaluación bajo sistemas silvopastoriles en clima frío de Colombia: Potencial de *A. decurrens*. IN: Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica. Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Roma: Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 2003. [citado 28 Julio 2009]. Disponible World Wide Web: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s00.HTM> ISSN 1014-1200

- GIRALDO, Alfonso. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 1998. p, 201. [citado 28 Julio 2009]. Disponible en World Wide Web: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Girald13.htm>>

- GIRALDO L, BOTERO J, SALDARRIAGA J Y DAVID P. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región Atlántica de Colombia. Revista Agroforestería de las Américas. Año 2 N° 8. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1995. P.14-19.

- GIRALDO, Luis y BOLÍVAR Diana. 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). 2006.

GONZÁLEZ J; CHAMORRO D. Suplementación con follaje de *Acacia decurrens*, *Chusquea scadens* y *Solanum Tuberosum* a vacas Holstein en producción en el municipio de Ubaque, Cundinamarca. FECHA DE PUBLICACIÓN: 14/11/2006 Disponible en Internet: URL http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=1063&AREA=GDL-141

- 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>

- JARAMILLO, R., JIMÉNEZ, A. 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. 2000. p. 68. 75.

- KROMMER, B., AND C. ZINSMEESTER., Composition of potato starch in relation to variety and maturity. 1996. Disponible en Internet: <http://www.zestec.nl/starch/Kb2.htm>

- LESMEZ, Catalina y VAN DEN BERGHE, Edgar. ceba de corderos con diferentes niveles de papa como fuente energética: ovinos y caprinos. En: Revista virtual de zoociencia. [en línea]. (1993). [consultado el 29 de julio de 2009]. Disponible en <http://www.udca.edu.co/zoociencia/ovinoscapri.html#3>.

- MAYNARD, L., LOSLY, J., HINTZ, H., WARNER, R. Nutrición animal. México. McGraw-Hill. 1992. p. 202.

- MEDRANO, L. 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). 1999.

- Montoya, N., Pino, I., Correa, H. 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. 2004.

- MONSALVE, Orlando .compatibilidad agronómica del cultivo intercalado de papa (*Solanum tuberosum* L) y cebolla (*Allium fistulosum*). En: revista latinoamericana de la papa. [En línea].vol. 1. (1988). [consultado el 29 de julio de 2009].disponible en <<http://www.papaslatinas.org/v1n1p74.pdf>>

- National Research Council (U.S.). Advisory Committee on Technology Innovation. Firewood crops: shrub and tree species for energy production: volume 2: report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation, Board on Science and Technology for International Development, Office of International Affairs. Fuel wood species for tropical

highlands. *Acacia decurrens*. Washington, D.C.: National academy press. 1983. p 28. Vol. 2.

- NORTON, B., The nutritive value of tree legumes. In *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. C Gutteridge and H Shelton (Eds). CAB International, UK. 1994. p. 177 - 192.
- Ojeda, F. La conservación como ensilaje en zonas tropicales. Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba. *Pastos y Forrajes*. 2000. P. 97.
- ORSKOV, E. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, España, Acribia, 1988. P. 178.
- Preston, T.R. y Leng. R.A. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Círculo de Impresores. Cali, Colombia, 1990. p., 312.
- RAZZ, Rosa y CLAVERO, Tyrone. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *panicum maximum* - *Leucaena leucocephala*. *RC*. [online]. feb. 2007, vol.17, no.1 [citado 27 Julio 2009], p.53-57. Disponible en la World Wide Web: <http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007002000008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-2259.
- RIVERA, Julio. Producción bovina para leche. Pasto: graficolor. 1997. p 59.
- ROGGERO, P., BELLON, S Y ROSALES, M. 1996. Sustainable feeding systems based on the use of local.
- Resources. En: Rumiant use of fodder resources in warm climate countries. IVth International symposium on the nutrition of herbivores. Francia. *Annales de Zootechnies*. 45: 105-118. [citado 28 Julio 2009]. Disponible en Worl Wibe Web: < <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=3242644>>

- SANCHEZ, Manuel. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Roma: Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 1998. 11p. [citado 28 Julio 2009]. Disponible World Wide Web: www.fao.org/lead.virtualcenter.htm
- Sistema Nacional de información de papa-SINAIPA. 2002. El correo de la papa. En: Semillas de papa y tubérculos de Semilla. Boletín mensual No.08-Abril.
- SNOWDON, Murray. Feeding potatoes to cattle. New Brunswick. [online] Canadá. [Citado 29 Julio 2009]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.gnb.ca/0170/01700002-e.asp>>
- Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Nariño, (SAGAN). Programa Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa, informe proyectos locales. 2009.
- WIKIPEDIA, enciclopedia libre. Compuesto Fenolico. [online]. 25 de abril de 2010. [citado 14 agosto de 2010]. Disponible en World Wide Web: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Fenoles_\(metabolitos_secundarios_de_las_plantas\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fenoles_(metabolitos_secundarios_de_las_plantas))>.

ANEXOS

ANEXO A: ANDEVA. 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.

		PRODL	GRAS	PROT	DENS	ST	CC	GP
F de V	DF	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

Anexo B. Análisis estadístico para la calidad composicional de la leche.

Tabla 1. Producción de leche

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	0.00001070	0.00000267	2.07	0.1775
BLOQ	2	0.00000256	0.00000128	0.99	0.4133

Tabla 2. Densidad

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	1.43422667	0.35855667	0.48	0.7515
BLOQ	2	2.84377333	1.42188667	1.90	0.2117

Tabla 3. Sólidos totales

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	7.26100000	1.81525000	1.01	0.4548
BLOQ	2	0.52033333	0.26016667	0.15	0.8670

Anexo C. Andeva de condición corporal

Tabla 1. Condición corporal

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	5.91382667	1.47845667	1.21	0.3786
BLOQ	2	0.48009333	0.24004667	0.20	0.8257

Anexo D. Andeva para ganancia de peso.

Tabla 1. Ganancia de peso

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	0.19884000	0.04971000	1.54	0.2789
BLOQ	2	0.06725333	0.03362667	1.04	0.3960

Anexo E. Andeva para porcentaje de grasa en leche.

Tabla 1. Porcentaje de grasa.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	0.47156000	0.11789000	13.22	0.0013
BLOQ	2	0.00537333	0.00268667	0.30	0.7480

Anexo F. Prueba de honesta de túkey para grasa.

Tabla 1. Prueba honesta de Tukey para grasa

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	3.74000	3	T4
A			
B A	3.49000	3	T3
B			
B C	3.42333	3	T2
B C			
B C	3.31333	3	T1
C			
C	3.22000	3	T0

Anexo G. Andeva para porcentaje de proteína en leche.

Tabla 1. Porcentaje de Proteína

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	0.31736000	0.07934000	3.88	0.0488
BLOQ	2	0.24132000	0.12066000	5.90	0.0267

Anexo H. Prueba honesta de tukey para proteína.

Tabla1. Prueba honesta de Tukey para proteína.

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	3.1500	3	T4
A			
B A	2.9633	3	T1
B A			
B A	2.9500	3	T3
B A			
B A	2.9233	3	T2
B			
B	2.6933	3	T0

Anexo I. Análisis económico de pradera.

Tabla 1. Implantación y mantenimiento de pradera

LABORES	UNIDAD	CNTIDAD	VR.UNITARIO	VR.TOTAL
LIMPIEZA DE TERRENO	JORNAL	4	10.000,00	40.000,00
PREPARACION DE TERRENO	HORAS	10	25.000,00	250.000,00
SIEMBRA	JORNAL	4	10.000,00	40.000,00
INSTALACION DE CERCAS	JORNAL	3	10.000,00	30.000,00
SEMILLA	KILO	10	16.000,00	160.000,00
CAL	BULTO	20	12.000,00	240.000,00
FERTILIZANTE	BULTO	2	97.000,00	194.000,00
HERBICIDA	GALON	1	45.000,00	45.000,00
ALAMBRE	KILO	50	3.200,00	160.000,00
POSTES	UNIDAD	140	1.500,00	210.000,00
GRAPAS	KILO	3	1.500,00	4.500,00
FERTIFOLIAR	FRASCO	1	25.000,00	25.000,00
GALLINAZA	BULTO	25	20.000,00	500.000,00
TOTAL				1.898.500,00

Anexo J. Valor del kilogramo de follaje de acacia

Tabla 1. Calculo del valor del kilogramo d follaje de acacia

LABORES	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNIT.	VR. TOTAL
CORTE DE ARBOLES	HORA	1	1.250,00	1.250,00
COSECHA	HORA	6	1.250,00	7.500,00
ACARREO	HORA	1	1.250,00	1.250,00
TOTAL				10.000,00

Promedio de cosecha diario ----- 68 Kg

\$ 10.000 / 68Kg = \$147.06 ----- Precio de 1 Kg de follaje de Acacia

Anexo K. Valor del kilogramo de papa richie

Tabla 1. Calculo del valor del kilogramo de papa richie.

LABORES	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNIT.	VR. TOTAL
COMPRA DEL PRODUCTO	BULTO	1	5.000,00	5.000,00
TRANSPORTE	UNIDAD	1	1.000,00	1.000,00
LAVADO Y PICADO	MINUTOS	30	625	625
TOTAL				6.625,00

$\$6.625 / 50\text{Kg} = \132.5 ----- precio de 1Kg de papa richie