

EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*) Y ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) COMO ALTERNATIVA DE SUPLEMENTACIÓN PARA NOVILLAS DE LEVANTE HOLSTEIN EN EL TRÓPICO DE ALTURA DE NARIÑO

GENNY ADRIANA ROSERO GUARANGUAY
MAURICIO ERNESTO MORA MARCILLO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2010

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS RESIDUOS DE PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*) Y ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) COMO ALTERNATIVA DE SUPLEMENTACIÓN PARA NOVILLAS DE LEVANTE HOLSTEIN EN EL TRÓPICO DE ALTURA DE NARIÑO

GENNY ADRIANA ROSERO GUARANGUAY
MAURICIO ERNESTO MORA MARCILLO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ZOOTECNISTA

Presidente
ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Zootecnista, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2010

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

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

Nota de aceptación:

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zoot., M.Sc.
Presidente

EFREN INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., Esp.
Jurado delegado

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

San Juan de Pasto, Agosto del 2010.

DEDICATORIA

A Dios, por crearme, ser la luz en mi camino, brindarme salud, protección y fortaleza “Muchas gracias Diosito”, por permitir culminar esta etapa de mi vida y por hacer grandes bendiciones en mí.

A mis padres, Rosa y Ricardo, gracias por darme la vida, por sus enseñanzas que me han hecho crecer como persona, por el esfuerzo, dedicación, sacrificio y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y en el transcurso de mi carrera, permitiéndome salir adelante, los quiero mucho.

A mis hermanas, Marcela y Maritza, por estar conmigo en todos los momentos de mi vida. “Gracias”.

A mis sobrinos, Santiago y Felipe por llenar de alegría mi vida por su presencia.

A mi abuelita Esperanza, una persona que me ha brindado todo su amor y siempre ha querido lo mejor para mí, que hizo de mi una buena persona. Te quiero mucho.

A mis amigos que me brindaron su ayuda para la realización de este trabajo y por haber compartido tantos momentos felices y de enriquecimiento personal.

A mi compañero de tesis, Mauricio Mora, por su amistad brindada en todo este tiempo.

GENNY ADRIANA ROSERO GUARANGUAY

DEDICATORIA

A Dios

A mi padre Luis Francisco Mora

A mi madre Gloria Edilma Marcillo

A mi tío José Bernardo Marcillo

A mis hermanos Rosa Edilma Mora
Lida Elizabeth Mora
Jhon Alexander Mora
Edwin Jesús Mora

A mi sobrina María Alejandra Jurado

A mi compañera de tesis, Adriana Rosero

MAURICIO ERNESTO MORA MARCILLO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN	Zoot., M.Sc.
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zoot., Esp.
JORGE FERNANDO NAVIA	I.A., M.Sc.PhD
SONIA LUCIA NAVIA DE MOSQUERA	I.A., M.Sc.
ÁLVARO JOSÉ MOSQUERA ROBBIN	I.A., M.Sc.
SONIA PATRICIA RODRÍGUEZ UNIGARRO	Zoot., M.Sc.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Laboratorista
EDISON GAVIRIA	I.A.
VICTOR LÓPEZ	Técnico Agropecuario

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Al Centro de Investigación, Capacitación y Transformación de productos agropecuarios de FEDEPAPA, en cuyas instalaciones se ha realizado este trabajo y al personal laboral.

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

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	25
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
3. OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVO GENERAL	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. MARCO TEÓRICO	28
4.1 GENERALIDADES DE LA RAZA HOLSTEIN	28
4.1.1 Descripción de la raza Holstein	28
4.2 GENERALIDADES DEL RUMIANTE	28
4.2.1 Fisiología digestiva	28
4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	29
4.3.1 Necesidades de Proteína	30
4.3.2 Necesidades de Fibra	30
4.3.3 Necesidades de Energía	30
4.3.4 Necesidades de Agua	31
4.3.5 Necesidades de Minerales y vitaminas	31
4.4 GENERALIDADES PASTO KIKUYO(<i>Pennisetum clandestinum</i>)	32
4.4.1 Origen	32
4.4.2 Descripción botánica	32

4.4.3	Clasificación botánica	33
4.4.4	Valor nutritivo	33
4.5	GENERALIDADES DE LA PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>)	34
4.5.1	Origen	34
4.5.2	Descripción botánica	34
4.5.3	Adaptación edafoclimática	35
4.5.4	Principales componentes de la papa	36
4.5.5	Cosecha y preselección	36
4.5.6	Usos de la papa en alimentación animal	37
4.6	GENERALIDADES DE LA ESPECIE ARBOREA ACACIA (<i>Acacia decurrens</i>)	37
4.6.1	Origen	37
4.6.2	Descripción botánica	38
4.6.3	Clasificación botánica	38
4.6.4	Adaptación edafoclimática	39
4.6.5	Propagación	39
4.6.6	Uso de la acacia negra en alimentación animal	39
4.7	GENERALIDADES DE SISTEMAS SILVOPASTORILES	40
4.7.1	Definición	40
4.7.2	Tipos de Sistemas Silvopastoriles	40
4.7.3	Importancia de los SSP en la alimentación de rumiantes	41
4.8	FACTORES ANTINUTRICIONALES	42
4.8.1	Taninos	42
4.8.2	Saponinas	43

4.8.3	Alcaloides	43
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	44
5.1	MATERIAL Y MÉTODO	44
5.1.1	Localización	44
5.1.2	Duración del estudio	44
5.1.3	Animales	44
5.1.4	Materiales y equipos	44
5.1.5	Alimentación	45
5.1.6	Suplementación	45
5.1.7	Tratamientos	45
5.1.8	Pradera	45
5.2	EVALUACIONES GENERALES	46
5.2.1	Evaluación de la producción de la pradera	46
5.2.2	Evaluación bromatológica y valor nutritivo del pasto kikuyo, papa richie y acacia negra	46
5.2.3	Evaluación del consumo de materia seca	47
5.2.4	Evaluación del comportamiento productivo de las novillas de levante	47
5.2.5	Evaluación de la conversión alimenticia	47
5.3	PRUEBA FITOQUÍMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN ACACIA NEGRA (<i>Acacia decurrens</i>) Y PAPA RICHIE (<i>Solanum tuberosum</i>)	47
5.3.1	Saponinas	48
5.3.2	Fenoles	48

5.3.3	Esteroides	48
5.3.4	Alcaloides	48
5.4	DISEÑO EXPERIMENTAL	48
5.5	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	48
5.6	VARIABLES EVALUADAS	49
5.6.1	Incremento de peso	49
5.6.2	Incremento de talla	49
5.6.3	Mejora de condición corporal	49
5.6.4	Análisis parcial de costos	49
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
6.1	PRODUCCIÓN DE LA PRADERA	50
6.2	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO KIKUYO (<i>Pennisetum clandestinum</i>), ACACIA NEGRA (<i>Acacia decurrens</i>) Y PAPA RICHIE (<i>Solanum tuberosum</i>)	51
6.2.1	Composición bromatológica del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	51
6.2.2	Composición bromatológica de la acacia negra (<i>Acacia decurrens</i>)	54
6.2.3	Composición bromatológica de la papa richie (<i>Solanum tuberosum</i>)	58
6.3	METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN LA ACACIA NEGRA Y PAPA RICHIE	62
6.4	CONSUMO DE MATERIA SECA	64
6.5	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS NOVILLAS	66
6.5.1	Ganancia diaria de peso	67
6.5.2	Incremento diario de talla	69

6.5.3	Condición Corporal	71
6.5.4	Estimación de la conversión de alimento	72
6.6	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	75
6.7	MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA LAS VARIABLES PRODUCTIVAS	76
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
7.1	CONCLUSIONES	77
7.2	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	89

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Requerimientos nutricionales diarios de las novillas.	32
Tabla 2. Composición química del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).	33
Tabla 3. Componentes de la papa.	36
Tabla 4. Dietas experimentales del ensayo papa-acacia en novillas Holstein de la finca FEDEPAPA.	45
Tabla 5. Producción del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).	50
Tabla 6. Composición bromatológica del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).	51
Tabla 7. Composición bromatológica de la acacia negra (<i>Acacia decurrens</i>).	55
Tabla 8. Composición bromatológica de la papa richie (<i>Solanum tuberosum</i>).	59
Tabla 9. Rangos para la lectura fitoquímica cualitativa.	62
Tabla 10. Pruebas fitoquímicas preliminares para metabolitos secundarios.	62
Tabla 11. Consumo diario de alimento en materia seca (kg/día).	64
Tabla 12. Ganancia diaria de peso (kg) por cada tratamiento.	69
Tabla 13. Evolución de talla (cm) por tratamiento.	69
Tabla 14. Evolución de condición corporal por tratamiento	71
Tabla 15. Conversión de alimento por cada tratamiento.	72
Tabla 16. Resultados económicos en cada uno de los tratamientos.	75
Tabla 17. Matriz de ponderación para las variables productivas.	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Consumo de materia seca (kg/día) por tratamiento.	65
Figura 2. Ganancia diaria de peso (kg) para cada tratamiento.	67
Figura 3. Incremento diario de talla (cm) para cada tratamiento.	70
Figura 4. Incremento de condición corporal periodo para cada tratamiento.	71
Figura 5. Conversión alimenticia (kg MS/kg PV).	73
Figura 6. Relación Beneficio-Costo para cada uno de los tratamientos.	76

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para la variable Ganancia diaria de peso en las novillas de levante Holstein.	90
Anexo B. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para incremento diario de talla en las novillas de levante Holstein.	91
Anexo C. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para la condición corporal en las novillas de levante Holstein.	92
Anexo D. Análisis de varianza para las variables ganancia diaria de peso, incremento diario de talla y condición corporal.	93
Anexo E. Balance de dietas para novillas finca Fedepapa.	94
Anexo F. Análisis Químico Proximal de las materias primas.	97
Anexo G. Composición Bromatológica del kikuyo, Acacia negra y papa richie.	98
Anexo H. Análisis Económico.	100
Anexo I. Evaluación de la producción de la pradera.	101
Anexo J. Alimentación animal con suministro de Acacia negra (<i>Acacia decurrens</i>) y papa richie (<i>Solanum tuberosum</i>).	102
Anexo K. Evaluación de pesaje, talla y condición corporal de las novillas.	106

GLOSARIO

ALIMENTO: cualquier material, generalmente de origen vegetal o animal, que contiene los nutrimentos esenciales.

ACACIA NEGRA: árbol de la familia Fabaceae, que alcanza desde 10 a 13m de altura, de follaje verde mate, flores amarillas y vainas de color pardo-rojizas.

ANÁLISIS PROXIMAL: combinación de procedimientos analíticos que se utilizan para cuantificar el contenido de proteínas, lípidos, materia seca, cenizas y glúcidos de los alimentos, tejidos animales o excretas.

BROMATOLOGÍA: es el análisis de las propiedades químicas de un alimento llevadas a cabo en un laboratorio.

CONDICIÓN CORPORAL: consiste en la apreciación visual y/o palpación de determinadas zonas del cuerpo del animal, otorgándole a la observación valores numéricos predeterminados.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: cantidad de alimento que necesita consumir un animal para incrementar 1 Kg. de peso.

DIETA: mezcla de alimentos que se suministra según un programa continuo o prescrito; una dieta balanceada suministra todos los nutrimentos necesarios para mantener una salud normal y las funciones productivas.

DIGESTIBILIDAD: es la capacidad de un determinado principio inmediato de ser realmente asimilado por un animal.

MATERIA SECA: resultado de restar la humedad del material analizado (alimento) y que generalmente se da en términos de porcentaje.

METABOLITOS SECUNDARIOS: compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas.

PALATABILIDAD: conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hace que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero.

PAPA RICHIE: es la papa no comercial de tamaño pequeño (menor de 40 g), o la muy grande que presente cortaduras, malformación o coloración verde.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES: son las necesidades nutritivas de los seres vivos para cumplir con su normal desarrollo, crecimiento, reposición de tejidos y conservación.

VALOR NUTRITIVO: balance de nutrientes de un forraje o alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento para el crecimiento y producción.

RESUMEN

El presente trabajo hace parte de un macroproyecto, aprobado por el Ministerio de Agricultura, denominado “Evaluación del manejo de los residuos de papa (richie) y algunas especies forrajeras arbustivas como suplemento animal para los bovinos de leche en el trópico de altura de Nariño”, el cual se llevó a cabo en el Centro de Investigación, Capacitación y Transformación de productos agropecuarios de FEDEPAPA, ubicado en la vereda Obonuco, del municipio de Pasto (Nariño). Con una altura de 2.710 msnm, precipitación de 840 mm, y temperatura promedio de 13° C.

Teniendo en cuenta que la ganadería de leche es el sistema más usado por los productores de papa para rotar sus cultivos, forma una parte esencial en el sistema productivo Papa-Pastos-Bovinos de leche, siendo necesario para su desarrollo un buen aprovechamiento de recursos locales, minimizar el deterioro de suelos y de recursos naturales. Por lo tanto, en este proyecto se evaluó y elaboró dietas balanceadas isoproteicas e isoenergéticas con el aprovechamiento de la papa de desecho (richie) y follaje de acacia negra (*Acacia decurrens*), abundante en la finca, generando un buen uso de los recursos locales y reducción de costos de producción.

Se trabajó con un grupo de 14 novillas de levante Holstein, con una edad y peso promedio de 9 meses y 221 kilos, a las cuales se les suministró forraje arbóreo de Acacia negra y papa richie en mezcla con pasto kikuyo en diferentes porcentajes.

Los animales se distribuyeron en un diseño de bloques incompletos al azar, conformado por siete tratamientos, dos repeticiones por tratamiento, cada réplica estuvo constituida por dos novillas de levante que se sometieron a los siguientes tratamientos: T1 o testigo (Pastoreo + Concentrado 3 Kilos + Melaza 200 gr), T2 (Pastoreo + Papa 5 kilos+ Melaza 200 gr), T3 (Pastoreo + Acacia 5 kilos + Melaza 200 gr), T4 (Pastoreo + Papa 1 kilo + Acacia 3 kilos + Melaza 200 gr), T5 (Pastoreo + Papa 2 kilos + Acacia 4 kilos + Melaza 200 gr), T6 (Pastoreo + Papa 3 kg + Acacia 5 kg + Melaza 200 gr) y T7 (Pastoreo + Papa 4 kg + Acacia 6 kilos + Melaza 200 gr).

Para evaluar los distintos tratamientos se realizaron los respectivos análisis de varianza y la respectiva prueba de Tukey para las variables productivas incremento de peso, talla y condición corporal de las novillas de levante Holstein.

De acuerdo con el análisis de varianza (ANDEVA), no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos respecto al testigo comercial, en relación a las variables incremento de peso, talla y condición corporal.

Para el consumo de alimento, se demostró que el mayor consumo de materia seca se obtuvo con el T7 (12.78 kg MS/día), seguido de T1 con 12.32 kg MS/día y el menor para el T2 con 10.61kgMS/día.

El T2 presentó la mayor ganancia diaria de peso, de acuerdo a la prueba de Tukey con 1.125kg, seguido de T1 con 1.108kg, y los que presentaron valores más bajos fueron el T6 y T5 con 0.875 y 0.98 kg respectivamente.

Para incremento diario de talla, se obtuvo un valor superior con el T7 (0.15cm), seguido del T1 (0.125cm), y el que presentó menor aumento fue el T2 con 0.095cm.

Con relación al incremento de condición corporal periodo, el T7 mostró un valor superior (0.800), seguido del T6 (0.775), y el que obtuvo un menor aumento fue el T5 con 0.400.

Para el parámetro conversión alimenticia se encontró una mejor eficiencia en conversión con el T2 (9.431 kg MS/kg PV), seguida del T3 (10.8 kg MS/kg PV), y el que mostró un resultado menos eficiente fue el T6 con un valor de 14kg MS/kg PV.

Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento T4 (\$4272.88), seguido del T2 con (\$4361.7), y el de mayor costo fue el T1 (\$6399.2).

La mejor relación beneficio-costos se obtuvo con el T2 (1.55), seguido del T3 con (1.47), y la más baja la presentó el T1, con 1.04.

ABSTRACT

The present work does part of a larger project, approved by the Ministry of Agriculture, called "Evaluation of the managing of the potato's residues (richie) and some species fodder shrubs as animal supplement for dairy cattle in tropical height of Nariño", which was carried out in the Center of Investigation, Training and Transformation of FEDEPAPA's agricultural products, located in the sidewalk Obonuco, of the municipality of Pasto (Nariño). With a height of 2.710 m, precipitation of 840 mm and average temperature of 13 ° C.

Given that dairy farming is the system most used by potato farmers to rotate their cultures, is an essential part in the production system Potato-Pastures-Dairy cattle, being necessary for his development a good utilization of local resources, to minimize the deterioration of soils and of natural resources. Therefore, this project was evaluated and balanced diet developed isoproteicas and isoenergeticas with the use of potato waste (richie) and foliage of black acacia (*Acacia decurrens*), abundant in the farm, generating a good use of the local resources and reduction of production costs.

We worked with a group of 14 Holstein heifers east, with an age and weight mean of 9 months and 221 kilos, which were given black Acacia tree fodder and richie potato mixed with kikuyo grass in different percentages.

The animals were distributed in an incomplete block design at random, made up of seven treatments, two replications per treatment, each replicate consisted of two heifers east that surrendered to the following treatments: T1 or witness (Grazing + concentrate 3 Kilos + Molass 200 grams), T2 (Grazing + Potato 5 kilos + Molass 200 grams), T3 (Grazing + Acacia 5 kilos + Molass 200 grams), T4 (Grazing + Potato 1 kilo + Acacia 3 kilos + Molass 200 grams), T5 (Grazing + Potato 2 kilos+ Acacia 4 kilos + Molass 200 grams), T6 (Grazing + potato 3 kg + Acacia 5 kg + Molass 200 grams) and T7 (Grazing + 4 kg Potato + Acacia 6 kilos + Molass 200 grams).

To evaluate the different treatments there were realized the respective analyses of variance and Tukey test respectively for production variables feed intake, weight increase, height and body condition of Holstein heifers east.

According to the analysis of variance (ANOVA), they did not find significant differences ($P < 0.05$) between the treatments with respect to the commercial witness, in relation to the variables feed intake, weight increase, height and body condition.

For food consumption, by Tukey test, there was demonstrated that the major consumption of dry matter was obtained by the T7 (12.78 kg DM/day), followed by T1 to 12.32 kg DM/day and the minor for the T2 with 10.61 kg DM/day.

The T2 presented the major daily profit of weight, with 1.125kg, followed by T1 with 1.108kg, and those who presented lower values were the T6 and T5 with 0.875 and 0.98 kg respectively.

For daily increase of height, a higher value was obtained with T7 (0.15cm), followed by T1 (0.125 cm), and which showed the lowest increase was the T2 with 0.095cm.

With relation to the evaluation of body condition, T5 showed a higher qualification (3.22), followed by T3 (3.14), and that was a lower score was the T7 with 2,965.

For the parameter food conversion met a better conversion efficiency with T2 (9431 kg DM / kg BW), followed by T3 (10.8 kg DM / kg BW) and showed a less efficient result was the T6 with a value of 14 kg DM / kg BW.

The lower feed costs were presented the treatment T4 (\$ 4,272.88), followed by T2 with (\$ 4361.7), and the major cost was the T1 (\$ 6399.2).

The best benefit-cost relation was obtained with T2 (1.55), followed by T3 (1.47) and the lowest was presented by T1, with 1.04.

INTRODUCCIÓN

La actividad pecuaria principal en zonas del trópico alto de Colombia es la producción de leche basada en el uso de razas especializadas (Holstein) cuya alimentación principal la constituyen los forrajes Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y raygras (*Lolium multiflorum*). Adicionalmente, estos sistemas de producción, por utilizar animales especializados, tienen altos requerimientos nutricionales que la calidad de praderas no satisface; esto hace necesario utilizar suplementos alimenticios de alto costo que repercute en la rentabilidad del sistema¹.

Además, los sistemas de producción han surgido después de la tala y quema de los bosques altoandinos o de niebla, resultando en agroecosistemas con una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos, especialmente susceptibles a la erosión, lo cual ha conllevado a la degradación ambiental y disminución de la capacidad de carga de las pasturas debido a que una alta proporción (> 40%) están degradadas por el manejo inadecuado y el cultivo de especies inapropiadas.

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles, tanto biológica como económicamente, los sistemas silvopastoriles (SSP) son una buena alternativa, ya que, además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, pueden ser utilizados como barreras rompevientos, controlar la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos².

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 forrajeros. Una forma eficiente de hacer uso de esta diversidad, como proveedora de forrajes para el animal, es incluir en la dieta árboles forrajeros como la acacia negra (*Acacia decurrens*), la cual puede tener potencial de uso en SSP en clima frío, debido a su buena adaptación, crecimiento acelerado y producción de biomasa comestible de alta calidad.

En Colombia, en las regiones alto andinas, existen recursos forrajeros y subproductos agroindustriales que, por sus niveles de nutrientes, tienen la oportunidad de ser utilizados como materias primas para la fabricación de suplementos para bovinos.

Por lo tanto, con esta investigación se contribuirá con el conocimiento del potencial real de utilización de nuevas alternativas con recursos locales como la

¹ GIRALDO, L. Evaluación del potencial multipropósito en dos especies de Acacia para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en clima frío. Memorias V ENICIP. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Abril, 1999. Vol.12, no.65p.32-34.

² SZOTT, L. Ganadería y medio ambiente en América Latina. En: XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Caracas, Junio, 2004.p.49-52.

especie arbórea acacia negra "*Acacia decurrens*" y papa de desecho "*Solanum tuberosum*" en la ración, proporcionando una opción económicamente viable para la alimentación de rumiantes en el trópico alto colombiano que podría reemplazar parte del concentrado y así disminuir costos en la alimentación.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En cualquier sistema de producción ganadera, los forrajes de buena calidad proporcionan el alimento más económico para los bovinos; por lo tanto, se debe derivar de ellos la mayor parte de los nutrientes requeridos. Es de anotar que, dentro de las ganaderías lecheras colombianas, el manejo más deficiente recae sobre las hembras de reemplazo, ya que son éstas las que pastorean el forraje rechazado por los animales en producción, impidiendo que las terneras tengan acceso a un forraje de buena calidad que suministre los nutrientes demandados, por ello se recurre al suministro de balanceado para suplir dicha necesidad. Esto conduce a un incremento en el costo de la cría y levante de terneras en un hato lechero³.

Factores como los altos costos de concentrados para rumiantes, la disminución de alimento durante la época seca (que implica una reducción de la producción de materia seca y de su valor nutritivo), hace necesario buscar alternativas para mantener la productividad del ganado y asegurar una adecuada alimentación. Una alternativa importante la constituyen las leguminosas arbóreas existentes en la región, como la acacia negra (*Acacia decurrens*) y otros recursos locales como la papa de desecho (*Solanum tuberosum*).

³ LONDOÑO, M.; VELÁSQUEZ, R. y GIRALDO, L. Uso del follaje de la Arbórea Acacia Negra "*Acacia decurrens*" como suplemento para el levante de terneras. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. CONISILVIO (Consortio para la Investigación y desarrollo de Sistemas Silvopastoriles".9p. [On line] 2010. [Citado Enero 17/010].Disponible en internet: <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/español/Document/AGROF99/LondonoM.htm>.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los sistemas de producción de lechería especializada se tiene un alto consumo de concentrados que incrementa significativamente los costos de producción, los cuales se podrían disminuir con la utilización de especies forrajeras como la acacia negra (*Acacia decurrens*), que ha demostrado tener un buen potencial para el desarrollo en sistemas silvopastoriles de clima frío, debido a su buena adaptación, alto porcentaje de supervivencia, acelerado crecimiento y alta producción de biomasa comestible de calidad. Adicionalmente, la inclusión de papa richie (*Solanum tuberosum*) en la dieta de rumiantes se ha convertido en otra alternativa de alimentación, por su alto contenido de CNE (carbohidratos no estructurales), constituyéndose en una fuente de energía de fácil asimilación para los rumiantes.

Por lo tanto, se plantea el siguiente interrogante: ¿Cuál es la ventaja del uso de la acacia negra (*Acacia decurrens*) y papa richie (*Solanum tuberosum*) como alternativa de suplementación en novillas de levante, y cómo influye en la ganancia de peso, talla y condición corporal?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de la papa richie (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*) como suplemento alimenticio en novillas de levante en el trópico de altura de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el valor nutritivo de la acacia negra (*Acacia decurrens*).
- Determinar la composición bromatológica de las pasturas y la papa richie.
- Determinar factores antinutricionales existentes en la acacia negra y papa, que puedan limitar su uso en la alimentación animal.
- Evaluar el incremento de peso, talla y mejora de condición corporal de las novillas, suplementadas con dietas de papa y acacia.
- Realizar un análisis parcial de costos para establecer los beneficios de las dietas experimentales.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DE LA RAZA HOLSTEIN

4.1.1 Descripción de la Raza Holstein. Téllez y Gasque mencionan que:

“La raza Holstein presenta una conformación general equilibrada con pecho profundo y ancho; línea dorsal recta; anca larga y nivelada; ubre bien balanceada y fuertemente adherida; aplomos rectos, pezuña ancha y fuerte musculatura”⁴.

Entre otras características, Ortega define:

La vaca Holstein es grande, elegante y fuerte, con un peso promedio de 650 kilos y una alzada aproximada de 1.50m. Se caracteriza por su pelaje blanco y negro o blanco y rojo; esta última coloración la hace muy apetecible pues representa adaptabilidad a climas cálidos. La vaca ideal tiene su primer parto antes de cumplir tres años, el primer servicio en novillas se realiza a los 19.1 meses y dan cría a los 28.9 meses y de allí en adelante debe criar un ternero cada año. Puede permanecer en el hato durante más de cinco lactancias, en cada una de las cuales (305días), su producción es superior a 5.949 kilos⁵.

4.2 GENERALIDADES DEL RUMIANTE

4.2.1 Fisiología digestiva. Philipson comenta que:

Los rumiantes son mamíferos que se han especializado en consumir material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados. La gran capacidad gástrica de los rumiantes es necesaria para mantener los alimentos el tiempo suficiente para ser digeridos. Entonces, el estómago de los rumiantes se encuentra constituido por cuatro compartimientos, rumen, retículo, omaso y abomaso; sólo el último produce enzimas digestivas capaces de degradar alimentos⁶.

⁴ TELLEZ, S. y GASQUE, R. Grupos genéticos de ganado bovino destinados a la producción de leche. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.1989. p.9.

⁵ ORTEGA, V. Administración de Empresas Agropecuarias. En: Sistemas de Producción Animal Parte I. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 2005. p.61.

⁶ PHILLIPSON, A. Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. Aguilar 3 Ed. México, 1981.p.23.

Según Valencia:

El estómago de los rumiantes al nacimiento es simple, pero desde los 36 a 56 días se diferencia en cuatro compartimentos: el rumen, retículo, omaso (librillo) y el abomaso (estómago glandular). Al año de edad, los compartimentos del rumen llegan a su desarrollo total y la relativa capacidad de cada compartimiento es para el rumen 80%, retículo 5%, omaso 7-8 % y para el abomaso 7-8%⁷.

Además, Rinehart hace referencia que:

El rumen es el “horno” donde se desarrolla la fermentación microbiana. Una vez en el rumen, el alimento empieza a sufrir fermentación, millones de microorganismos digieren el alimento, resultando en productos finales que sirven como una fuente mayor de nutrientes para el animal. Algunos productos formados son amonio, metano, dióxido de carbono, y ácidos grasos volátiles (AGVs)⁸.

4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Barreto manifiesta que “la nutrición y alimentación es una de las bases fundamentales de la producción pecuaria. En la nutrición intervienen diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que permiten la transformación de los alimentos en tejidos y órganos, además de cumplir las funciones de mantenimiento, producción y reproducción”⁹.

4.3.1 Necesidades de Proteína. Russell *et al* consideran que “las proteínas son compuestos orgánicos conformados por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica”¹⁰.

⁷ VALENCIA, F. Sistemas de producción bovino. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Zootecnia. Popayán, 2005. p.28.

⁸ RINEHART, L. Nutrición para Rumiantes en Pastoreo. Publicación de ATTRA- Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible, 2008. 20p. [Online] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.attra.ncat.org/espanol>

⁹ BARRETO, L. Guía didáctica del curso Nutrición y Alimentación Animal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Zootecnia, Bogotá 2005.p.41.

¹⁰ RUSSELL, J.; O'CONNOR, J.; FOX, G.; VAN SOEST, P. and SNIFFEN, C. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. En: J. Anim. Science. Mayo, 1992. Vol. 70, p.351-361.

Para Gasque: “La deficiencia proteica en dietas ocasiona bajas tasas de crecimiento y de reproducción. El déficit proteico prolongado ocasiona disminución del apetito con la consecuente pérdida de peso, aún con la disponibilidad amplia de energía”¹¹.

Por su parte, Villena y Jiménez¹² afirman que al incluir un exceso de proteína en la ración, respecto al potencial genético del animal, se provoca una desaminación de aminoácidos que se almacenan en forma de grasa saturada.

4.3.2 Necesidades de Fibra. Según Muller:

La fibra es necesaria para una función apropiada del rumen, y es también una fuente de energía. Sin embargo, altos niveles de fibra en la dieta disminuyen la ingesta. A medida que la planta es más joven, contiene una mayor cantidad de carbohidratos solubles, y menor cantidad de fibra (componente de la pared celular). Por lo cual, las plantas jóvenes son más digeribles que las plantas maduras¹³.

4.3.3 Necesidades de Energía. Barreto manifiesta que “la energía necesaria para los animales proviene de los alimentos compuestos por carbohidratos, grasas y proteínas que, además de proveer nutrientes al animal, suministran también energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales, el crecimiento, la actividad, la producción y la reproducción”¹⁴.

Villena y Jiménez aseveran que:

“Si el aporte energético es muy escaso, no se llegan a cubrir las necesidades de mantenimiento, por lo que el animal adelgaza, y si el aporte es más generoso, se cubren las necesidades de mantenimiento y el animal engorda, ya que el exceso de energía ingerido permite formar, además de tejido muscular, tejido graso, aumentando la velocidad de crecimiento”¹⁵.

¹¹ GASQUE, R. Alimentación de Bovinos. En: Enciclopedia Bovina. Capítulo 1. Universidad Nacional Autónoma de México. 1 ed., México, 2008. p.7.

¹² VILLENA, E. y JIMÉNEZ, J. La alimentación del ganado II. En: Manual Práctico de Ganadería. Cultural S.A. Edición MMVL, Capítulo 5. p.205.

¹³ MULLER, L. Nutritional Considerations for Dairy Cattle on Intensive Grazing Systems. En: Proceedings from the Maryland Grazing Conference, 1996. p.65.

¹⁴ BARRETO, L. Op.cit., p.42.

¹⁵ VILLENA, E y JIMÉNEZ, J. Op.cit., p.206.

4.3.4 Necesidades de agua. El IICA considera que:

El agua es el componente más importante del organismo, ocupando las dos terceras partes de la masa corporal, manteniendo sus diferencias de acuerdo al tejido y participando en los procesos vitales internos.

El consumo de agua es determinado por diferentes variables difíciles de controlar tales como la temperatura ambiente, humedad, pero también es influenciado por el contenido acuoso, proteico y salino de la ración alimenticia, la raza de los animales, el acceso para abrevarse que determina la frecuencia con que beben, las condiciones fisiológicas de los mismos y la calidad misma del agua.

Se puede decir que el consumo de agua para un animal varía considerablemente, sin embargo se puede establecer un rango de consumo entre 8.4 y 12.5 litros de agua por cada 100kg de peso corporal¹⁶.

4.3.5 Necesidad de minerales y vitaminas. La Tabla 1 indica los requerimientos nutricionales diarios de las novillas, según el NRC.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales diarios de las novillas.

Peso (kg)	GDP (g)	Alimento MS (Kg)	Prot (g)	NDT (Kg)	ED Mcal	Ca (g)	P (g)
100	700	2.80	402	2.10	9.26	18	9
200	700	5.20	620	3.45	13.01	21	14
300	700	7.20	771	4.56	20.11	24	18
400	700	8.60	864	5.45	24.03	25	20

Fuente: NRC, 1978¹⁷.

¹⁶ INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). Manual de buenas prácticas en explotaciones Ganaderas de Carne bovina. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario, PRONAGRO, Secretaria de Agricultura y Ganadería, 2009.56p.

¹⁷ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros, 1978. p.609.

Según Rinehart: “Los principales minerales de preocupación para ganado en crecimiento son el calcio y el magnesio. Otros a considerar son la sal, fósforo, potasio y sulfuro. Estos minerales son muy importantes para la respiración celular, desarrollo del sistema nervioso, síntesis de proteínas, metabolismo y reproducción”¹⁸.

El mismo autor sostiene que:

Las vitaminas son importantes para la formación de catalizadores y enzimas que apoyan el crecimiento y la mantención corporal en animales. La vitamina B es sintetizada por microorganismos ruminales, por lo tanto no necesita suplementación. La vitamina D se sintetiza en la piel al exponerse a la luz solar y la vitamina E es la única vitamina de preocupación que a veces necesita suplementación¹⁹.

4.4 GENERALIDADES SOBRE EL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)

4.4.1. Origen. Silva asevera que “el kikuyo es una gramínea bien adaptada a la zona de clima frío y medio. Deriva su nombre del pueblo kikuyo de Kenya, y es nativo de las áreas más elevadas de África Oriental y Central, a altitudes entre 1950 y los 2700 msnm”²⁰.

4.4.2 Descripción botánica. Mera y Zamora sostienen que:

El kikuyo presenta hojas de color verde brillante, pubescencias en los filos lo cual hace apetecidas y palatables para los animales que lo digieren. Los tallos son suculentos, erectos o semirectos, con altura hasta de 70 milímetros máximo. Las flores son inconspicuas, con estambres blanquecinos y brillantes, la relación hoja-tallo disminuye con el incremento de la altura. Las espiguillas están compuestas de sólo 3-4 florecillas encerradas y medio encubiertas por la vaina foliar, de ahí el nombre clandestinum. El fruto es una carióspside oscura, de 2.8 por 1.5 mm de tamaño, que posee una sola semilla²¹.

¹⁸ RINEHART, L. Op.cit., p. 13.

¹⁹ *Ibíd.*, p.13.

²⁰ SILVA, J. Recomendaciones generales sobre gramíneas de clima frío, medio y cálido. Pasto, ICA-DRI Convenio Colombo- Holandés. 1984. p.93

²¹ MERA, F. y ZAMORA, A. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el Altiplano de Pasto. Trabajo de grado Ingeniero Agroforestal. Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2003. p.32.

4.4.3 Clasificación botánica. Según Salamanca, la clasificación botánica de esta especie es:

Reino: Vegetal
Sub-reino: Fanerógamas
División: Angiospermas
Clase: Monocotilidóneas
Orden: Graminales
Familia: Gramineae
Género: Pennisetum
Especie: *Clandestinum* Hoechst²².

4.4.4 Valor Nutritivo del Pasto kikuyo. En la Tabla 2 aparece la composición química del kikuyo, según el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño.

Tabla 2. Composición química del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

Análisis	% BS
Materia seca	19.88
Ceniza	12.79
Extracto Etéreo	2.07
Proteína	16.54
Fibra cruda	29.19
E.N.N	39.41
Energía Digestible (Kcal/100g)	270
NDT	61.64

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño, 2007.

Urbano, Arriojas y Dávila consideran que “el pasto kikuyo es una gramínea forrajera con alto valor nutritivo. El contenido de proteína cruda se encuentra entre 14 a 25% a los 30-35 días después del corte o pastoreo, disminuyendo hasta un 5% en edades muy avanzadas”²³.

²² SALAMANCA, R. Pastos y forrajes: Producción y manejo. Bogotá, 1990. p.126.

²³ URBANO, D.; ARRIOJAS, I. y DÁVILA, C. Efecto de la fertilización en la asociación kikuyo-Alfalfa (*Pennisetum clandestinum*- *Medicago sativa*). [Online] 2009. [Citado Junio 20/09]. Disponible en internet: [Http://www.ceniap.gov/pbd/Revistascientificas/ZootecniaTropical/zt1302/texto/fertilización.htm+valor+nutritivo%2Bkikuyo&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=co&lr=lang-es](http://www.ceniap.gov/pbd/Revistascientificas/ZootecniaTropical/zt1302/texto/fertilización.htm+valor+nutritivo%2Bkikuyo&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=co&lr=lang-es).

Burgos, Apráez y Caycedo determinaron la siguiente composición química: proteína 10.22%, extracto etéreo 2.18%, fibra cruda 25.21%, ELN 51.05% y materia seca 21.2%²⁴.

4.5 GENERALIDADES DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*)

4.5.1 Origen de la papa. Para Alvarado:

“La papa es originaria del altiplano de Perú y Bolivia, pero los conquistadores españoles la encontraron en los Andes colombianos, especialmente en el área que actualmente corresponde al departamento de Nariño. Mediante el cruzamiento de variedades nativas con materiales mejorados de otros países, se han logrado genotipos mejorados que cubren aproximadamente el 80% del área sembrada en Colombia”²⁵.

4.5.2 Descripción botánica. De acuerdo con Dimitri:

Solanum tuberosum pertenece a la familia de las solanáceas; es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos, de tallo erecto o semidecumbente, que puede medir hasta 1 m. de altura.

Está compuesta por una parte aérea conformada por tallos, hojas, flores y frutos, y otra que crece subterráneamente, constituida por el tubérculo, semilla o papa madre, raíces, rizomas y tubérculos. Sus hojas son compuestas, con siete folíolos de forma lanceolada, con grados variables de pilosidad. Las flores tienen forma de estrella y son de color blanco, rosado o violeta con el centro amarillo²⁶.

Corvo y Ottone mencionan que:"

La parte consumible de la papa es el tubérculo, engrosamiento subterráneo de los tallos (de entrenudos cortos), que sirve para almacenar sustancias de reserva. Los tubérculos pueden presentar

²⁴ BURGOS, Á.; APRAEZ, E. y CAYCEDO, A. Composición química de pastos y forrajes utilizados en cuyes en clima frío, medio y cálido. En: Revista de investigaciones. Junio, 1986. 167p.

²⁵ ALVARADO, L. Acuerdo de competitividad de la papa para el departamento de Nariño. Programa de oferta agropecuaria-PROAGRO, Cadena Alimentaria de la Papa-Consejo Nacional de la Papa. San Juan de Pasto, 2001. 52 p.

²⁶ DIMITRI, M. Descripción de plantas cultivadas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. ACME S.A.C.I, Buenos Aires, 1987. p.2.

una forma alargada, redondeada u oblonga; su color, en tanto, puede ser blanco, amarillo, violeta o rojizo.

Dependiendo de la variedad cultivada, se compone básicamente de 75 - 82% de agua, 16 - 20% de fécula (hidratos de carbono), en forma de almidón, sustancias nitrogenadas en un 2,0 - 2,5%, 0,15% de lípidos y 1,0 -1,8% de fibra dietética como celulosa²⁷.

4.5.3 Adaptación edafoclimática. Luján afirma que “la papa, cuya producción comercial en Colombia se concentra en paisajes y ecosistemas de montaña de clima frío, se encuentra entre los 2.000 y 3.500 m.s.n.m., mientras que alturas inferiores o superiores a dichas cotas se consideran marginales para el cultivo”²⁸.

4.5.4 Principales componentes de la papa. Los principales componentes de la papa se expresan en la Tabla 3, según el Sistema Nacional de Información de la Papa (SINAIPA).

Tabla 3. Componentes de la papa

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
Fósforo	50 mg
Hierro	1 mg
Cenizas	0.4 - 1.9%

Fuente: SINAIPA, 2002²⁹.

De acuerdo con el SINAIPA “la composición de la papa está influenciada por el tipo de variedad, la zona donde se siembre, su manejo y prácticas culturales”³⁰.

²⁷ CORVO, S. y OTTONE, M. Relevamiento del Sector Papero en la República Argentina Dirección Nacional de Alimentos – SAGPyA, 2007. p.5. [Online] 2009. [Citado Sept. 20/09]. Disponible en internet: <http://www.sagpya.gov.ar/>.

²⁸ LUJAN, L. La ecología de la papa. En: Revista Papa No. 12. Federación Colombiana de Productores de papa. Bogotá, 1.994. 36 p.

²⁹ SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE PAPA (SINAIPA). Semillas de papa y tubérculos de Semilla. En: El correo de la papa. Boletín mensual No.08-Abril del 2002.17p.

³⁰ *Ibíd.*, p.5.

4.5.5 Cosecha y preselección. Bernal y Chaverra sostienen que:

Los factores que inciden en mayor grado sobre una buena cosecha de las papas son los daños mecánicos durante el período de cultivo, el estado de madurez y las condiciones del suelo al momento de la cosecha. Además, es importante el trato que reciben los tubérculos durante el proceso de cosecha y de recepción en bodega.

Se entiende por papa comercial la parte de la producción que se destina al mercado, constituida por un alto porcentaje de papa de tamaño de primera y segunda (60 a 120 g) y en menor proporción papa de tercera (40 a 50 g). La papa no comercial es la que se destina al consumo familiar o para alimento de animales, generalmente de tamaño pequeño (menor de 40 g), o la muy grande que se ha dañado al cosecharse (cortaduras, daños mecánicos), también la parcialmente verdeada o malformada; tradicionalmente esta papa es conocida como richie y representa del 6 al 10% de un lote cosechado comercialmente³¹.

4.5.6 Usos de la Papa “*Solanum tuberosum*” en alimentación animal. Bernal y Chaverra consideran que “en Colombia, aunque no es una práctica generalizada, se suministra a los animales parte de la papa pequeña y la dañada por plagas y enfermedades (richie). El tubérculo se suministra crudo, cocido, entero o picado y secado en forma de tajadas, trozos u hojuelas, harina cruda o deshidratada, ensilado o en mezcla con otros forrajes”³².

Gohl³³ indica que:

Tanto los excedentes como los desechos de la papa se han utilizado en la alimentación animal con diferente respuesta en función de la variedad del tubérculo, tamaño, edad de cosecha, tipo de animal, nivel de producción, estado de la lactancia, cantidad y forma en que se suministra. 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 asocian a posibles intoxicaciones con este compuesto. Así mismo señala que las vacas lecheras pueden recibir hasta 15 kg de papa cruda al día.

³¹ BERNAL, J. y CHAVERRA, H. La papa como forraje en la alimentación animal. Plan Nacional de Semilla de Papa, FEDEPAPA. Bogotá, 2001. 76p.

³² Ibid., p.46.

³³ GÖHL, B. Tropical feeds. Food and agriculture organization of the United Nations. Software development by Oxford Computer Journals. Versión 30, 1992.

Adicionalmente, Bernal y Chaverra afirman que “la utilización rentable de desechos permite obtener ingresos para los agricultores, los productos catalogados como inservibles se constituyen o se convierten en materiales de utilidad para la alimentación animal, en este caso la bovina, dentro del manejo del sistema de producción andino papa-pastos-bovinos leche”³⁴.

4.6 GENERALIDADES DE LA ESPECIE ARBOREA ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*)

4.6.1 Origen. Bartholamaus *et al* mencionan que “la acacia negra es un árbol nativo de las Grandes Montañas Azules, un área protegida mundial en las montañas azules de Nueva Gales del Sur, Australia. También se encuentra en África, América, Europa, Nueva Zelanda y el Pacífico, el Océano Índico y Japón”³⁵.

4.6.2 Descripción botánica. Los mismos autores aseguran que “la acacia negra alcanza desde 10 hasta 13m de altura, el follaje es verde mate, posee hojas alternas recompuestas de 6cm, las ramificaciones comienzan a un metro de altura del fuste, con una forma angulosa; las flores son amarillas, redondeadas y agrupadas, de 8mm de diámetro; su olor y gusto es astringente y contiene de 24 a 42% de taninos y ácido gálico”³⁶.

4.6.3 Clasificación botánica. Según Kartesz, la clasificación botánica de esta especie es:

Reino: Vegetal

Sub-reino: Tracheobionta (plantas vasculares)

Superdivisión: Spermatophyta (plantas de semilla)

División: Magnoliophyta (plantas florecientes)

Clase: Magnoliopsida (plantas dicotiledóneas)

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: Acacia P. Mill

³⁴ BERNAL, J. y CHAVERRA, H. Op.cit., p.45.

³⁵ BARTHOLAMAUS, A.; CORTÉS A.; SANTOS, J.; ACERO, L. y MOOSBRUGGER, W. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Corporación Autónoma Regional. Santafé de Bogotá, 1998. p.25.

³⁶ Ibid., p.22.

Especie: *Acacia decurrens* Willd³⁷.

4.6.4 Adaptación edafoclimática. Giraldo *et al* reportan que “la acacia negra se adapta a altitudes entre 2000 y 3000 msnm y temperaturas entre 5 y 20°C”³⁸.

Adicionalmente, Montagnini sostiene que es una especie dominante que crece en suelos áridos y se adapta a suelos arenosos y erosionados³⁹.

4.6.5 Propagación. Para Murgueitio: “La propagación puede realizarse por semillas y por estacas. Para obtener las semillas se extraen después de secar los frutos, se hidratan durante 48 horas y se siembran. El número de semillas por kilogramo es de 65000, con una pureza del 95%, germinación epigea del 89% en un periodo de 20 días. Puede trasplantarse cuando alcanzan 12-25 cm de altura”⁴⁰.

4.6.6 Uso de Acacia negra (*Acacia decurrens*) en alimentación animal.

Londoño y Velásquez⁴¹ demostraron:

El potencial de esta especie arbórea al incorporarla en el levante de terneras BON x Holstein de 8-9 meses de edad y peso promedio de 183.3 ± 20.5 kg, valorando dos niveles de sustitución de concentrado comercial (T1: 0 y T2: 100%), con 20% de PC, por hojas frescas de acacia negra, utilizando pasto kikuyo como alimento principal, obteniendo una mayor ganancia de peso en el tratamiento dos (Pasto Kikuyo + 4kg Acacia/animal/día) respecto al tratamiento testigo (pasto Kikuyo + 2kg concentrado/animal/día) con

³⁷ KARTESZ, K. Biota of North American program, University of North Carolina. Campus Box 3280, Coker hall Chapel Hill, North Carolina, 27599 - 3280 USA, 1992. Natural resources conservation service. Plants Classification. [Online] 2009. [Citado Oct. 02/09]. Disponible en internet: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=ACDE&display=31#>

³⁸ GIRALDO, L.; FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, F.; LONDOÑO, M. y VELÁSQUEZ, R. Potencial y evaluación de la Arbórea *Acacia decurrens*, como componente en sistemas silvopastoriles y su uso como suplemento para la producción de leche en clima frío de Colombia. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal, CONSILVO, 2000. 21p.

³⁹ MONTAGNINI, F. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. 2ª Edición. Organización de estudios ambientales, San José, Costa Rica, 1992. 622 p.

⁴⁰ MURGUEITIO, E. Op.cit., p.345.

⁴¹ LONDOÑO, M. y VELÁSQUEZ, R. Efecto de la suplementación con Acacia negra (*Acacia decurrens*), en terneras estabuladas Bon x Holstein de levante sobre el peso corporal. Trabajo de grado Zootecnista. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 1999. 58 p.

incrementos de peso promedio de 594.9 y 638.8gr/animal/día para T1 y T2 respectivamente.

También, Escobar⁴² declara que “la acacia negra (*Acacia decurrens*), puede tener potencial para incorporarse en sistemas silvopastoriles en clima frío, debido a su buena adaptación. Presenta 97% de supervivencia después de 5 meses de transplante, posee un acelerado crecimiento, además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad”.

4.7 GENERALIDADES DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

4.7.1 Definición. Sánchez *et al* afirman que “los sistemas silvopastoriles son una modalidad de la Agroforestería en la que se combinan en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios”⁴³.

Adicionalmente, Ruiz y Flebes puntualizan que:

Un sistema silvopastoril es una opción agropecuaria que involucra la presencia del árbol interactuando con los componentes tradicionales que son el pasto y el animal. Este conjunto es sometido a un sistema de manejo integrado tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo. Es bueno destacar que el silvopastoreo es un sistema biológico en desarrollo dinámico constante, el cual se alcanza por etapas con la evaluación de los componentes del mismo. Es decir, los animales, los árboles, el pasto base, la flora y la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos y otros de carácter socioeconómico⁴⁴.

4.7.2 Tipos de Sistemas Silvopastoriles. Según Murgueitio y Calle se pueden diferenciar al menos seis grupos de sistemas agroforestales para la producción pecuaria en Colombia.

- Sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva.
- Plantaciones forestales con pastoreo de ganado.

⁴² ESCOBAR, L. Perspectivas de la producción de follaje y leña de Acacia negra. Medellín, 1993. Servicio Nacional de Protección Forestal. INDERENA. 9 p.

⁴³ SÁNCHEZ, M; ROSALES, M; MURGUEITIO, E. Agroforestería Pecuaria en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma, 2003.p 1-10.

⁴⁴ RUIZ, T. y FLEBES, G. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el instituto de Ciencia Animal de Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Instituto de Ciencia Animal de Cuba, 1998. 14p.

- Cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados, corredores biológicos y espacios para el sombrío de animales.
- Sistemas silvopastoriles con uso de la sucesión vegetal dirigida.
- Nuevos sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales (sistemas de corte y acarreo, bancos de proteína puros, policultivos de varios estratos).
- Sistemas silvopastoriles de alta densidad⁴⁵.

4.7.3 Importancia de los Sistemas Silvopastoriles en la alimentación de los rumiantes. Carmona sostiene que:

El componente arbóreo y arbustivo, involucrado en los sistemas silvopastoriles, presenta amplios efectos en el marco nutricional de los bovinos. Sus efectos en el animal pueden ser variados, debido a la divergencia que se da en su composición, frente a las gramíneas. Esta diferencia se da, no sólo a nivel de nutrientes primarios, sino también de metabolitos secundarios, también denominados FAN (factores antinutricionales)⁴⁶.

Adicionalmente, Murgueitio afirma que “en los últimos años, el interés por la proteína de origen arbóreo en dietas tropicales se ha venido multiplicando e ilustrando su impacto en términos del mejoramiento de los parámetros productivos esenciales como son la disminución de la mortalidad en los animales jóvenes, la tasa de incremento de peso, fertilidad, producción y composición de leche”⁴⁷.

Para Ku Vera:

El consumo voluntario de materia seca y materia orgánica en rumiantes se incrementa cuando se suplementa con follaje de árboles y arbustos debido a la alta tasa de pasaje y extensión de la digestión ruminal del follaje *per se*. Debido al incremento en el consumo voluntario de MS, la tasa de pasaje del rumen se incrementa, induciendo una salida mayor de digesta y dando lugar a

⁴⁵ MURGUEITIO, E. y CALLE, Z. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. CIPAV. Cali, Colombia, 1998. 19p.

⁴⁶ CARMONA, J. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. En: Revista Lasallista de Investigación, Vol 4, número 001. Antioquia, Colombia. p.40-50. [Online] 2009. [Citado Julio 25/09]. Disponible en internet: <http://redalyc.auemex.mx>

⁴⁷ MURGUEITIO, E. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. En: Convenio Inter-institucional para la producción agropecuaria del Valle de río Cauca CIPAV. Cali, Colombia, 1990. p.78.

un mayor espacio físico en el rumen, lo que provoca el estímulo para el consumo de alimento⁴⁸.

4.8 FACTORES ANTINUTRICIONALES

Preston y Leng consideran que:

El uso del follaje de arbustos y árboles en la alimentación de los rumiantes representa una importante alternativa para el desarrollo de una producción animal sostenible basada en pastos y forrajes. Sin embargo, la presencia en las arbustivas de compuestos secundarios con actividad antinutricional influye en su valor nutritivo. No obstante, en algunos casos, la presencia de tales sustancias puede ser beneficiosa para el animal, especialmente en los rumiantes⁴⁹.

Para Dávila:

“Los factores antinutricionales (FAN) son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos, pájaros o, en algunos casos, producto del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, que al estar contenidos en ingredientes utilizados en alimentación de animales ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, absorción y utilización de nutrientes por el animal”⁵⁰.

4.8.1 Taninos. Kumar manifiesta que “los taninos son sustancias amorfas que con el agua forman coloides de reacción ácida y sabor muy acre. Suelen ser solubles en alcohol y en acetona. Se definen como compuestos polifenólicos de estructura química variada, que se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo vegetal”⁵¹.

⁴⁸ KU VERA, J. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Universidad Autónoma de Yucatán, 1998. 19p.

⁴⁹ PRESTON, T. y LENG, R. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre Nutrición de rumiantes en el Trópico. Cali, Colombia, 1989. 312p.

⁵⁰ DAVILA, P. Módulo 1 de Alimentación Animal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, 2007. p.15.

⁵¹ KUMAR, R. Anti-nutritional factors, the potential risk of toxicity and methods of alleviate them. En: Speedy and Pugliese. Legumer trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Food and agricultural Organization of the UN, Rome, 1993. p.145-160.

Flores *et al* aseguran que “los taninos condensados pueden llegar a producir efectos depresivos sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno, ya que provoca saciedad, limitando por lo tanto el consumo de materia seca”⁵².

4.8.2 Saponinas. Para Birk y Peri: “Las saponinas son glucósidos amargos que se encuentran ampliamente distribuidas en el reino vegetal, tanto en hojas, raíces, tallos y flores. Estas sustancias tienen tres propiedades distintivas como sabor amargo; potentes surfactantes y producen hemólisis sobre los eritrocitos”⁵³.

Además, García considera que “son compuestos inhibidores del consumo voluntario, por presentar sabor amargo; tienen propiedades espumantes y hemolíticas, constituyen interferencias en la absorción intestinal cuando los niveles son cuantiosos”⁵⁴.

4.8.3 Alcaloides. Dávila afirma que “los alcaloides constituyen un grupo muy heterogéneo de bases vegetales nitrogenadas. Estos son productos terminales del metabolismo del nitrógeno, se les asocia con la protección de la planta ante actos predatorios de insectos y herbívoros. Sin embargo, éstos producen daños internos como la cirrosis hepática, edema del peritoneo y distensión de la vesícula biliar”⁵⁵.

⁵² FLORES, O; IBRAHIM, M.; KASS, D. y ANDRADE, H. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. En: Revista Agroforestería en las Américas, 1999. 6(23). [On line] 2009. [Citado Julio 30/09]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/>

⁵³ BIRK, Y. y PERI, I. Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2º Ed. Academic Press, 1980. p.161-182. [Online] 2010. [Citado Febrero 02/010]. Disponible en internet: http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm

⁵⁴ GARCÍA, D. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. En: Pastos y Forrajes. 2 ed. Venezuela, 2004. p.101-111.

⁵⁵ DAVILA, P. Op.cit., p.17.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1.1 Localización. El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación, Capacitación y Transformación de productos agropecuarios de FEDEPAPA, ubicado en la vereda Obonuco, municipio de Pasto (Nariño), localizado a 1°13' latitud Norte y 77°16' longitud Oeste, a 2.710 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 840 mm, y una temperatura promedio de 13°C. La zona de vida corresponde a bs-PM (bosque seco-premontano), presentándose vientos fuertes predominantes con dirección este-oeste, especialmente en horas de la tarde⁵⁶.

5.1.2 Duración del Estudio. El estudio inició el 18 de Febrero del año 2009 y se extendió hasta el 18 de Abril del mismo año, lo que comprende una duración total de 60 días, con una fase de adaptación a la dieta de 10 días y 50 días de la fase experimental.

5.1.3 Animales. Se utilizaron 14 novillas "Holstein" con una edad y peso promedio de 9 meses y 221 kg, pertenecientes al Centro de Investigación, Capacitación y Transformación de productos agropecuarios de FEDEPAPA.

5.1.4 Materiales y Equipos.

- **Balanza de precisión.** Se utilizó en el pesaje del alimento a suministrar diariamente.
- **Balanza gramera.** Este instrumento fue necesario para realizar los pesajes diarios del alimento rechazado.
- **Báscula.** Utilizada para el pesaje quincenal de las novillas.
- **Cerca eléctrica.** Destinada para el control y suministro de forraje diario.
- **Utensilios.** Comederos individuales, bebederos, collares de identificación para novillas, caneca de almacenaje de melaza con capacidad de 80 litros, bugui para transportar las dietas, implementos de aseo y desinfección, machetes y tijeras de podar para el corte de follaje de acacia, costales para suministro individual de las dietas, regla de medición de talla, cuadrante de aforo de 25x25cm y decámetro para medición de los potreros.

⁵⁶ 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>

- **Materias primas.** Sal mineralizada, melaza, concentrado, follaje de acacia y papa richie.

5.1.5 Alimentación. La alimentación base estuvo constituida por pasto kikuyo en cantidades de 9.10kgMS/animal/día, suministrado en pastoreo rotacional, manejado por cerca eléctrica.

5.1.6 Suplementación. Durante el periodo de ensayo las novillas fueron suplementadas con forraje de acacia negra (*Acacia decurrens*), papa richie (*Solanum tuberosum*) y melaza de caña. Para el tratamiento testigo T1, se utilizó balanceado comercial de 16 % de proteína. Cada dieta se distribuyó en dos comidas al día (mañana y tarde), de acuerdo a las cantidades establecidas en cada uno de los tratamientos, además se pesó el alimento rechazado una vez al día para determinar el consumo efectivo de alimento.

5.1.7 Tratamientos. El estudio contempló siete tratamientos, propuestos después de realizar respectivos balances isoproteicos e isoenergéticos de las diferentes dietas establecidas, como se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Dietas Experimentales del ensayo papa-acacia en novillas Holstein. Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Tratamiento	Cantidad
1	Pastoreo + Concentrado 3 kilos+ Melaza 200g
2	Pastoreo + Papa 5 kilos+ Melaza 200g
3	Pastoreo + Acacia 5 kilos+ Melaza 200g
4	Pastoreo + Papa 1 kilo+ Acacia 3 kilos + Melaza 200g
5	Pastoreo + Papa 2 kilos+ Acacia 4 kilos + Melaza 200g
6	Pastoreo + Papa 3 kilos+ Acacia 5 kilos + Melaza 200g
7	Pastoreo + Papa 4 kilos+ Acacia 6 kilos + Melaza 200g

Cada tratamiento estuvo conformado por 2 repeticiones, con un total de 14 novillas como unidades experimentales.

5.1.8 Pradera. Para el pastoreo de las novillas se destinó un área de 2.84 has, divididas en 3 potreros, compuestos principalmente por kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Para manejar el pastoreo se hizo uso de cerca eléctrica, además se destinó un área para corral, facilitando el suministro de las dietas correspondientes.

5.2 EVALUACIONES GENERALES

5.2.1 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.

5.2.2 Evaluación bromatológica y valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), 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.

5.2.3 Evaluación del consumo de materia seca. Para su determinación se tuvo en cuenta la producción y desperdicio de la pradera, mediante aforos inicial y final, aplicando las siguientes fórmulas:

Consumo fv kg/lote/periodo= Producción inicial/kg fv/ha – producción final/kg fv/ha

Consumo kg M.S / novilla/periodo= $\frac{\text{Consumo kg fv/lote/periodo} * \text{ms del pasto}}{\text{Número de animales}}$

Consumo kg M.S / novilla/día= $\frac{\text{Consumo kg ms/ha/novilla}}{\text{Días de ocupación}}$

Para determinar el consumo neto de cada uno de los tratamientos, se utilizó la cantidad de material ofrecido y se restó el desperdicio en fresco de las materias primas incluidas en la dieta; una vez se obtuvieron estos datos, se procedió a transformarlos en seco, multiplicando por la materia seca correspondiente.

5.2.4 Evaluación del comportamiento productivo de las novillas de levante.

Las novillas utilizadas fueron pesadas cada 15 días, en horas de la tarde, para posteriormente evaluar la ganancia diaria de peso, dividiendo los kilogramos ganados por el número de días entre cada pesaje. Adicionalmente se evaluó el incremento en talla y la mejora de condición corporal, comparando los datos obtenidos en cada una de las etapas del ensayo.

5.2.5 Evaluación de la conversión alimenticia. Con los valores obtenidos de producción de la pradera y utilización de ésta, se estimó el consumo de materia seca de los animales. Una vez obtenido el consumo, la suplementación utilizada y la ganancia de peso vivo de los animales, se estimó la conversión de alimento para el período de evaluación de acuerdo a la siguiente fórmula:

C.A = $\frac{\text{Total consumo en materia seca}}{\text{Ganancia de peso}}$

5.3 PRUEBA FITOQUÍMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN LA ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) Y PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*)

Estas pruebas consisten en la evaluación cualitativa (por cambios de coloración) de la presencia de factores antinutricionales como fenoles, esteroides, alcaloides y saponinas.

5.3.1 Saponinas. Para la determinación de saponinas se utilizaron tres métodos, el de Espuma, de Rosenthaler Vainillina -Ácido clorhídrico y el de Molisch.

5.3.2 Fenoles. Para la determinación de fenoles se utilizó la prueba de Cloruro férrico, Gelatina – sal y Acetato de plomo.

5.3.3 Esteroides. Para la determinación de esteroides se utilizaron tres pruebas, la de Lieberman – Burchard, de Rosenheim y la de Salkowski.

5.3.4 Alcaloides. Para la determinación de alcaloides, se utilizaron tres pruebas, la de Drangendorff, la de Wagner y la de Mayer.

5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño de bloques al azar (DBA), conformado por dos bloques, siete tratamientos y dos repeticiones por tratamiento, para un total de 14 animales. Para evaluar los distintos tratamientos se realizaron los respectivos análisis de varianza para las variables productivas como ganancia diaria de peso, incremento de talla y mejora de condición corporal. Así mismo, se llevó a cabo las pruebas de significancia de Tukey para determinar el mejor tratamiento.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS.

El modelo matemático del diseño en bloques completamente al azar es el siguiente:

$X_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + E_{ij}$, donde:

X_{ij} = Variable de respuesta del tratamiento i, repetición j

μ = Media general del experimento

β_j = Efecto del bloque j

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Efecto del error experimental para el tratamiento i, repetición j.

5.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Con el análisis estadístico, se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula

$H_0 = u_1 = u_2 = \dots = u_T$

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la dieta testigo (balanceado comercial).

Hipótesis alterna

$H_a = u_1 \neq u_2 \neq u_T$

La media de los tratamientos no es igual. Por lo tanto, al menos una muestra de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la dieta testigo (balanceado comercial).

5.6 VARIABLES EVALUADAS

5.6.1 Incremento de peso. Los animales se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 15 días. La ganancia diaria se obtuvo por diferencia del peso final y el peso inicial entre el número de días que abarcó el periodo de ensayo (60días).

5.6.2 Incremento de talla. De igual manera, se hizo una medición inicial de los animales y posteriormente cada 15 días.

5.6.3 Mejora de condición corporal. Se calificó inicialmente a los animales, teniendo en cuenta una escala de 1-5, para posteriormente observar quincenalmente el mejoramiento del estado de condición corporal de las novillas.

5.6.4 Análisis parcial de costos. 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 cada tratamiento y la rentabilidad expresada en la relación Beneficio-Costo.

➤ **Costo total** = costos fijos + costos variables.

Relación Beneficio- Costo= $\frac{\text{Ingreso totales}}{\text{Costos totales}}$

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 PRODUCCIÓN DE LA PRADERA

En la Tabla 5 se presenta la producción del pasto kikuyo determinada en el área de pastoreo de las novillas en la finca Fedepapa.

Tabla 5. Producción del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Potrero	Área(m ²)	Prod Kg Fv/m ² (Aforo I.)	Prod Kg fv/lote	Prod Kg fv/Ha	Prod Kg MS/Ha
1	11860	0,85	10081	8500	2348.55
2	10720	1,7	18224	17000	4697.1
3	5875	1,3	7637,5	13000	3591.9
Total	28455	3.85		38500	10637.55
Promedio		1.28		12833	3545.8

Se obtuvo una producción de 3545.8 kg MS/Ha del pasto kikuyo, superior al compararlo con el reportado por Navarrete⁵⁷, con un valor de 2060kg MS/hectárea en época de invierno, debido principalmente a las características de suelo presentes en la región, que según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC):

Estos suelos se clasifican y se agrupan a nivel de familia en Vitric haplustands (AMBa), caracterizados por ser muy profundos, bien drenados, pertenecen al grupo textural franco limoso y se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas. Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida en el horizonte superior y de moderada a ligeramente ácida a mayor profundidad, alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de carbono orgánico, mediano contenido de fósforo y fertilidad química alta⁵⁸.

⁵⁷ NAVARRETE, G. Respuesta del pasto kikuyo a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.1986. p. 120.

⁵⁸ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño. Pasto-Colombia, 2004. 735 p.

La capacidad de carga soportada por esta pradera es de 1.04 UGG/Ha, siendo relativamente mayor a la obtenida por Basto y Fierro, quienes afirman que: “en praderas naturales constituidas por gramíneas, en suelos ácidos de baja fertilidad, con pastoreo extensivo o alterno, y periodos de descanso de 70 hasta 150 días, la capacidad de carga es equivalente a 0.5 UGG/Ha o de 0.9 UGG/ha”⁵⁹.

6.2 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*), ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) Y PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*)

6.2.1 Composición Bromatológica del Pasto Kikuyo. La Tabla 6 muestra la composición química del pasto kikuyo, de acuerdo al laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño.

Tabla 6. Composición bromatológica del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

PARÁMETRO	BH %	BS %
Humedad	72,37	
M. Seca	27,63	
Ceniza	2,6	9,43
Extracto etéreo	0,72	2,61
Fibra Cruda	8,18	29,59
Proteína	3,23	11,67
E.N.N	12,91	46,7
F.D.N	18,71	67,71
F.D.A	10,09	36,52
Lignina	2,26	8,18
Celulosa	7,83	28,34
Hemicelulosa	8,62	31,19
Energía Kcal/100g	121	431
Calcio	0,07	0,24
Fósforo	0,08	0,31

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño, 2009.

➤ **%Materia Seca.** Se obtuvo un porcentaje alto de materia seca, 27,63%, comparado con el de Burgos, Apráez y Caycedo⁶⁰, quienes mencionan un valor de 21.2%. Esto puede deberse principalmente a las condiciones del suelo y de origen de la planta.

⁵⁹ BASTO, O. y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas. Programa Transferencia de tecnología. CORPOICA Regional Uno. SENA. Santafé de Bogotá, Colombia, 1999. p.29.

⁶⁰ BURGOS, Á. APRAEZ, E. y CAYCEDO, A. Op.cit., p.57.

Por su parte, Bernal afirma que “la materia seca de las gramíneas, arbustos y arbustivas puede presentar gran variabilidad en virtud de las características genéticas y morfológicas, época del año, condiciones edafoclimáticas, edad y parte de la planta, entre otras”⁶¹.

➤ **% Proteína.** El contenido de proteína del pasto kikuyo obtenido (11.67%) se encuentra dentro del rango reportado por Apráez y Moncayo⁶² en el departamento de Nariño, de 11.4 a 15.8%.

Según Lyons, Machen y Forbes: “El contenido de PC se encuentra influenciado por factores como la fertilización y la edad a la cual son pastoreados los potreros de kikuyo, que ha alterado la calidad nutricional de este pasto. Es bien sabido que en la medida en la que se incrementa la edad de rebrote, menor es la digestibilidad y, por ende, el valor nutricional de los pastos”⁶³.

➤ **% Extracto etéreo.** El contenido de extracto etéreo encontrado en el pasto kikuyo presentó un valor de 2.61%; se encuentra dentro del rango encontrado por Miles *et al*⁶⁴ (0.56 y 5.81% de la materia seca).

➤ **% Fibra cruda.** Con respecto a la fibra cruda, se obtuvo un valor de 29.59%, superior al reportado por Burgos, Apráez y Caycedo, de 25.1%⁶⁵.

En este sentido, Barreto sostiene que “en los rumiantes, alimentados con gramíneas, el factor que limita el consumo voluntario es su componente fibroso que aumenta el tiempo de retención en la medida que aumente la cantidad de fibra”⁶⁶.

⁶¹ BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Bogotá, Banco Ganadero, 1988. p.56.

⁶² APRÁEZ, E. y MONCAYO, O. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. [Online] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote14.htm>

⁶³ LYONS, R; MACHEN, R. and FORBES, T. Why Range Forage Quality Changes; Texas Agricultural Extension Service, document B-6036, 1997. 8p.

⁶⁴ MILES, N; THURTELL, L. and RIEKERT, L. Quality of Kikuyu herbage from pastures in the Eastern Cape coastal belt of South Africa. South African Journal of Animal Science. 30 (Supplement 1). 2000. p. 85 – 86.

⁶⁵ BURGOS, Á; APRAEZ, E. y CAYCEDO, A. Op.cit., p.58.

⁶⁶ BARRETO, L. Op.cit., p.41.

➤ **% Fibra Detergente Neutro (FDN).** El contenido de FDN en el pasto kikuyo observado en este trabajo (67.71%) fue más alto que el reportado por Montoya, Pino y Correa, con un valor de 52.9%⁶⁷.

Tamayo sostiene que “el contenido de FDN puede variar posiblemente a la edad a la cual fue pastoreada esta gramínea en comparación a la edad en que se recolectaron las muestras presentadas por otro autor, ya que es bien conocido que en la medida en que avanza la edad del forraje, se incrementa la concentración de FDN”⁶⁸.

➤ **% Fibra Detergente Ácido (FDA).** Con relación al contenido de FDA, se encontró un valor de 36,52%, similar al reportado por Quiroga y Barreto⁶⁹ en la Sabana de Bogotá, con un valor de 35.5 %.

Bernal⁷⁰ sostiene que el contenido puede variar significativamente de acuerdo a la época del corte, estación del año, fertilización y fertilidad de los suelos.

➤ **% Hemicelulosa.** El valor de hemicelulosa para el pasto kikuyo en este ensayo es de 31,19%, que se encuentra dentro del rango mencionado por Apráez y Moncayo⁷¹ (30.9 - 35.7%) en el departamento de Nariño.

Kamstra *et al*⁷² encontraron que el contenido de hemicelulosa del pasto kikuyo varía en función de la edad de rebrote, oscilando entre 29.6 y 39.2% de la MS.

⁶⁷ MONTOYA, N.; PINO, I. y CORREA, H. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein. Trabajo de grado Zootecnista. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2004. p.81.

⁶⁸ TAMAYO, Ch. Estudio de la infertilidad bovina en las zonas lecheras de Antioquia (Santa Rosa de Osos). Trabajo de grado MVZ. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 1997. p.75.

⁶⁹ QUIROGA, D. y BARRETO, A. Respuesta en rendimientos y calidad de una pradera de kikuyo degradada a tratamientos de mecanización y aplicación de compost en la sabana de Bogotá. Trabajo de grado Zootecnista. Bogotá: Universidad Nacional de Bogotá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2002. 77p.

⁷⁰ BERNAL, J. Producción y manejo. En: Pastos y forrajes tropicales. 3 ed. Bogotá: 1994. p.92.

⁷¹ APRÁEZ, E. y MONCAYO, O. Op.cit., p. 48.

⁷² KAMSTRA, L.; STANLEY, R. and ISHIZAKI, S. Seasonal and Growth Period Changes of Some Nutritive Components of Kikuyu Grass; En: The Journal of Range Management. 1966. p. 288 – 291.

➤ **% Celulosa.** Como se puede apreciar en la Tabla 6, el contenido de celulosa encontrado en las muestras de pasto kikuyo recolectadas en la finca Fedepapa es 28,34%, superior al obtenido por Correa, Carulla y Pabón (26.9%)⁷³.

➤ **% Lignina.** El contenido de lignina encontrado en el pasto kikuyo es 8,18%, valor más alto que el reportado por Marais⁷⁴, que fluctúa de 2.9 a 6% de la MS, aunque se encuentra dentro del rango determinado por Apráez y Moncayo, con valores entre 5.77 y 8.80% de lignina en el departamento de Nariño⁷⁵.

➤ **% Cenizas.** La materia orgánica del pasto kikuyo es 90.57%, valor superior al mencionado por Brand *et al*⁷⁶, con un valor que entre 75.4 y 88.9% de la MS. Por lo tanto, el contenido de cenizas presente en este pasto es de 9.43% de la M.S, un valor inferior al encontrado por los mismos autores (11.1 y 24.6%) de la MS.

De acuerdo con la NRC⁷⁷: “El contenido de cenizas totales es importante por su relación directa con la concentración de ciertos minerales en particular y con el contenido de energía de los forrajes”.

➤ **% Calcio y Fósforo.** Con relación al contenido de algunos minerales del pasto kikuyo, se obtuvo un valor de 0.24 % para calcio y 0.31% de fósforo, resultados inferiores al compararlos con los determinados por Correa, Carulla y Pabón (0.32% Ca, 0.46 % P)⁷⁸.

Los requerimientos de Ca y P para las novillas con un peso promedio de 300kg es de 24g y 18g respectivamente, valores que no son cubiertos por el pasto kikuyo, por lo tanto se necesita la suplementación con sal mineralizada.

⁷³ CORREA, H.; CARULLA, J. y PABÓN, M. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para la producción de leche en Colombia. Composición química y digestibilidad ruminal y postruminal. Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín: 2006. p.76.

⁷⁴ MARAIS, J. Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) - a review; Tropical grasslands. 2001. p.65 –84. [Online] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_pp65_84.pdf

⁷⁵ APRÁEZ, E. y MONCAYO, O. Op.cit., p.62.

⁷⁶ BRAND, T.; FRANCK, F. and COETZEE, J. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) pasture for sheep: Pasture quality and nutrient intake of ewes; En: New Zealand Journal of Agricultural Research. February, 1999. p.459 - 465.

⁷⁷ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition; National Academy Press, Washington, 2001. 381 p.

⁷⁸ CORREA, H.; CARULLA, J. y PABÓN, M. Op.cit., p.32.

➤ **% Extracto libre de nitrógeno (ELN).** Se encontró un valor de 46.7%, inferior al reportado por Burgos, Apráez y Caycedo, de 51.05%⁷⁹.

6.2.2 Composición Bromatológica de la Acacia negra “*Acacia decurrens*”.

En la Tabla 7 se observa la composición química de la acacia negra (*Acacia decurrens*), reportada por el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño.

Tabla 7. Composición bromatológica de la acacia negra (*Acacia decurrens*), Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Parámetro	BH%	BS%
Humedad	59,75	-
M. Seca	40,25	-
Ceniza	1,88	4,67
Extracto Etéreo	1,5	3,72
Fibra Cruda	9,35	23,23
Proteína	8,19	20,33
E.N.N	19,34	48,04
F.D.N	15,8	39,25
F.D.A	13,91	34,56
Lignina	6,11	15,19
Celulosa	7,8	19,37
Hemicelulosa	1,89	4,69
Energía Kcal/100g	132	329
Calcio	0,44	1,10
Fósforo	0,06	0,14

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño, 2009.

➤ **% Materia Seca.** El porcentaje de materia seca fue de 40.25%, superior al mencionado por Medrano en Nariño (35%) en follaje de un cultivo de acacia sin edad definida⁸⁰.

⁷⁹ BURGOS, Á.; APRAEZ, E. y CAYCEDO, A. Op.cit., p. 131.

⁸⁰ MEDRANO, L. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas. En: Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). Pasto, Nariño, 1999. 57p.

➤ **% Proteína.** Se reportó un porcentaje alto, 20.33%, valor superior al obtenido por Giraldo y Bolívar⁸¹, con una PC de 14.7% bajo un SSP de baja densidad (407 árboles/ha), y 16.3% en el de alta densidad (1110 árboles/ha). La variación de resultados puede deberse principalmente al estado de madurez de la planta, condiciones de suelo y la época en la que se tomó la muestra.

Además, Norton afirma que “las concentraciones de proteína de los árboles utilizados tradicionalmente en la alimentación de rumiantes presentan niveles de 12 a 30%, que supera a otras especies como gramíneas mejoradas, entre las cuales se puede mencionar el raygras (*Lolium multiflorum*) (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%”⁸².

➤ **% Extracto etéreo.** El extracto etéreo presentó un valor de 3.72%, relativamente superior al reportado por Murgueitio⁸³ (3.54%) para esta misma especie, e inferior al compararlo con especies arbustivas como la colla negra 8.94%, obtenido por Medrano⁸⁴, valor que depende de la variación del contenido de grasas verdaderas, ésteres de ácidos grasos, lípidos compuestos, vitaminas liposolubles, resinas y terpenos, contenidas en el forraje.

➤ **% Fibra cruda.** Se obtuvo un porcentaje de 23.23 %, lo cual se puede traducir en un efecto benéfico al utilizar la acacia negra como suplemento. Al respecto, Edelman sostiene que “la fibra estimula la salivación y rumia, además de formar en el rumen un colchón normal, es decir, una capa flotante de residuos de forraje ingerido, que funciona con un sistema de filtrado y evita el pasaje demasiado rápido de partículas y pérdidas de nutrientes, la fibra también aporta energía disponible en el rumen”⁸⁵.

⁸¹ GIRALDO, L. y BOLÍVAR, D. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de acacia negra (*Acacia decurrens*) asociada con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en Clima Frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia. 1996. p. 27.

⁸² NORTON, B. The nutritive value of tree legumes. En: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Gutteridge and H Shelton (eds). CAB International, UK. August, 1994. p. 177- 192.

⁸³ MURGUEITIO, E. e IBRAHIM, M. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería latinoamericana, 2001. Livestock Research Rural Development (13) 3. [Online] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>

⁸⁴ MEDRANO, L. Op.cit., p.50.

⁸⁵ EDELMAN, Z. Avances en la alimentación con fibra. En: 5º Congreso Panamericano de la leche. Federación Panamericana de Lechería (FEPAL). Cooperativa Lechera Colanta. Junio: Medellín, 1994. p.13-33.

➤ **% Fibra Detergente Neutro (FDN).** El contenido de FDN para la acacia negra fue de 39.25%, valor inferior al reportado por Fernández, Zapata y Giraldo⁸⁶, con FDN de 45.25%.

La NRC menciona que “se recomienda entre un 19-21% de FDA y un 25-28% de FDN en la ración, y un 75% de esta FDN tiene que ser forrajera con estructura física que promueve la masticación y la producción de saliva, por lo tanto aumenta la capacidad buffer”⁸⁷.

El valor de FDN obtenido se encuentra en un nivel adecuado, ya que está por encima del 25% mínimo, evitando efectos negativos sobre el consumo de materia seca. Al respecto, Ustarroz *et al* consideran que “el FDN es un indicador que se correlaciona inversamente con el consumo voluntario”⁸⁸.

➤ **% Fibra Detergente Ácido (FDA).** El resultado de FDA obtenido en la acacia negra, 34.56%, resulta superior al determinado por Fernández, Zapata y Giraldo (31.4%) en el departamento de Antioquia⁸⁹.

Con relación a esto, Hutjens asevera que “la FAD debe reducirse al máximo para optimizar el contenido energético de la ración, pero deben aportarse unos niveles mínimos que mantengan el equilibrio ruminal.”⁹⁰

➤ **% Celulosa y Hemicelulosa.** El valor encontrado de celulosa y hemicelulosa en la acacia negra fue de 19.37% y 4.69% respectivamente, inferior a los valores reportados por Medrano, de 22% y 8.6% en el departamento de Nariño⁹¹.

Relling y Mattioli consideran que “la celulosa representa del 10 al 30 % de la materia seca del forraje y su digestibilidad varía entre el 50 y el 75 %, y la hemicelulosa se encuentra en una concentración algo menor (10-25 % de la materia seca) y su digestibilidad varía entre el 35 y el 80%. Las variaciones en la

⁸⁶ FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, A. y 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, Medellín, 1999. 241p.

⁸⁷ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), Op. cit, p. 47.

⁸⁸ USTARROZ, E.; LATIMORI, N. y PEUSER, R. Módulo de programación forrajera. Alimentación en bovinos para carne. 4to Curso de Capacitación para Profesionales. EEA INTA Manfredi, Pcia de Córdoba, Argentina, 1997.

⁸⁹ FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, A. y GIRALDO, L. Op.cit., p. 79.

⁹⁰ HUTJENS, M. Occasional Publication. Minn.-Iowa.-Illi.-Wis. Extension Service. 1990. p.32.

⁹¹ MEDRANO, L. Op. cit., p. 49.

digestibilidad de ambas están provocadas fundamentalmente por la concentración de lignina en el forraje⁹².

Con relación a lo anterior, el nivel de celulosa obtenido en la acacia negra (19.37%) se encuentra dentro del nivel adecuado (10-25%), aunque para el caso de la hemicelulosa, el contenido es inferior, estando por debajo del 10%, valores influenciados por el estado de madurez del forraje.

➤ **% Lignina.** Los mismos autores obtuvieron un valor de (8.6%), inferior al encontrado en este estudio para acacia negra, de 15.19%⁹³.

Bach y Casamiglia afirman que “la concentración de lignina depende de la especie de forraje y del estado vegetativo, donde a mayor madurez más contenido de lignina”⁹⁴.

➤ **% Minerales (Calcio y Fósforo).** El contenido de minerales de la acacia negra presentó un valor de 1.1 % para calcio y 0.14 % para fósforo, diferentes a los reportados por Medrano⁹⁵, 0.74% para calcio y fósforo 0.24%.

Santacoloma considera que “el calcio y el fósforo son los minerales estructurales más importantes en el organismo animal, dado que el 70% de la ceniza del organismo está formada por estos dos elementos. El contenido es muy variable; está determinado por factores como el nivel de estos minerales en el suelo y en consecuencia, poca presencia de ellos en los forrajes”⁹⁶.

➤ **% Energía (Mcal EB/Kg).** La acacia negra presentó un valor de 3.29 Mcal EB/Kg, inferior al encontrado por Medrano, con 5.12 Mcal EB/Kg.

6.2.3. Composición Bromatológica de la papa richie “*Solanum tuberosum*”. La Tabla 8 indica la composición química de la papa richie (*Solanum tuberosum*), reportada por el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño.

⁹² RELLING, A. y MATTIOLI, G. Fisiología Digestiva y Metabólica de los rumiantes. En: Editorial EDULP (Ediciones 2002 y 2003). Facultad Ciencias Veterinarias - UNLP 1. p.9.

⁹³ RELLING, A. y MATTIOLI, G. Op. cit., p. 69.

⁹⁴ BACH, A. y CASAMIGLIA, S. La fibra en los rumiantes: Química o Física. XXI Curso de especialización FEDNA. Grupo de Investigación en Nutrición, Manejo y Bienestar Animal IRTA. Unidad de Rumiantes. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España: 2006. p.101.

⁹⁵ MEDRANO, L. Op.cit., p. 49.

⁹⁶ SANTACOLOMA, L. Módulo Nutrición de Rumiantes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias, 2005. 130p.

Tabla 8. Composición bromatológica de la papa richie (*Solanum tuberosum*), Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Parámetro	BH %	BS %
M. Seca	18,01	
Ceniza	1,21	6,73
Extracto Etéreo	0,07	0,41
Fibra Cruda	0,61	3,37
Proteína	1,64	9,1
E.N.N	14,48	80,39
F.D.N	6,47	35,91
F.D.A	1,36	7,56
Lignina	0,76	4,2
Celulosa	0,61	3,36
Hemicelulosa	5,11	28,35
Energía Kcal/100g	69	382
Calcio	0,01	0,05
Fósforo	0,07	0,39

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño, 2009

➤ **% Materia Seca.** El contenido de MS (18.01%) fue inferior al compararlo con el encontrado por Montoya, Pino y Correa (19.9%)⁹⁷, y al mencionado por Quintero y Castro, con un valor de 22.5%⁹⁸.

Con relación a lo anterior, Cañas afirma que “la papa es considerada como un alimento succulento, debido a que posee bajo porcentaje de materia seca”⁹⁹.

➤ **% Proteína.** El contenido de PC de la papa (9.1%) está dentro del rango obtenido por Cañas (6-12%), considerado como normal¹⁰⁰. El valor de proteína encontrado en la papa supera a otros alimentos energéticos reportados por la FEDNA¹⁰¹ como la yuca (4.5%), incluso a cereales como el sorgo (8.7%) y el

⁹⁷ MONTOYA, N; PINO, I. y CORREA, H. Óp. cit., p.45.

⁹⁸ QUINTERO, S. y CASTRO, E. El cultivo de la papa. En: Compendio No. 24. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Regional No. 4. Antioquia, 1978. 89p.

⁹⁹ CAÑAS, R. Alimentación y nutrición Animal. En: Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, 1995. p.580

¹⁰⁰ *Ibid.*, p.92.

¹⁰¹ FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). Madrid, 2003. p.423.

maíz (7.7%), lo cual es beneficioso para incorporarla en la dieta para los animales por su aporte nutricional a un menor costo en comparación con los alimentos anteriormente mencionados.

➤ **% Extracto etéreo.** El extracto etéreo de la papa fue de 0.41%, valor que se encuentra dentro del nivel determinado por Cañas (0.1 – 1%)¹⁰².

Maiztegui indica que “las dietas de los rumiantes adultos no contienen más de 3 a 5% de lípidos en la materia seca, además las grasas contienen aproximadamente 2.25 veces la cantidad de energía de los carbohidratos”¹⁰³.

% Fibra cruda. La Tabla 8 muestra un contenido normal de fibra cruda (3.37%), coincidiendo en el rango mencionado por Cañas¹⁰⁴ (1 -10 %). El valor determinado de fibra cruda de la papa es superior al compararlo con otra fuente energética como el maíz, para el cual Barreto¹⁰⁵ reportó un contenido de fibra de 2.6%.

➤ **% Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácido.** Respecto al contenido de FDN y FDA en la papa, se indica un valor de 35.91% y 7.56%, resultados inferiores a los establecidos por Cárdenas y Sánchez¹⁰⁶, quienes reportaron niveles de FDN de 56.7% y FDA de 50.3%.

Por otra parte, Calsamiglia manifiesta 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

¹⁰² CAÑAS, R. Op.cit., p.93.

¹⁰³ MAIZTEGUI, J. “Los Alimentos”. En: Nutrición de rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral, Argentina, 2009. p.5-6.

¹⁰⁴ CAÑAS, R. Op.cit., p.94

¹⁰⁵ BARRETO, L. Op.cit., p.23.

¹⁰⁶ CARDENAS, C. y SÁNCHEZ, C. Conservación de papa (*Solanum tuberosum*) desechada e infestada con *Tecia Solanivora*, como parte de su manejo integrado, en la alimentación de novillas Holstein. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 1998. p.92.

ruminal superior a 6,0 (que depende de la cantidad, el tipo y la forma de la FDN¹⁰⁷).

➤ **%Celulosa, Hemicelulosa y Lignina.** Los resultados obtenidos de hemicelulosa, celulosa y lignina en la papa fueron de 28.35%, 3.36% y 4.2% respectivamente, inferiores a los reportados por Cárdenas y Sánchez para celulosa (9.7%) y superiores para lignina (1%)¹⁰⁸.

➤ **% Minerales (Calcio y Fósforo).** El contenido de minerales encontrado en la papa fue de 0.5 mg en calcio y 3.9 mg de fósforo, inferiores a los indicados por la FAO¹⁰⁹, 5 mg en calcio y 44 mg de fósforo.

En este sentido, Cañas menciona que: “La papa presenta deficiencia en calcio, es abundante en fósforo, ya que éste es un elemento que se encuentra formando parte de la molécula de almidón, aunque el 20% se encuentre como fitatos, teniendo que suplementar con sales minerales si se incluye en la ración”¹¹⁰.

➤ **% Extracto no nitrogenado (ENN).** Como se observa en la Tabla 8, el contenido de ENN es el más alto con relación a los demás nutrientes del análisis bromatológico (80.39%).

Según Borba: “La papa tiene alto contenido de carbohidratos, lo que la posiciona como un alimento de alto valor energético. Aunque en menor medida, aporta proteínas en cantidad similar a los cereales y en mayor proporción que otros tubérculos”¹¹¹.

Además, Barreto asegura que “la composición y valor nutritivo de las raíces y tubérculos es variada por ser productos muy acuosos de bajo contenido de MS (9 a 11%) y fibra, altamente digestibles por contener grandes cantidades de almidón y otros carbohidratos muy fermentables, y por consiguiente, son ricos en energía”¹¹².

¹⁰⁷ CALSAMIGLIA, S. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de Rumiantes. En: XIII Curso de Especialización FEDNA. Departamento de Patología y Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona, 1997. p.87.

¹⁰⁸ CARDENAS, C. y SÁNCHEZ, C. Op.cit., p .92

¹⁰⁹ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). [On line] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/papa.htm>

¹¹⁰ CAÑAS, R. Op.cit., p.96.

¹¹¹ BORBA, N. La papa, un alimento básico. Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica RAP-AL (Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina). Uruguay, 2008. p.25.

¹¹² BARRETO, L. Op.cit., p.24.

6.3 METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN LA ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) Y LA PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*)

La identificación de metabolitos secundarios se llevó a cabo en el Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño. Para la lectura de las pruebas fitoquímicas preliminares, se utilizó el sistema cualitativo de cruces para especificar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos, tomando en cuenta la siguiente Tabla para la interpretación de los datos.

Tabla 9. Rangos para la lectura fitoquímica cualitativa.

Alto	+++
Moderado	++
Escaso	+
Nulo	-

Como se puede ver en la Tabla 10, la acacia negra presentó una alta concentración de saponinas, un nivel moderado de fenoles y bajo para esteroides. Referente a la papa, se registró una moderada presencia de fenoles y bajo contenido en esteroides.

Tabla 10. Pruebas fitoquímicas preliminares para metabolitos secundarios.

METABOLITO	PRUEBA FITOQUÍMICA	Acacia	Papa
SAPONINAS	Espuma	+++	-
	Rosenthaler-Vainillina-Ácido clorhídrico	+++	-
	Molisch	+	++
FENOLES	Cloruro férrico	++	-
	Gelatina-sal	++	+
	Acetato de plomo	+	+
	Liebermann Burchard	-	-
ESTEROIDES	Rosenheim	-	-
	Salkowski	+	+
	Dragendorf	-	-
ALCALOIDES	Wagner	-	-
	Mayer	-	-

Fuente: Laboratorio de Bromatología. Universidad de Nariño, 2009.

García asevera que:

“Las saponinas generalmente son compuestos inhibidores del consumo voluntario, por presentar sabor amargo, además de interferir en la absorción intestinal cuando los niveles son cuantiosos”¹¹³.

Flores *et al* afirman que “los taninos condensados pueden llegar a producir efectos depresivos sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca”¹¹⁴.

Sin embargo, se puede mencionar que su inclusión en las dietas no presentó un efecto limitante atribuible a los denominados factores antinutricionales (FAN), ya que la presencia de fenoles y esteroides estuvo en un nivel adecuado, lo cual no interfirió con la palatabilidad del alimento.

Aunque el contenido de saponinas encontrado en la acacia negra fue alto, el sabor amargo que le confiere a la dieta fue contrarrestado con la adición de melaza por tratamiento en pequeña cantidad (200g), lo cual permitió la mayor gustosidad del alimento, sin afectar el consumo voluntario de las dietas.

Aunado a esto, se puede manifestar que los metabolitos secundarios encontrados pueden generar efectos positivos al estar contenidos en la dieta de las novillas.

En este sentido, Makkar *et al*¹¹⁵ consideran que “las saponinas, al igual que los taninos, podrían tener incidencia en la mejora de la eficiencia en la utilización del alimento en rumiantes, aumentando el flujo de proteína microbiana hacia el duodeno”.

Esto es favorable para la nutrición del animal, ya que éste absorbe en el intestino delgado una proteína de mayor calidad, lo que repercute en una mayor producción animal.

Además Waghorn manifiesta que “la unión de los taninos a las proteínas pueden traer efectos beneficiosos en la prevención del timpanismo y fundamentalmente en la protección de las proteínas de las plantas de la degradación ruminal”¹¹⁶.

¹¹³ GARCÍA, D. Op.cit., p.105.

¹¹⁴ FLORES, O; IBRAHLM, M; KASS, D. y ANDRADE, H. Op.cit., p.6.

¹¹⁵ MAKKAR, R.; DAWRA, K. y SINGH, B. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. En: J. Agric. Food Chem, 1988. p.523-525.

¹¹⁶ WAGHORN, G. Effect of condensed tannin on protein digestion and nutritive value of fresh herbage. En: Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 1990. p. 412 - 415.

Otra ventaja relacionada con los taninos, es la mencionada por Khan y Díaz, quienes aseguran que:

“Los taninos condensados pueden favorecer la disminución de los parásitos intestinales. Este control puede ser indirecto, por una mejora en el status nutricional y la respuesta inmune de los animales por los efectos positivos ya mencionados, o directo, por interacciones directas de los taninos con los parásitos; demuestran interacciones que afectan la fisiología de los parásitos y la incubabilidad de sus huevos”¹¹⁷.

Incluso, Waghorn *et al* determinaron que: “en ovejas y bovinos alimentados con forrajes que contienen taninos condensados ocurre una menor producción de metano por unidad de materia seca digestible, lo que se atribuye al probable efecto indirecto de los taninos condensados en la reducción de la producción de hidrógeno en el rumen y directamente a su acción inhibitoria sobre los microorganismos ruminales productores de metano”¹¹⁸.

Además, es importante destacar que los efectos negativos de los metabolitos presentes en el alimento pudieron ser minimizados por la adaptación de consumo y la fisiología animal.

Al respecto, Ramos *et al*¹¹⁹ aseguran que “los rumiantes emplean estrategias fisiológicas y etológicas para enfrentar la acción negativa de los metabolitos secundarios presentes en los follajes de arbustivas, como son el efecto detoxificador del rumen, la adaptación temporal y permanente de los animales al consumo de algunas sustancias antinutritivas y la selección de la dieta”.

Por otra parte, Duncan y Milne señalan que “el medio ruminal representa un lugar eficiente de detoxificación para un amplio rango de compuestos secundarios de las plantas, de modo que la toxicidad de las plantas consumidas por los rumiantes puede ser modificada significativamente después de los cambios químicos sufridos por los compuestos potencialmente tóxicos en el rumen”¹²⁰.

¹¹⁷ KAHN, L. y DÍAZ, A. Tannins with antihelmintic proprieties. En: Broker, J. D. Proceedings of the International Workshop on Tannin in Livestock and Human Nutrition. ACIAR Proceedings, 2000. p. 140-154.

¹¹⁸ WAGHORN, G.; TAVENDALE, M. y WOODFIELD, D. Methanogenesis from forages fed to sheep. Proc. N.Z. Grasslands Assoc, 2002. p.167–171.

¹¹⁹ RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. y MANTECÓN, A. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. En: Archivos de Zootecnia, 1998. p. 597 - 620.

¹²⁰ DUNCAN, A. y MILNE, J. Effect of Long-term Intra-ruminal Infusion of the Glucosinolate Metabolite Allyl Cyanide on the Voluntary Food Intake and Metabolism of Lambs. En: J. Sci. Food Agric. October, 1992. p. 9-14.

Como ejemplo se puede citar a Skene y Brooker¹²¹, quienes han identificado una cepa de la bacteria *Selenomonas ruminantium* provista de enzimas con actividad taninoacilhidrolasa y, por ello, capaz de crecer en medios con ácido tánico o taninos condensados como única fuente de energía.

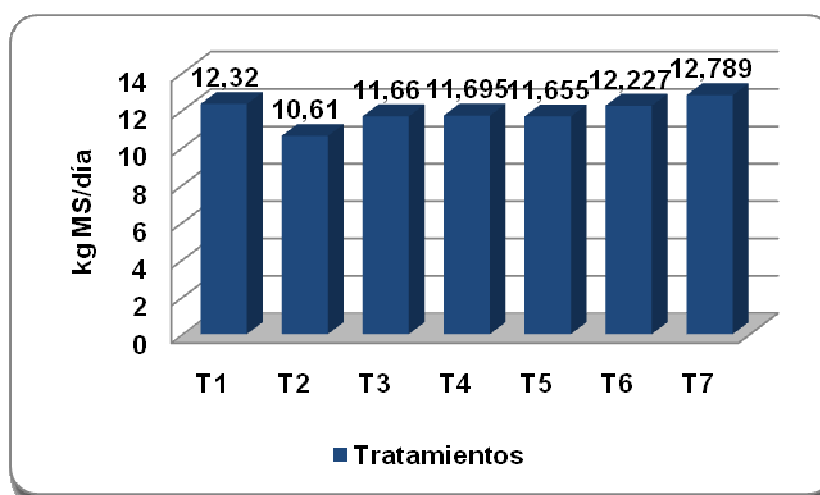
6.4 CONSUMO DE MATERIA SECA

En la Tabla 11 y Figura 1 aparecen los resultados de consumo de materia seca para cada tratamiento. El mayor valor lo obtuvo el T7 (12.789 kg MS/día), seguido de T1 con 12.32 kg MS/día y el más bajo fue el T2 con 10.61 kg MS/día.

Tabla 11. Consumo diario de alimento en materia seca (kg/día), Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Alimento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kikuyo	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71
Concentrado	2.61	-	-	-	-	-	-
Acacia	-	-	1.95	1.19	1.58	1.97	2.36
Papa	-	0.9	-	0.79	0.35	0.54	0.71
Total	12.32	10.61	11.66	11.69	11.65	12.22	12.79

Figura 1. Consumo MS kg /día por tratamiento.



El mayor consumo de MS presentado por el T7 se debe a la cantidad superior de alimento que compone la dieta y al efecto asociativo positivo de la mezcla

¹²¹ SKENE, I. y BROOKER, J. Characterization of tannin acylhydrolase activity in the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*, *Anaerobe*, 1995. p. 321-327.

alimenticia “Papa-Acacia”, por el alto contenido de carbohidratos rápidamente fermentables de la papa que favorece la digestión de la fibra de la acacia, incrementando el consumo voluntario.

Al respecto, Gill y Powell mencionan que “la cantidad de nutrientes que un rumiante puede extraer de un alimento puede modificarse por el tipo y cantidad de otros alimentos consumidos el mismo día”¹²².

Por lo tanto, se puede considerar que la interacción existente de la mezcla papa-acacia en los diferentes tratamientos, como lo fue el T4, T5, T6 y T7, permitió una mayor digestibilidad de la dieta suministrada, presentándose un mayor aprovechamiento en el T7.

Aunado a esto, Belmar y Nava¹²³ manifiestan que “estos procesos interactivos tienen consecuencias sustanciales en el consumo, en la digestibilidad de los alimentos y sobre la productividad animal en general”.

Siendo el tratamiento T1 el de menor cantidad de suplemento ofrecido (3kg de balanceado comercial/día), se puede apreciar que su consumo fue mayor al compararlo con los demás tratamientos, a excepción del T7, que se explica por la inclusión de un alimento con alto porcentaje de M.S (87%) fácilmente asimilable por el animal.

Según Combellas¹²⁴: “El uso de balanceado comercial se debe limitar entre un 20 a 30% de la dieta para evitar los efectos negativos sobre la utilización de los alimentos fibrosos”.

De acuerdo con lo anterior, la cantidad suministrada de balanceado fue adecuada y se encuentra dentro del rango mencionado, formando parte de la dieta en un 23.6%, permitiendo una mejor digestibilidad y buen aprovechamiento de los componentes del alimento.

Para el caso del tratamiento T2, hubo un menor aporte de M.S en la dieta, presentando el menor consumo, que se explica por el alto grado de humedad que presenta la papa (81.99%).

¹²² GILL, M. and POWELL, C. Prediction of associative effects of mixing feeds. En: Increasing livestock production through utilization of local resources. Edited by: G. Tingshuang, Proceedings of a workshop in Beijing, China, 1993. p. 393-405.

¹²³ BELMAR, R. y NAVA, R. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, 1994. p. 393-405.

¹²⁴ COMBELLAS, J. Suplementación energética y proteica en bovinos de leche. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, 1991. 38p.

En este sentido, Gagliostro y Gaggiotti¹²⁵ sostienen que “el agua intracelular contenida en los alimentos incrementa el valor de llenado en el animal afectando negativamente el consumo”.

Además, el menor consumo está relacionado con el bajo contenido de proteína de este alimento (9.1%) en base seca.

Con relación a lo anterior, Mendoza¹²⁶ ha evidenciado que niveles bajos de proteína no permite una utilización completa de los carbohidratos y la tasa de pasaje de la digesta disminuye. En consecuencia, la digestibilidad y consumo voluntario son reducidos significativamente.

6.5 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS NOVILLAS

Según el análisis de varianza presentado en el Anexo A, B y C, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a las dietas respecto al testigo comercial, en relación a las variables ganancia diaria de peso (GDP), incremento de talla (IT) y condición corporal (CC), lo que hace suponer que el aporte de nutrientes de las diferentes dietas tiene un efecto similar a la dieta testigo, sin descartar las características genéticas de cada animal.

Referente a esto, González y Quintero aseveran que “la eficiencia productiva y reproductiva son afectadas por muchos factores, tales como el genotipo del animal, las condiciones climáticas, enfermedades y la alimentación”¹²⁷.

6.5.1 Ganancia diaria de peso. En la Tabla 12 y Figura 2 aparecen los resultados de ganancia diaria de peso para cada tratamiento, obteniendo un resultado mayor con el T2 (1.125 kg), seguido del T1 (1.11 kg) y los que presentaron valores más bajos fueron el T6 y T5 con 0.875 y 0.98 kg.

Tabla 12. Ganancia diaria de peso en Novillas Holstein por tratamiento

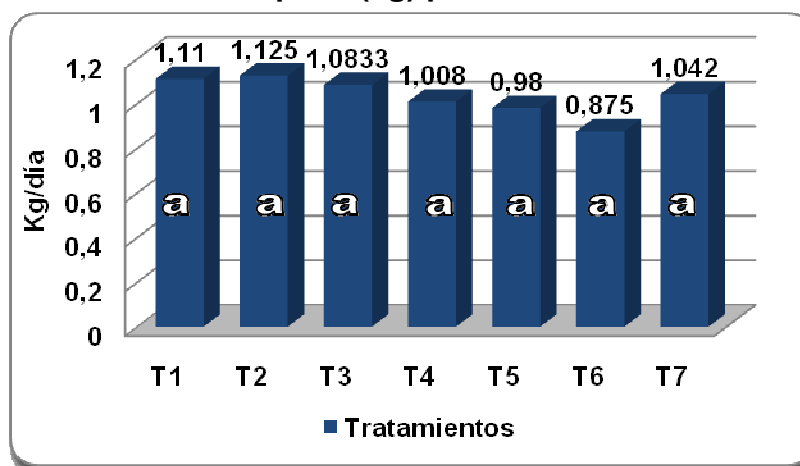
Peso Promedio	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Peso inicial (kg)	225,5	270	225	265	245,25	255	239
Peso final (kg)	292	337,5	290	325,5	304	307,5	301,5
Cambios de peso(kg)	66,5	67,5	65	60,5	58,75	52,5	62,5
GDP, kg/d	1,11	1,125	1,0833	1,008	0,98	0,875	1,042

¹²⁵ GAGLIOSTRO, G. y GAGGIOTTI, M. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina, 1998. p.1-16.

¹²⁶ MENDOZA, S. Módulo en pastos y forrajes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Zootecnia. Bogotá, 2000. p.16.

¹²⁷ GONZÁLEZ, D. y QUINTERO, A. Manejo de las novillas de reemplazo. Unidad de Investigación en Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela, 2005. 439p.

Figura 2. Ganancia diaria de peso (kg) para cada tratamiento.



Loughlin reporta que “los efectos sobre la variabilidad en las ganancias de peso y estado corporal de los animales, dependerán de la calidad y densidad energética del suplemento con relación al forraje base”¹²⁸.

Por lo tanto, la inclusión del T2 demostró el potencial que tiene la papa para ser utilizada en la dieta de rumiantes, existiendo buena aceptación de consumo y eficiencia en el aprovechamiento de los componentes de la dieta, principalmente almidón, el cual proporciona alto valor energético, conllevando a una mejor respuesta en incremento de peso.

Respecto a lo anterior, Theurer sostiene que “el almidón es el principal nutriente energético en las raciones de rumiantes y puede representar del 25 al 35% de la MS, la utilización óptima del mismo es fundamental para maximizar la producción animal”¹²⁹.

Además, la dieta, al estar suplementada con papa, la hace más digestible, a diferencia de los demás tratamientos que se componen por mayor cantidad de fibra, para el caso de las dietas que contienen acacia negra.

Lo anterior es corroborado por Offner *et al*¹³⁰, afirmando que el almidón es más digestible que la FDN, donde la degradación del almidón en el rumen oscila entre un 60 y un 95%, mientras que la digestibilidad de la FDN fluctúa entre 20 y 55%. Por lo tanto, es de esperar que la sustitución de forraje arbóreo por almidón de papa resulte en un aumento de la digestibilidad total de la ración.

¹²⁸ LOUGHLIN, M. Variación en los consumos individuales (VCI). U.B.A. Reválida Universidad de Onderstepoor, Pretoria, República de Sudáfrica, 1995. p.34-40.

¹²⁹ THEURER, C. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. Journal Animal Science 63, Mayo, 1986. p.63.

¹³⁰ OFFNER, A.; BACH, A. y SAUVANT, D. Animal Feeding Science Technology, 2003. p. 81-93.

La menor ganancia de peso lograda con el T6 pudo deberse al comportamiento de consumo y asimilación de los componentes estructurales de la dieta.

Gagliostro y Gaggiotti aseveran que “el contenido de pared celular y de celulosa afectan negativamente la digestibilidad que puede conllevar a una disminución en la ganancia de peso de los animales”¹³¹.

Es importante mencionar el gran potencial que demostraron los recursos no convencionales, como la acacia negra y la papa richie, al ser utilizados como reemplazo del balanceado comercial, conllevando a obtener altas tasas de crecimiento que superaron fácilmente los 800g/d, garantizando el cubrimiento de los requerimientos nutricionales de las novillas, con un nivel proteico -energético adecuado de cada dieta, generando un óptimo rendimiento en ganancia de peso.

Adicionalmente, la ganancia de peso diaria obtenida con cada tratamiento supera al valor máximo recomendado por Wattiaux¹³² (0.9kg/día) en ganado Holstein, desde el destete hasta la pubertad.

Lo anterior puede ser favorable para alcanzar un peso corporal ideal al primer parto en menor tiempo, teniendo en cuenta que las novillas hayan alcanzado una edad adecuada a la pubertad, preferiblemente 12-13 meses de edad, asegurando el primer parto a los 24 meses como ideal, permitiendo incrementar el número de lactancias y reducción de costos por alimento¹³³.

No obstante, González y Quintero sostienen que:

Altas tasas de crecimiento en novillas jóvenes pueden afectar adversamente la producción de leche en su primera lactancia, debido a que la alimentación con alta energía produce un depósito de grasa que impide el desarrollo alveolar en la ubre. Por esa razón, es recomendable un aporte adecuado de proteína en las dietas destinadas a obtener altas ganancias de peso para que se logre en base a crecimiento esquelético, sin engrasamiento y sin afectar la mamogénesis¹³⁴.

6.5.2 Incremento diario de talla. La Tabla 13 y Figura 3 muestra los resultados del incremento diario de talla para cada tratamiento, obteniendo un mayor valor con el T7 (0.15cm), seguido del T1 con 0.125cm, y el que presentó menor incremento de talla fue el T2 con 0.095cm.

¹³¹ GAGLIOSTRO, G. y GAGGIOTTI. Op.cit., p.11.

¹³² WATTIAUX, M. Midiendo el crecimiento. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, EEUU, 2002.p.213.

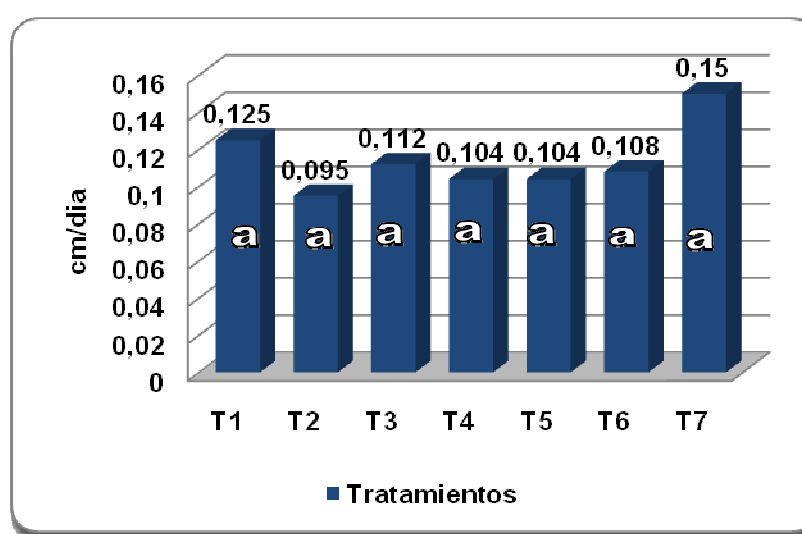
¹³³ Ibid., p.213.

¹³⁴ GONZÁLEZ, D. y QUINTERO, A. Op.cit., p.32.

Tabla 13. Evolución de talla (cm) por tratamiento

Talla Promedio	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Talla inicial (cm)	117.5	117	112	121	116.5	118.75	118
Talla final (cm)	125	122.75	118.75	127.25	122.75	125.25	127
Cambios de talla (cm)	7.5	5.75	6.75	6.25	6.25	6.5	9
Ganancia talla/d (cm)	0.125	0.095	0.112	0.104	0.104	0.108	0.15

Figura 3. Incremento diario de talla (cm) para cada tratamiento.



El valor obtenido en los diferentes tratamientos resulta superior al compararlo con el registrado por otros autores, como Heinrichs y Hargrove¹³⁵, con incrementos de 0.030 cm/día en novillas Holstein de 12 a 18 meses, o Romero *et al*¹³⁶, quienes determinaron un incremento de 0.057 cm/día en novillas Holstein alimentadas a base de heno y balanceado comercial.

De acuerdo con lo mencionado, se puede considerar que las dietas suministradas garantizaron un crecimiento adecuado de las novillas, obteniendo un mayor incremento con el T7, posiblemente por la mayor cantidad de componentes de la mezcla papa-acacia y su efecto de asimilación positiva adquiriendo un nivel de nutrición superior.

¹³⁵ HEINRICH, A. and HARGROVE, G. Standards of weight and height for Holstein heifers. En: J. Dairy Science, Abril.1987. p. 653-660.

¹³⁶ ROMERO, M.; ARAUJO, O.; GOICOCHEA, J. y ESPARZA, D. Efecto del plano de nutrición y del predominio racial sobre el crecimiento y aparición de la pubertad en novillas mestizas. En: Revista Facultad de Agronomía (LUZ): 1995, 12:233-246.

Se puede afirmar que fue evidente la existencia de un balance energético-proteico adecuado de cada una de las dietas suministradas, lo cual conllevó a buenos resultados en incremento de talla. Por lo tanto, la alimentación juega un papel decisivo y desencadenante, debido a que las deficiencias en la disponibilidad y oferta de nutrientes afectan la velocidad de crecimiento.

Respecto a lo anterior, Romero *et al* aseguran que “el crecimiento en altura a la cruz bajo iguales condiciones de alimentación tiende a ser igual en diferentes grupos raciales, y es el nivel de nutrición superior el que permite un incremento diferencial”¹³⁷.

Por su parte, Wattiaux¹³⁸ considera que:

La nutrición puede ejercer efecto en el crecimiento, ya que si se brinda una ración adecuada en energía y deficiente en proteína, conlleva a que las novillas estén en un rango apropiado de peso corporal, pero no tienen la suficiente altura (crecimiento esquelético). Caso contrario ocurre cuando las novillas consumen más energía de la que pueden utilizar para el crecimiento esquelético y muscular, lo cual hace que se deposite grasa en exceso y tiendan a engordar.

6.5.3 Condición corporal. La Tabla 14 y Figura 4 indica los resultados de incremento de condición corporal periodo para cada tratamiento, obteniendo un valor superior con el T7 (0.800), seguido de T6 con 0.775, y el que presentó menor valor fue el T5 con un incremento de 0.40.

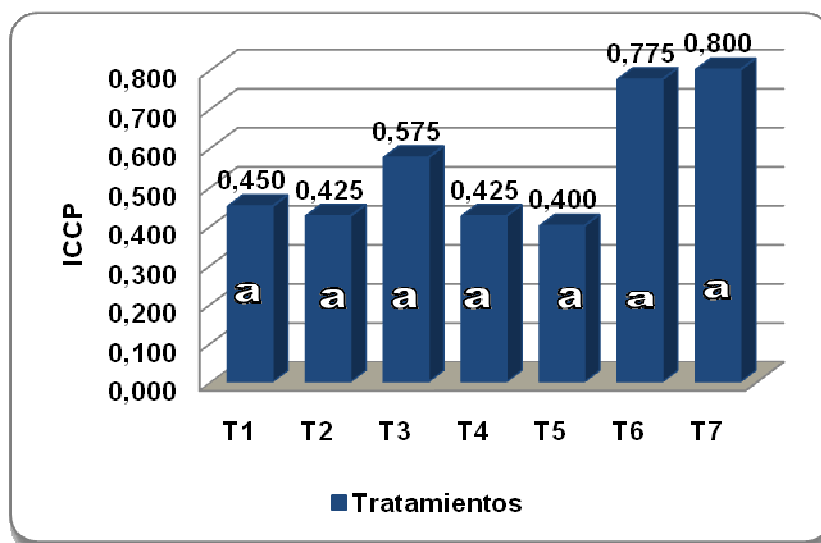
Tabla 14. Evolución de condición corporal por tratamiento.

Condición Corporal	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
CC Inicial	2.75	2.875	2.8	2.875	3	2.5	2.5
CC Final	3.2	3.3	3.37	3.3	3.4	3.275	3.3
Cambio CC Periodo	0.450	0.425	0.575	0.425	0.400	0.775	0.800

¹³⁷ Ibid., p.235.

¹³⁸ WATTIAUX, M. Op.cit., p.217.

Figura 4. Incremento de Condición Corporal para cada tratamiento.



Todos los tratamientos presentaron una respuesta positiva en condición corporal, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey.

Sin embargo el T7, presentó un mayor incremento de condición corporal en el periodo de ensayo con un valor de 0.8 puntos, lo cual indica una buena respuesta de los animales a la dieta compuesta por acacia negra y papa richie.

La calificación de condición corporal de las novillas del ensayo indica el buen nivel nutricional que se logró con cada uno de los tratamientos, obteniendo valores finales de 3.2 a 3.4, los cuales superan los valores mencionados por Hoffman¹³⁹ para novillas Holstein con edad de 9 a 15 meses con una calificación de condición corporal (2.4 a 2.9) y el valor de puntuación óptima recomendada por Guthrie¹⁴⁰ de 2.5 para primer servicio.

Adicionalmente, Hoet afirma que “sólo deben entrar al servicio novillas con una condición corporal mayor de 2,5 en escala 1-5, evitando animales engrasados con condición corporal mayor de 4, ya que trae como consecuencia un pobre

¹³⁹ HOFFMAN, P. Tasa de crecimiento óptima para novillas Holstein de reemplazo. En: Terneras, novillas y rentabilidad lechera. NRAES-74 152 Riley-Robb Hall, Ithaca Nueva York, 1995. p.69.

¹⁴⁰ GUTHRIE, L. Nutrition and Reproduction Interactions in Dairy Cattle. University of Georgia.Coop.Ext.Service.1998.p.4.

desempeño en su primera lactancia debido a que el aumento del tejido graso en la ubre ocasiona una falta de desarrollo de la glándula mamaria¹⁴¹.

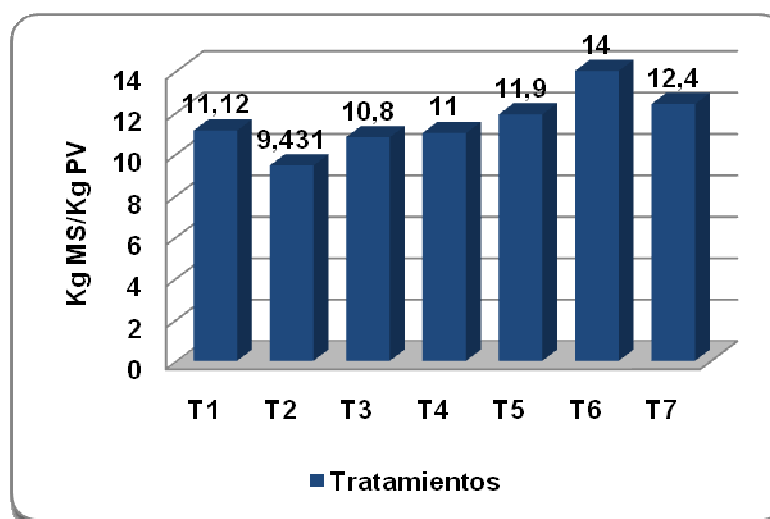
Por lo tanto, es importante llevar un manejo adecuado del plan alimentario de los animales de acuerdo a sus requerimientos y condición fisiológica, lo cual nos permite obtener buenos resultados en el aspecto productivo y reproductivo.

6.5.4 Estimación de la conversión de alimento. En la Tabla 15 y Figura 5 aparecen los resultados de conversión alimenticia para los diferentes tratamientos, encontrando que el tratamiento T2 presentó una mejor conversión alimenticia de 9,431 kg MS/kg PV, seguida del T3 con 10,8 kg MS/kg PV y el que mostró una conversión menos eficiente fue el T6 con 14 kg MS/kg PV.

Tabla 15. Conversión de alimento por cada tratamiento.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Ganancia de Peso Diario (kg)	1,11	1,13	1,08	1,01	0,98	0,88	1,04
Ganancia de Peso Periodo(kg)	739,2	636,6	700	665	699	734	775
Pasto consumido kg MS/d	9,71	9,71	9,71	9,71	9,71	9,71	9,71
Balanceado kg MS/d	2,61	--	--	--	--	--	--
Acacia consumida kg MS/d	--	--	1,95	1,2	1,59	2	2,48
Papa consumida kg MS/d	--	0,9	--	0,18	0,36	0,5	0,72
Total consumo kg MS/d	12,32	10,61	11,7	11,1	11,7	12	12,9
Conversión	11,12	9,431	10,8	11	11,9	14	12,4

Figura 5. Conversión Alimenticia (kg MS/kg PV).



¹⁴¹ HOET, A. Bioseguridad para el rebaño. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. C. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela, 2005. p.283-290.

Los resultados difieren entre los tratamientos, debido a que la conversión alimenticia está en función del consumo e incremento de peso, lo cual fue observado en el periodo de ensayo con el diferente comportamiento de consumo de las novillas, que fue un indicativo de aceptación y asimilación de cada dieta, entre los cuales existieron animales con un valor bajo de consumo, determinando la mayor eficiencia debido a que requiere menos alimento que el promedio para un determinado nivel de peso metabólico y performance de crecimiento.

Para el caso de la conversión menos eficiente mostrada para el tratamiento T6, se atribuye al menor incremento de peso diario (0.88kg/d) en comparación a los demás tratamientos, nivel de ganancia de peso de las novillas, mayor necesidad de consumo sin un buen aprovechamiento del aporte proteico y energético de la dieta, afectando el potencial de crecimiento del animal.

Por ende, Velasco asegura que “los requerimientos para mantenimiento de las vacas de cría están fuertemente influenciados por la forma en que almacenan y movilizan sus tejidos corporales de reserva”¹⁴².

La mejor conversión alimenticia obtenida con el T2 indica la mayor eficiencia fisiológica de los animales para asimilar los componentes de la dieta y el buen comportamiento de consumo, necesitando menos kilos de alimento para ganar un kilo de peso.

Aunado a esto, el mismo autor considera que “los animales de un tamaño determinado, con una mayor ganancia diaria de peso, tienden a tener un mayor apetito, pero menores requerimientos de alimentos por kilo ganado, logrando una mejor conversión alimenticia comparados con aquellos animales de un menor potencial de crecimiento, debido a una mayor dilución de los costos diarios de mantenimiento”¹⁴³.

6.6 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la Tabla 16 y Figura 6 se indican los resultados económicos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, los ingresos diarios y la rentabilidad aparente de los tratamientos.

¹⁴² VELASCO, J. ¿Cuál es la influencia de la composición corporal sobre la ECA? .Publicación de la Asociación Criadores de Hereford. Año LXII N° 607.p.78-86. [On line] 2010. [Citado Enero 17/010].Disponible en internet:

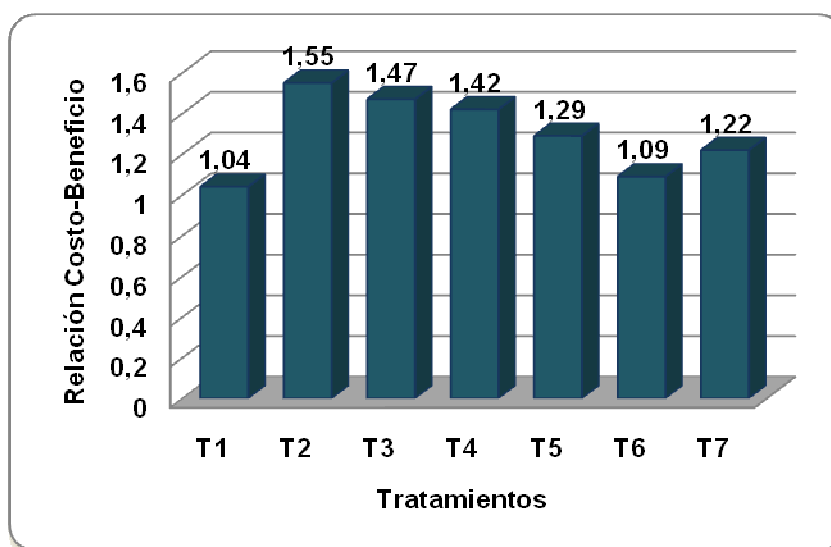
http://www.ugrch.org/publicaciones/tecnica_calificar_condicion_corporal.html

¹⁴³ Ibid., p.186.

Tabla 16. Resultados económicos en cada uno de los tratamientos

COSTOS	DIETAS EXPERIMENTALES						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Pastoreo	866.20	866.20	866.20	866.20	866.20	866.20	866.20
Papa	-----	662.5	-----	132.5	265	397.5	530
Acacia	-----	-----	735.3	441.18	588.24	735.3	882.36
Melaza (200gr)	125	125	125	125	125	125	125
Concentrado (3 kg)	2700	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Manejo	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708
Total Costos Parciales (TC)	6399,2	4361,7	4434,5	4272,88	4552,44	4832	5111,56
INGRESOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
GDP (g)	1108	1125	1083	1008	979	875	1042
\$ Kg Carne	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Total Ingresos Parciales (TI)	6648	6750	6498	6048	5874	5250	6252
Margen Bruto (TI-TC)	248,8	2388,3	2063,5	1775,12	1321,56	418	1140,44
R. Beneficio-Costo (TI/TC)	1.04	1.55	1.47	1.42	1.29	1.09	1.22

Figura 6. Relación Beneficio-Costo para cada uno de los tratamientos.



Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento T4 (\$4272.88), seguido del T2 (\$4361.7), T3 (\$4434.5), T5 (\$4552.44), T6 (\$4832), T7 (\$5111.56) y el de mayor costo fue el T1 con \$6399.2. El menor costo se explica por el reemplazo de balanceado comercial por alimentos no convencionales como la papa y la acacia negra en una alta proporción, conjugados en los resultados productivos.

El mayor costo presentado por el T1 (testigo) se debe a la utilización de balanceado comercial, lo cual incrementa el costo en la economía del productor.

En cuanto al margen bruto (rentabilidad), todos los tratamientos que incluyeron papa y acacia resultan mejores al compararse con el T1 o testigo, siendo más representativo el T2 con una relación de Beneficio-Costo de 1.55; seguido del T3 (1.47), y el más bajo fue el T1 (1.04) por los altos precios del producto.

6.7 MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA LAS VARIABLES PRODUCTIVAS

En la Tabla 17 se muestra la matriz de ponderación para seleccionar el mejor tratamiento, determinando que el T3 es el más beneficioso con respecto a las variables evaluadas.

Tabla 17. Matriz de Ponderación

Variable/Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
GDP	2	1	3	5	6	7	4
Incremento talla	2	7	3	5	5	4	1
Incremento C.C	4	5	3	5	7	2	1
Conversión Alimenticia	4	1	2	3	5	7	6
Relación Costo/Beneficio	7	1	2	3	4	6	5
Σ	19	15	13	21	27	26	17
Ponderación	4^o	2^o	1^o	5^o	7^o	6^o	3^o

En la Tabla anterior se puede observar que el T2 presentó el mejor comportamiento con relación a las variables ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y relación costo – beneficio, pero no obtuvo buenos resultados en incremento de talla y condición corporal.

Lo que indica que estos animales tienden a engordarse y presentar bajo crecimiento, situación desfavorable para el ganadero ya que un exceso en ganancia diaria de peso puede ocasionar efectos negativos en la producción en la primera lactancia y reproducción de las novillas por engrasamiento del sistema glandular mamario y tracto reproductivo. Por lo tanto, se seleccionó como mejor tratamiento al T3 por generar resultados uniformes para todas las variables evaluadas, lo cual es beneficioso al productor ya que incorporando en la dietas forraje arbóreo de acacia negra se puede generar mejores resultados al compararlo con los demás tratamientos, especialmente con el T1 (balanceado comercial).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- La alimentación convencional de las novillas de levante se puede reemplazar de forma parcial o total por follaje de Acacia negra "*Acacia decurrens*", papa richie "*Solanum tuberosum*" o mezcla de los dos componentes, sin que haya diferencia estadística significativa en el efecto sobre las variables productivas, permitiendo reducir costos de producción y el impacto ambiental.
- El uso de la diversidad de forrajes arbóreos y desechos o excedentes de producción agrícola, pueden contribuir a incrementar la eficiencia en el manejo sostenible de la finca, utilizando recursos locales como alternativa de suplementación de la dieta alimenticia convencional de los rumiantes a un menor costo.
- La especie arbórea acacia negra "*Acacia decurrens*" se puede considerar como una fuente de proteína sobrepasante por el contenido de sustancias como los polifenoles, los cuales la protegen en parte de ser degradada en rumen, y por lo tanto se le da una mejor utilización al forraje, de esta manera potenciar la ganancia de peso vivo, mejorando la productividad animal.
- El menor costo de alimentación se obtuvo con los tratamientos T4 (kikuyo+1 kg papa richie+3kg acacia) y T2 (kikuyo+ 5 kg papa richie) con un valor de \$4272.88 y \$4361.7 respectivamente, en comparación a la dieta testigo T1 (\$6399.2), con la utilización de balanceado comercial, lo cual incrementa el costo en la economía del productor.
- Estadísticamente no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables evaluadas entre los tratamientos. Sin embargo la mejor alternativa en este estudio con relación a las variables evaluadas en la matriz de ponderación, ganancia diaria de peso, incremento de talla, condición corporal, conversión alimenticia y relación beneficio-costo, es la suplementación del tratamiento T3 (kikuyo+ 5 kilos acacia negra), generando efectos positivos en el animal a un menor costo.
- Se plantea la importancia del establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP), como cercas vivas con presencia de acacia negra para la zona fría, ya que es una fuente alimenticia de alto valor proteico, que se puede obtener a un bajo costo para la alimentación ganadera.

7.2. RECOMENDACIONES

- Determinar las cantidades de alimento que proporcionan los árboles de acacia negra y los cultivos de papa, para realizar una planeación adecuada del suministro de alimento en los sistemas de producción a evaluar.
- La combinación de papa y acacia negra como alternativa de suplementación en el trópico alto de Nariño, debe ser evaluada con otras especies forrajeras 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 dentro del sistema de producción.
- Realizar ensayos que permitan determinar el consumo de follaje de acacia en condiciones de ramoneo, con el fin de establecer el consumo máximo de los bovinos.
- Investigar el efecto de suplementación en otras especies animales con el uso de acacia negra y papa richie evaluando el comportamiento productivo.
- Evaluar nuevas alternativas de suministro de acacia negra, como harina para reemplazar otras fuentes proteicas de alto costo en la elaboración de alimentos balanceados.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, L. Acuerdo de competitividad de la papa para el Departamento de Nariño. Programa de oferta agropecuaria-PROAGRO, Cadena Alimentaria de la Papa-Consejo Nacional de la Papa. San Juan de Pasto, 2001. 52 p.

APRÁEZ, E. y MONCAYO, O. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. [Online] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote14.htm>

BACH, A. y CASAMIGLIA, S. La fibra en los rumiantes: Química o Física. XXI Curso de especialización FEDNA. Grupo de Investigación en Nutrición, Manejo y Bienestar Animal IRTA. Unidad de Rumiantes. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España: 2006. p.101.

BARRETO, L. Guía didáctica del curso Nutrición y Alimentación Animal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Zootecnia, Bogotá, 2005. p.41.

BARTHOLAMAUS, A.; CORTÉS A.; SANTOS, J.; ACERO, L. y MOOSBRUGGER, W. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Corporación Autónoma Regional. Santafé de Bogotá, 1998. p.25.

BASTO, O. y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas. Programa Transferencia de tecnología. CORPOICA Regional Uno. SENA. Santafé de Bogotá, Colombia, 1999. p.29.

BELMAR, R. y NAVA, R. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, 1994. p. 393-405.

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Bogotá, Banco Ganadero, 1988.p 56.

_____. Producción y manejo. En: Pastos y forrajes tropicales. 3 ed. Bogotá: 1994. p.92.

BERNAL, J. y CHAVERRA, H. La papa como forraje en la alimentación animal. Plan Nacional de Semilla de Papa, Fedepapa. Bogotá, 2001. 76p.

BIRK, Y. y PERI, I. Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2º Ed. Academic Press, 1980. p.161-182. [Online] 2010. [Citado Febrero 02/010]. Disponible en internet:

http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm

BORBA, N. La papa, un alimento básico. Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica RAP-AL (Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina). Uruguay, 2008. p.25.

BRAND, T.; FRANCK, F. and COETZEE, J. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) pasture for sheep: Pasture quality and nutrient intake of ewes; En: New Zealand Journal of Agricultural Research. February, 1999. p.459 - 465.

BURGOS, Á.; APRAEZ, E. y CAYCEDO, A. Composición química de pastos y forrajes utilizados en cuyes en clima frío, medio y cálido. En: Revista de investigaciones. Junio, 1986. 167p.

CALSAMIGLIA, S. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de Rumiantes. En: XIII Curso de Especialización FEDNA. Departamento de Patología y Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona, 1997. p.87.

CAÑAS, R. Alimentación y nutrición Animal. En: Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, 1995. p.580

CARDENAS, C. y SÁNCHEZ, C. Conservación de papa (*Solanum tuberosum*) desechada e infestada con Tecia Solanivora, como parte de su manejo integrado, en la alimentación de novillas Holstein. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 1998. p.92.

CARMONA, J. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. En: Revista Lasallista de Investigación, Vol 4, número 001. Antioquia, Colombia. p.40-50. [Online] 2009. [Citado Julio 25/09].Disponible en internet: <http://redalyc.auemex.mx>

COMBELLAS, J. Suplementación energética y proteica en bovinos de leche. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela ,1991. 38p.

CORVO, S. y OTTONE, M. Relevamiento del Sector Papero en la República Argentina Dirección Nacional de Alimentos – SAGPyA, 2007. p.5. [Online] 2009. [Citado Sept. 20/09].Disponible en internet: <http://www.sagpya.gov.ar/>.

CORREA, H.; CARULLA, J. y PABÓN, M. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para la producción de leche en Colombia.

Composición química y digestibilidad ruminal y postruminal. Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín: 2006. p.76.

CUESTA, A; CARVAJAL, T. y GUTIÉRREZ, B. Evaluación nutricional de cuatro especies arbóreas de clima frío para ser usadas en alimentación animal. Publicaciones y Artículos Científicos Carvajal T. Agroforestería en la UDCA. Revista UDCA (Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales). Actualidad y Divulgación Científica Vol 1,1998.

DAVILA, P. Módulo 1 de Alimentación Animal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, 2007. p.15.

DIMITRI, M. Descripción de plantas cultivadas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. ACME S.A.C.I, Buenos Aires, 1987. p.2

DUNCAN, A. y MILNE, J. Effect of Long-term Intra-ruminal Infusion of the Glucosinolate Metabolite Allyl Cyanide on the Voluntary Food Intake and Metabolism of Lambs. En: J. Sci. Food Agric. October, 1992. p. 9-14.

EDELMAN, Z. Avances en la alimentación con fibra. En: 5º Congreso Panamericano de la leche. Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). Cooperativa Lechera Colanta. Junio: Medellín, 1994. p.13-33.

ESCOBAR, L. Perspectivas de la producción de follaje y leña de *Acacia decurrens*. Medellín, 1993. Servicio Nacional de Protección Forestal. INDERENA. 9 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). [On line] 2009. [Citado Julio 27/09]. Disponible en internet: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/papa.htm>

FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, A. y 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, Medellín, 1999. 241p.

FLORES, O; IBRAHIM, M.; KASS, D. y ANDRADE, H. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. En: Revista Agroforestería en las Américas, 1999. 6(23). [On line] 2009. [Citado Julio 30/09]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/>

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). Madrid, 2003.p.423.

GAGLIOSTRO, G. y GAGGIOTTI, M. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina, 1998. p.1-16.

GARCÍA, D. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. En: Pastos y Forrajes. 2 ed. Venezuela, 2004. p.101-111.

GASQUE, R. Alimentación de Bovinos. En: Enciclopedia Bovina. Capitulo 1. Universidad Nacional Autónoma de México. 1 ed., México, 2008. p.7.

GILL, M. and POWELL, C. Prediction of associative effects of mixing feeds. En: Increasing livestock production through utilization of local resources. Edited by: G. Tingshuang, Proceedings of a workshop in Beijing, China, 1993. p. 393-405.

GIRALDO, L. Evaluación del potencial multipropósito en dos especies de Acacia para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en clima frío. Memorias V ENICIP. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Abril, 1999.Vol.12, no.65p.32-34.

GIRALDO, L. y BOLÍVAR, D. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de acacia negra (*Acacia decurrens*) asociada con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en Clima Frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia. 1996. p. 27.

GIRALDO, L.; FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, F.; LONDOÑO, M. y VELÁSQUEZ, R. Potencial y evaluación de la Arbórea *Acacia decurrens*, como componente en sistemas silvopastoriles y su uso como suplemento para la producción de leche en clima frío de Colombia. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal, CONSILVO, 2000. 21p.

GÖHL, B. Tropical feeds. Food and agriculture organization of the United Nations. Software development by Oxford Computer Journals. Versión 30, 1992.

GONZÁLEZ, D. y QUINTERO, A. Manejo de las novillas de reemplazo. Unidad de Investigación en Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela, 2005. 439p.

HEINRICHS, A. and HARGROVE, G. Standards of weight and height for Holstein heifers. En: J. Dairy Science, Abril.1987. p. 653-660.

HOET, A. Bioseguridad para el rebaño. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. C. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela, 2005. p.283-290.

HOFFMAN, P. Tasa de crecimiento óptima para novillas Holstein de reemplazo. En: Terneras, novillas y rentabilidad lechera. NRAES-74 152 Riley-Robb Hall, Ithaca Nueva York, 1995. p.69.

HUTJENS, M. Ocasional Publication. Minn.-Io.-Illi.-Wis. Extension Service. 1990. p.32.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño. Pasto-Colombia, 2004. 735 p.

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>

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). Manual de buenas prácticas en explotaciones Ganaderas de Carne bovina. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario, PRONAGRO, Secretaria de Agricultura y Ganadería, 2009.56p.

KAMSTRA, L.; STANLEY, R. and ISHIZAKI, S. Seasonal and Growth Period Changes of Some Nutritive Components of Kikuyu Grass; En: The Journal of Range Management. 1966. p. 288 – 291.

KAHN, L. y DÍAZ, A. Tannins with antihelmintic proprieties. En: Broker, J. D. Proceedings of the International Workshop on Tannin in Livestock and Human Nutrition. ACIAR Proceedings, 2000. p. 140-154.

KARTESZ, K. Biota of North American program, University of North Carolina. Campus Box 3280, Coker hall Chapel Hill, North Carolina, 27599 - 3280 USA,1992. Natural resources conservation service. Plants Classification. [Online] 2009. [Citado Oct. 02/09].Disponible en internet:<http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=ACDE&display=31#>

KUMAR, R. Anti-nutritional factors, the potential risk of toxicity and methods of alleviate them. En: Speedy and Pugliese. Legumer trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Food and agricultural Organization of the UN, Rome, 1993. p.145-160.

KU VERA, J. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Universidad Autónoma de Yucatán, 1998. 19p.

LONDOÑO, M. y VELÁSQUEZ, R. Efecto de la suplementación con Acacia negra (*Acacia decurrens*), en terneras estabuladas Bon x Holstein de levante sobre el peso corporal. Trabajo de grado Zootecnista. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 1999. 58 p.

LONDOÑO, M.; VELÁSQUEZ, R. y GIRALDO, L. Uso del follaje de la Arbórea Acacia Negra "*Acacia decurrens*" como suplemento para el levante de terneras. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. CONISILVIO (Consortio para la Investigación y desarrollo de Sistemas Silvopastoriles".9p. [On line] 2010. [Citado Enero 17/010].Disponible en internet:
<http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/español/Document/AGROF99/LondonoM.htm>

LOUGHLIN, M. Variación en los consumos individuales (VCI). U.B.A. Reválida Universidad de Onderstepoor, Pretoria, República de Sudáfrica, 1995. p.34-40.

LUJAN, L. La ecología de la papa. En: Revista Papa No. 12. Federación Colombiana de Productores de papa. Bogotá, 1.994. 36 p.

LYONS, R; MACHEN, R. and FORBES, T. Why Range Forage Quality Changes; Texas Agricultural Extension Service, document B-6036, 1997. 8 p.

MAIZTEGUI, J. "Los Alimentos". En: Nutrición de rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral, Argentina, 2009. p.5-6.

MAKKAR, R.; DAWRA, K. y SINGH, B. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. En: J. Agric. Food Chem, 1988. p.523-525.

MARAIS, J. Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) - a review; Tropical grasslands. 2001.p. 65 – 84.[Online] 2009. [Citado Julio 27/09].Disponible en internet:
http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_pp65_84.pdf

MEDRANO, L. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas. En: Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). Pasto, Nariño, 1999. 57p.

MENDOZA, S. Módulo en pastos y forrajes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Zootecnia. Bogotá, 2000. p.16.

MERA, F. y ZAMORA, A. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el Altiplano de Pasto. Trabajo de grado Ingeniero Agroforestal. Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2003. p.32.

MILES, N; THURTELL, L. and RIEKERT, L. Quality of Kikuyu herbage from pastures in the Eastern Cape coastal belt of South Africa. *South African Journal of Animal Science*. 30 (Supplement 1). 2000. p. 85-86.

MONTAGNINI, F. *Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos*. 2ª Edición. Organización de estudios ambientales, San José, Costa Rica, 1992. 622 p.

MONTOYA, N.; PINO, I. y CORREA, H. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein. Trabajo de grado Zootecnista. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2004. p.81.

MULLER, L. Nutritional Considerations for Dairy Cattle on Intensive Grazing Systems. En: *Proceedings from the Maryland Grazing Conference*, 1996. p.65.

MURGUEITIO, E. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. En: *Convenio Inter-institucional para la producción agropecuaria del Valle de río Cauca CIPAV*. Cali, Colombia, 1990. p.78.

MURGUEITIO, E. y CALLE, Z. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. CIPAV. Cali, Colombia, 1998. 19p.

MURGUEITIO, E. e IBRAHIM, M. *Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería latinoamericana*, 2001. *Livestock Research Rural Development* (13) 3. [Online]. [Consultado 27 de Julio /09]. Disponible en internet: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros*, 1978. p.609.

_____. *The nutrient requirement of dairy cattle*. Seventh edition; National Academy Press, Washington, 2001. 381 p.

NAVARRETE, G. Respuesta del pasto kikuyo a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1986. p. 120.

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

OFFNER, A.; BACH, A. y SAUVANT, D. *Animal Feeding Science Technology*, 2003. p. 81-93.

ORTEGA, V. Administración de Empresas Agropecuarias. En: Sistemas de Producción Animal Parte I. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 2005. p.61.

PHILLIPSON, A. Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. Aguilar 3 Ed. México, 1981.p.23.

PRESTON, T. y LENG, R. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre Nutrición de rumiantes en el Trópico. Cali, Colombia, 1989.312p.

QUINTERO, S. y CASTRO, E. El cultivo de la papa. En: Compendio No. 24. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Regional No. 4. Antioquia, 1978. 89p.

QUIROGA, D. y BARRETO, A. Respuesta en rendimientos y calidad de una pradera de kikuyo degradada a tratamientos de mecanización y aplicación de compost en la sabana de Bogotá. Trabajo de grado Zootecnista. Bogotá: Universidad Nacional de Bogotá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2002. 77p.

RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. y MANTECÓN, A. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. En: Archivos de Zootecnia, 1998. p. 597 - 620.

RELLING, A. y MATTIOLI, G. Fisiología Digestiva y Metabólica de los rumiantes. En: Editorial EDULP (Ediciones 2002 y 2003). Facultad Ciencias Veterinarias - UNLP 1. p.9.

RINEHART, L. Nutrición para Rumiantes en Pastoreo. Publicación de ATTRA-Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible, 2008.20p. [Online] 2009.[Citado Julio 27/09].Disponible en internet:<http://www.attra.ncat.org/español>

ROMERO, M.; ARAUJO, O.; GOICOCHEA, J. y ESPARZA, D. Efecto del plano de nutrición y del predominio racial sobre el crecimiento y aparición de la pubertad en novillas mestizas. En: Revista Facultad de Agronomía (LUZ): 1995, 12:233-246.

RUIZ, T y FLEBES, G. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el instituto de Ciencia Animal de Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Instituto de Ciencia animal de Cuba, 1998. 14p.

RUSSELL, J.; O'CONNOR, J.; FOX, G.; VAN SOEST, P. and SNIFFEN, C. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. En: J. Anim. Science. Mayo, 1992. Vol. 70, p.351-361.

- SALAMANCA, R. Pastos y forrajes: Producción y manejo. Bogotá, 1990.p.126
- SÁNCHEZ, M; ROSALES, M; MURGUEITIO, E. Agroforestería Pecuaria en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma, 2003.p 1-10.
- SANTACOLOMA, L. Módulo Nutrición de Rumiantes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias, 2005. 130p.
- SILVA, J. Recomendaciones generales sobre gramíneas de clima frío, medio y cálido. Pasto, ICA-DRI Convenio Colombo- Holandés. 1984. p.93
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE PAPA (SINAIPA). Semillas de papa y tubérculos de Semilla. En: El correo de la papa. Boletín mensual No.08- Abril del 2002.17p.
- SKENE, I. y BROOKER, J. Characterization of tannin acylhydrolase activity in the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*, *Anaerobe*,1995. 1:321-327.
- SZOTT, L. Ganadería y medio ambiente en América Latina. En: XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Caracas, Junio, 2004.p.49-52.
- TAMAYO, Ch. Estudio de la infertilidad bovina en las zonas lecheras de Antioquia (Santa Rosa de Osos). Trabajo de grado MVZ. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 1997. p.75.
- TELLEZ, S. y GASQUE, R. En: Grupos genéticos de ganado bovino destinados a la producción de leche. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.1989. p.9.
- THEURER, C. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal Animal Science* 63, Mayo, 1986. p.63.
- URBANO, D; ARRIOJAS, I. y DÁVILA, C. Efecto de la fertilización en la asociación kikuyo- Alfalfa (*Pennisetum clandestinum*- *Medicago sativa*). [Online] 2009. [Citado Junio 20/09]. Disponible en internet: <http://www.ceniap.gov/pbd/Revistascientificas/ZootecniaTropical/zt1302/texto/fertilización.htm+valor+nutritivo%2Bkikuyo&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=co&lr=lang-es>.
- USTARROZ, E.; LATIMORI, N. y PEUSER, R. Módulo de programación forrajera. Alimentación en bovinos para carne. 4to Curso de Capacitación para Profesionales. EEA INTA Manfredi, Pcia de Córdoba, Argentina, 1997.p.86.
- VALENCIA, F. Sistemas de producción bovino. Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Zootecnia. Popayán, 2005. p.28.

VELASCO, J. ¿Cuál es la influencia de la composición corporal sobre la ECA? .Publicación de la Asociación Criadores de Hereford. Año 2003.p.78-86. [On line] 2010. [Citado Enero 17/010].Disponible en internet:
http://www.ugrch.org/publicaciones/tecnica_calificar_condicion_corporal.html

VILLENA, E. y JIMÉNEZ, J. La alimentación del ganado II. En: Manual Práctico de Ganadería. Cultural S.A. Edición MMVL, Capítulo 5. p.205.

WAGHORN, G. Effect of condensed tannin on protein digestion and nutritive value of fresh herbage. En: Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 1990. p. 412 - 415.

WAGHORN, G.; TAVENDALE,M. y WOODFIELD, D. Methanogenesis from forages fed to sheep. Proc. N.Z. Grasslands Assoc, 2002. p.167–171.

WATTIAUX, M. Tasa de crecimiento. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, EEUU ,2002.p.213-217.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para la variable Ganancia diaria de peso en las novillas de levante Holstein. Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Variable dependiente: Ganancia diaria de peso GDP

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	7	0.09520000	0.01360000	0.77	0.6356
Error	6	0.10648571	0.01774762		
Total	13	0.20168571			
	R- Cuadrado	C.V	Root CME		GDP Prom
	0.472022	12.89822	0.133220		1.032857
Fuente de Variación	GL	Anova SC	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
TTO	6	0.09108571	0.01518095	0.86	0.5728
BLOQ	1	0.00411429	0.00411429	0.23	0.6472

PRUEBA DE TUKEY

Agrupación	Tukey	Promedio	N	Tratamientos
A		1.1250	2	T2
A		1.1100	2	T1
A		1.0850	2	T3
A		1.0450	2	T7
A		1.0100	2	T4
A		0.9800	2	T5
A		0.8750	2	T6

(P < 0.05).

ANEXO B. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para incremento diario de talla en las novillas de levante Holstein. Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Variable dependiente: Incremento diario de Talla					
Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	7	4.0	5.7	2.03	0.2032
Error	6	1.7	2.8		
Total	13	5.7			
	R- Cuadrado	C.V	Root CME		Talla Prom
	0.70	14.7			0.114
Fuente de variación	GL	Anova SC	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
TTO	6	4.0	6.6	2.35	0.1606
BLOQ	1	2.6	2.6	0.09	0.7725

PRUEBA DE TUKEY

Agrupación	Tukey	Promedio(cm)	N	Tratamientos
A		0.15	2	T7
A		0.125	2	T1
A		0.112	2	T3
A		0.1108	2	T6
A		0.104	2	T4
A		0.104	2	T5
A		0.095	2	T2

(P < 0.05).

ANEXO C. Análisis de la Varianza y prueba de Tukey para incremento de condición corporal en las novillas de levante Holstein. Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

Variable dependiente: Condición Corporal

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	7	0.40071429	0.05724490	2.66	0.1273
Error	6	0.12928571	0.02154762		
Total	13	0.53000000			
	R- Cuadrado	C.V	Root CME		CCOR Prom
	0.756065	26.68929	0.146791		0.550000
Fuente de variación	GL	Anova SC	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
TTO	6	0.35500000	0.05916667	2.75	0.1222
BLOQ	1	0.04571429	0.04571429	2.12	0.1955

PRUEBA DE TUKEY

Agrupación	Tukey	Promedio	N	Tratamientos
	A	0.8000	2	T7
	A	0.7750	2	T6
	A	0.5750	2	T3
	A	0.4500	2	T1
	A	0.4250	2	T4
	A	0.4250	2	T2
	A	0.4000	2	T5

(P< 0.05).

ANEXO D. Análisis de Varianza para las variables incremento de peso (IP), ganancia diaria de peso (GDP), incremento diario de talla (IT) y condición corporal (ICC). Centro Experimental Fedepapa, Obonuco, Pasto, 2009.

FV	GL	CM GDP	CM IT	CM ICCP
Bloques	1	0,0041NS	2.6NS	0,045NS
Tratamientos	6	0,015NS	6.6NS	0,059NS
Error	6	0,106	2.8	0,021
R ²	--	0.4720	0.70	0.75
CV	--	12.898	14.70	26.6

ANEXO E. BALANCE DE DIETAS PARA NOVILLAS DE LEVANTE FINCA FEDEPAPA

1. BALANCE DE PROTEINA Y ENERGIA

Requerimientos de proteína cruda y energía de las novillas y aportes del kikuyo, la acacia, el concentrado y la papa en cada tratamiento (NRC, 1978).

Requerimiento ¹	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
	NDT	PC	NDT	PC	NDT	PC	NDT	PC	NDT	PC	NDT	PC	NDT	PC
Crecimiento	4.15	0.71	4.60	0.77	4.14	0.71	4.59	0.77	4.32	0.73	4.38	0.74	4.87	0.73
Aporte														
Concentrado	1.78	0.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kikuyo	2.78	0.34	6.62	0.78	4.47	0.53	6.10	0.72	4.91	0.58	4.48	0.53	3.74	0.44
Acacia	0	0	0	0	1.51	0.40	0.90	0.24	1.20	0.32	1.51	0.40	1.31	0.26
Papa	0	0	0.78	0.08	0	0	0.15	0.01	0.31	0.03	0.47	0.04	0.62	0.06
Aporte Total Dieta	4.56	0.75	7.40	0.86	5.98	0.93	7.15	0.97	6.42	0.93	6.46	0.97	5.67	0.76
Balance (A-R)	0.41	0.04	2.80	0.09	1.84	0.22	2.56	0.20	2.1	0.20	2.08	0.23	0.80	0.03

2. BALANCE DE MINERALES

Contenido de Minerales (Calcio y Fósforo) en el kikuyo, acacia negra y papa richie

COMPONENTE	Ca	P
kikuyo	0.31	0.24
Acacia	1.1	0.14
Papa	0.05	0.39

Aporte de Calcio y Fósforo en los diferentes tratamientos

Requerimiento	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P
Crecimiento	22.89	16.5	24.05	18.10	22.87	16.49	24.03	18.07	23.35	17.14	23.52	17.37	23.33	17.10
Aporte														
Kikuyo	1.23	0.95	2.08	1.61	1.40	1.09	1.92	1.48	1.54	1.19	1.41	1.09	1.18	0.91
Acacia	0	0	0	0	2.21	0.28	1.32	1.34	1.77	0.22	2.21	0.28	2.65	0.33
Papa	0	0	0.04	0.35	0	0	0.009	0.07	0.01	0.14	0.02	0.21	0.03	0.02
Aporte Total	1.23	0.95	2.12	1.96	3.61	1.37	3.24	2.89	3.32	1.55	3.64	1.58	3.86	1.26

3. BALANCE CONSUMO DE MATERIA SECA

Requerimiento de Materia Seca y Contenido en el kikuyo, concentrado, acacia negra y papa richie

Componente	%MS
kikuyo	27.63
Concentrado	87
Acacia negra	40.25
Papa richie	18.01

Requerimiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Crecimiento	6.58	7.63	6.56	7.59	6.96	7.10	6.94
Aporte							
Kikuyo	3.97	6.729	4.54	6.20	4.99	4.55	3.80
Acacia	0	0	2.01	1.20	1.61	2.01	2.41
Papa	0	0.90	0	0.18	0.36	0.54	0.72
Aporte Dieta	3.97	7.62	6.55	7.58	6.96	7.10	6.93
Balance(A-R)	-2.61	-0.01	-0.01	-0.01	0	0	-0.01

ANEXO F. Análisis Químico Proximal De Las Materias Primas.

Materia Prima	Materia Seca (%)	Proteína (%)	Energía NDT (%)
Papa	23	2.8	99.36
Kikuyo	25.66	10.13	58.28
Acacia Negra	44.48	17.08	73.46
Melaza	75	4	71
Balanceado Novillas Desarrollo (FINCA)	87	16	68.53

ANEXO G. Composición Bromatológica del kikuyo, Acacia negra y papa richie

PARÁMETRO	KIKUYO		ACACIA		PAPA	
	BH%	BS%	BH%	BS%	BH%	BS%
Humedad	72,37		59,75		81,99	
M. Seca	27,63		40,25		18,01	
Ceniza	2,6		1,88	4,67	1,21	6,73
Extracto Etéreo	0,72	2,61	1,5	3,72	0,07	0,41
Fibra Cruda	8,18	29,59	9,35	23,23	0,61	3,37
Proteína	3,23	11,67	8,19	20,33	1,64	9,1
E.N.N	12,91	46,7	19,34	48,04	14,48	80,39
F.D.N	18,71	67,71	15,8	39,25	6,47	35,91
F.D.A	10,09	36,52	13,91	34,56	1,36	7,56
Lignina	2,26	8,18	6,11	15,19	0,76	4,2
Celulosa	7,83	28,34	7,8	19,37	0,61	3,36
Hemicelulosa	8,62	31,19	1,89	4,69	5,11	28,35
Energía Kcal/100g	121	431	132	329	69	382
Calcio	0,07	0,24	0,44	1,1	0,01	0,05

ANEXO H. ANALISIS ECONÓMICO

1. PRADERA

LABORES	UNIDAD	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL
Limpieza de terreno	Jornal	4	10.000	40.000
Preparación de terreno	Horas	10	25.000	250.000
Siembra	Jornal	4	10.000	40.000
Instalación de cercas	Jornal	3	10.000	30.000
Semilla	Kilo	10	16.000	160.000
Cal	Bulto	20	12.000	240.000
Fertilizante	Bulto	2	97.000	194.000
Herbicida	Galón	1	45.000	45.000
Alambre	Kilo	50	3.200	160.000
Postes	Unidad	140	1.500	210.000
Grapas	Kilo	3	1.500	4.500
Fertifoliar	Frasco	1	25.000	25.000
Gallinaza	Bulto	25	20.000	500.000
TOTAL				\$1'898.500

ESTABLECIMIENTO DE PRADERA PARA UN AÑO

Periodo de Recuperación: 60 días

Producción Ha/corte: 12833 kg Fv /Ha x 6 cortes = 77000 kg Fv/Ha/año

Precio kg kikuyo: \$1898.500 ÷ 77000kgFv/Ha/año = **\$24.65**

2. COSTOS ACACIA

LABORES	UNIDAD	CANT.	VR.UNIT.	VR. TOTAL
Corte de árboles	Hora	1	1.250	1.250
Cosecha	Hora	6	1.250	7.500
Acarreo	Hora	1	1.250	1.250
TOTAL				\$ 10.000

- **Promedio cosecha/día: 68 kilos**
- **Precio kg de acacia: $10.000 \div 68 \text{ kilos} = \$ 147.06$**

3. COSTOS PAPA RICHIE

LABORES	UNIDAD	CANT.	VR.UNIT.	VR. TOTAL
Compra del producto	Bulto 50kg	1	5.000	5.000
Transporte	Unidad	1	1.000	1.000
Lavado y picado	Minutos	30	625	625
TOTAL				\$ 6.625

- **Precio kg de papa richie: $6.625 \div 50 \text{ kg (1bulto)} = \132.50**

4. COSTO CONCENTRADO.

DETALLE	VR. Kg	VR. TOTAL
Concentrado novillas Finca (40 Kg)	900	\$ 36.000

5. COSTO MELAZA.

DETALLE	VR. Kg	VR. TOTAL
Bulto (30 Kg)	625	\$ 18.750

6. COSTOS MANEJO

LABORES	UNIDAD	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL
Seladuria noche	Jornal	1	15.000	15.000
Suministro de raciones	Jornal	1	16.562	16.562
Preparación de raciones	Horas	2	2.070	4.140
Desparasitante	Mililitros	60	2.220	2.220
TOTAL				\$ 37.922

- **Costo manejo por novilla: $37922 \div 14 \text{ novillas} = \2.708**

ANEXO I. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA PRADERA

MÉTODO BOTANAL



ANEXO J. ALIMENTACIÓN ANIMAL CON SUMINISTRO DE ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*) Y PAPA RICHIE (*Solanum tuberosum*).

1. SELECCIÓN Y CORTE DE ACACIA NEGRA



2. COSECHA, SELECCIÓN Y PESAJE DE LA PAPA RICHIE



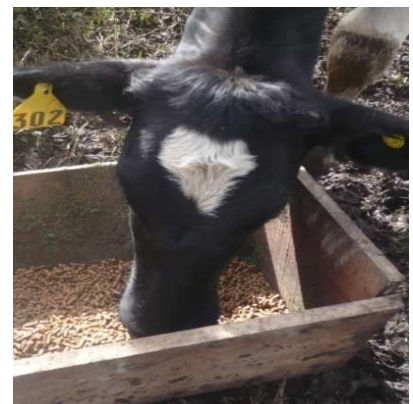
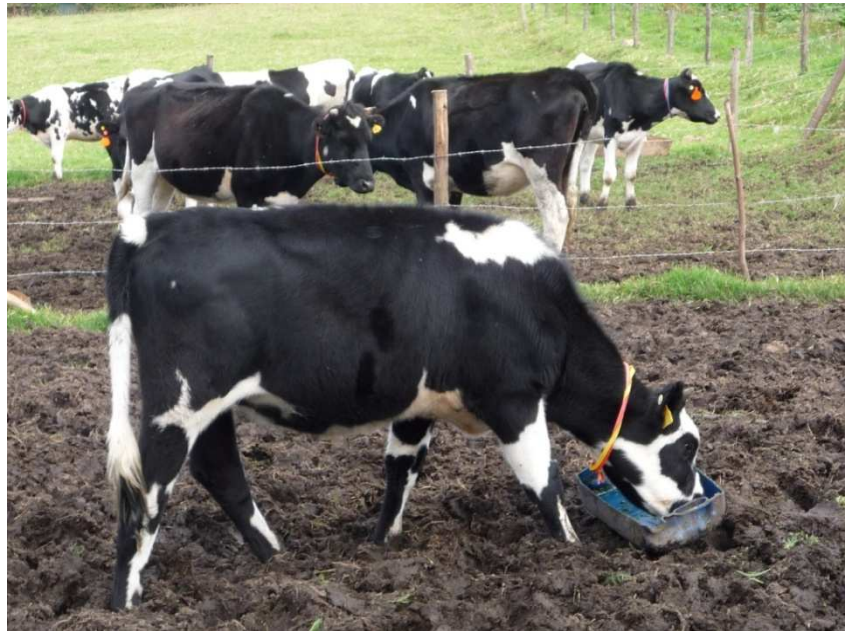
3. ALMACENAMIENTO DE PAPA Y ACACIA EN LABORATORIO



4. PESAJE DE DIETAS Y DESPERDICIO



5. SUMINISTRO DE LAS DIETAS



ANEXO K. EVALUACIÓN DE PESAJE, TALLA Y CONDICIÓN CORPORAL DE LAS NOVILLAS

➤ **PESAJE**



➤ **MEDICIÓN DE TALLA**



➤ **CALIFICACIÓN CONDICIÓN CORPORAL**

