

EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN SUELO-PLANTA-ANIMAL A TRAVÉS DE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE EN
CATAMBUCO, NARIÑO.

GEMA LUCÍA ZAMBRANO BURBANO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE CUTIVOS
SAN JUAN DE PASTO

2013

EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN SUELO-PLANTA-ANIMAL A TRAVÉS DE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE EN
CATAMBUCO, NARIÑO.

GEMA LUCÍA ZAMBRANO BURBANO

Tesis de grado

Director de la tesis

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA I.A. M.Sc. Ph.D

Codirector de la tesis

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERREO Zoot. M.Sc. Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS

ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE CUTIVOS

SAN JUAN DE PASTO

2013

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son
responsabilidad de los autores”**

**Artículo 1º de Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

NOTA DE ACEPTACIÓN

HERNÁN BURBANO I.A. M.Sc. Ph.D
Jurado delegado

MARCO HUGO RUÍZ ERASO I.A. M.Sc. Ph.D
Jurado

ÁLVARO WILLS Zoot. M.Sc. Ph.D
Jurado

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA I.A. M.Sc. Ph.D
Director

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO Zoot. M.Sc. Ph.D
Codirector

San Juan de Pasto, Diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A Yohana Melissa Eraso Cabrera, por su cariño y amistad incondicional.

Al Médico Veterinario, Iván Fernando Caviedes Castro, por su apoyo y colaboración.

A los doctores Jorge Fernando y José Edmundo, presidente y copresidente del trabajo de investigación, por el invaluable aporte de sus conocimientos, dedicación y apoyo.

Al Dr. Carlos Solarte Portilla, Amigo y Líder del Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de Nariño.

A Carmen Elisa, por sus palabras, su Amistad.

Dra. Katia Benavides, Directora Clínica Veterinaria, Auxiliar de Laboratorio Clínico Jaime Quintana; Químico, Laboratorio Químico de Suelos Juan Carlos Ramos; Ingeniero Agroforestal, Laboratorio Física de Suelos Hernán David Mena; Sandra Espinosa, profesional Laboratorio Bromatológico de Pastos UDENAR.

A todas aquellas personas que de una u otra manera brindaron su apoyo y colaboración en el proceso y culminación.

Dedicatoria

Gracias a Dios, por todas las Bendiciones y Fortaleza

Gracias a mi Madre Rosa María, por su cariño y amor

Gracias a mis Hermanos Graciela, Claudio, Andrés, Rosa María y Gina Paola, por su apoyo

Gracias a mi ángel que nunca me abandona.

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en la finca los Arrayanes, ubicada en el corregimiento de Catambuco, zona alto andina de Nariño. El objetivo principal fue evaluar la relación suelo-planta-animal, a través de la producción y calidad composicional de la leche, donde fue necesario analizar las características edáficas y su efecto sobre las variables agronómicas y bromatológicas del pasto *Lolium hybridum* pradera en monocultivo y pradera en mezclas de pastos con *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* establecidas en la finca y sus repercusiones sobre la productividad animal, mediante los indicadores metabólicos hematocrito, hemoglobina, proteínas totales, nitrógeno ureico, porcentajes de proteína, porcentaje grasa y la presencia o ausencia de cuerpos cetónicos, las variables fueron analizadas mediante análisis de varianza.

Los resultados de las variables edáficas del monocultivo, en diferentes zonas (alta, media, baja) presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para materia orgánica (MO), pH, potasio (K) magnesio (Mg), calcio (Ca), capacidad de intercambio catiónico (CIC), excepto para el fósforo (P) ($P > 0.05$); mientras que no se observaron diferencias ($P > 0.05$), cuando se realizó el análisis por época (lluviosa- seca). En la pradera en mezclas, los resultados fueron estadísticamente significativos ($P < 0.05$) para MO, pH, K, Mg, Ca, CIC, excepto para el P ($P > 0.05$), cuando el análisis se hizo por zona.

Al respecto los promedios para las variables del suelo, tanto para el monocultivo como la mezcla de pastos por zonas (alta, media, baja) y por épocas fueron: materia orgánica (MO) de 19.2 y 20.76%; pH de 5.7 a 6.18; potasio (K) de 1.6 a 2.41 (cmol/Kg⁻¹); magnesio (Mg) de 3.3 a 3.67 (cmol/Kg⁻¹); el calcio (Ca) de 9.38 a 12.38 (cmol/Kg⁻¹); capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 14.27 a 18.29 (cmol/Kg⁻¹) y fósforo (P) de 5.91 a 6.02 ppm.

Respecto a las propiedades físicas del suelo, se obtuvo que los suelos son Franco-Arenosos, con buena estabilidad del suelo, ya que el Diámetro Medio Ponderado osciló entre 3.0 y 5.0. El análisis estadístico para la densidad aparente (Da) por zona del monocultivo, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.05$); mientras que para la densidad real (Dr) y porosidad total no evidenciaron diferencias ($P > 0.05$). La pradera en mezcla, la investigación por zona no mostró diferencias ($P > 0.05$) para la Dr, Da y porosidad total. Sin embargo, en el estudio por época se encontró diferencias ($P < 0.05$) para la Dr y porosidad total, excepto para la Da ($P < 0.05$). Por tanto, los promedios encontrados de la Da por zona y época para el monocultivo y la pradera en mezclas fueron de 0.66 a 0.71 (g/cc); para la Dr de 2.06 a 2.32 (g/cc) y de porosidad total estuvieron entre 66 a 70.9%

En el monocultivo, se obtuvo diferencias significativas ($P < 0.05$), para el periodo de recuperación tanto por época como por zona. Igualmente, ocurrió para la producción de biomasa. No obstante, en la mezcla de pastos, el periodo de recuperación fue altamente significativo ($P < 0.05$) entre épocas. Mientras que, no se evidenciaron diferencias ($P > 0.05$) por zona. La producción de biomasa, fue altamente significativa ($P < 0.05$) por zona, más no por época de estudio ($P > 0.05$).

Los valores medios del periodo de recuperación, tanto por época como por zona fluctuaron entre 26 a 32 días; para la producción de biomasa fue de 4.4 a 4.8 (Kg/m²) para el caso de la pradera en monocultivo. Mientras que, la pradera en mezclas, se obtuvieron entre 45 a 60 días de periodo de recuperación y de 4.9 a 5.8 para la producción de biomasa (Kg/m²).

En el componente bromatológico se observaron diferencias ($P<0.05$) únicamente cuando e análisis se hizo por zona para los componentes proteína, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y nutrientes digestibles totales (NDT). En la pradera en mezcla, se obtuvieron resultados similares a los indicados en el monocultivo.

Los promedios obtenidos, fueron 25.2% de proteína; 50.6% de FDN; 25.1% de FDA; 64.6% para los NDT y de minerales de 0.22%, 0.30%, 0.14% para Ca, P y Mg, respectivamente. Para el caso de la pradera en mezclas, se encontraron las medias para proteína de 22.5%; 56.7 de FDN; 26.4% de FDA; 61.6% de NDT y para calcio, fósforo y magnesio de 0.57%, 0.32% y 0.24%.

El componente animal, relacionado con los perfiles metabólicos mostró que el nitrógeno ureico (BUN) resultó altamente significativo ($P<0.05$) entre el monocultivo y cultivo en mezclas; mientras que no fue significativo ($P>0.05$) cuando se analizó por época. La hemoglobina, también resultó estadísticamente significativa entre lotes y sin diferencias entre épocas. Las diferencias no fueron significativas ($P>0.05$) para las variables hematocrito, proteínas totales y cuerpos cetónicos.

Los promedios del BUN para el monocultivo fue de 17.10(mg/dl); para el hematocrito de 36.94%, para la hemoglobina de 11.80(g/dl), proteínas totales de 7,17(g/dl). En la pradera en mezclas, se obtuvieron resultados promedio de 16.98(mg/dl) para BUN; hematocrito de 34.42%; hemoglobina de 12.56(g/dl); proteínas totales de 7.95(g/dl) y para las dos praderas ausencia de cuerpos cetónicos.

En términos generales, al evaluar el sistema productivo de leche se encontró relación entre las propiedades físicas y químicas del suelo, con la producción y calidad nutritiva de los pastos, la cual favoreció notablemente el perfil nutricional de las vacas en producción.

Palabras clave: *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus*, *holstein*, *Lolium sp*, *Lolium hybridum*, sistema de producción animal, Trópico Alto de Nariño.

ABSTRACT

This research was conducted in "Los Arrayanes" farm, located in the village of Catambuco, high Andean region of Narino. The main objective was to evaluate the ground-plant-animal relationship, through production and compositional quality of milk, where it was necessary to analyze edaphic characteristics and their effect on the agronomic and bromatological variables of the pasture called *Lolium hybridum* prairie meadow in monoculture and in mixtures with grasses *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* and *Lolium sp* established on the farm and their impact on animal productivity, by metabolic indicators hematocrit, hemoglobin, total protein, urea nitrogen, percentages of protein, fat percentage and the presence or absence of ketones, the variables were analyzed using analysis of variance.

The results of the edaphic variables of monoculture in different areas (high, medium, low) showed statistically significant differences ($P < 0.05$) for *organic matter (OM)*, *pH*, *potassium (K)*, *magnesium (Mg)*, *calcium (Ca)*, *cation exchange capacity (CEC)*, except for *phosphorus (P)* ($P > 0.05$), whereas no difference was seen ($P > 0.05$), when the analysis for period (wet-dry) was performed. In the meadow mixtures, the results were statistically significant ($P < 0.05$) for *MO*, *pH*, *K*, *Mg*, *Ca*, *CIC*, except for *P* ($P > 0.05$) when the analysis was done by area.

When compared to the average soil variables for both the monoculture and mixture of grasses by the (high, medium, low) areas and times were: organic matter (OM) of 19.2 and 20.76%, pH of 5.7 to 6.18; potassium (K) from 1.6 to 2.41 (cmol/Kg-1), magnesium (Mg) of 3.3 to 3.67 (cmol/Kg-1), calcium (Ca) 9.38 to 12.38 (cmol/Kg-1) capacity cation exchange (CIC) from 14.27 to 18.29 (cmol/Kg-1) and phosphorus (P) of 5.91 to 6.02 ppm.

Concerning soil physical properties, was obtained that soils are sandy loam with good soil stability, as the Weighted Average diameter ranged between 3.0 and 5.0. Statistical analysis for bulk density (D_a) by area of monoculture showed highly significant differences ($P < 0.05$), while for the actual density (D_r) and total porosity showed no differences ($P > 0.05$). The prairie in mixture, research by area showed no difference ($P > 0.05$) for the D_r , D_a and total porosity. However, in the study period ($P < 0.05$) for the D_r and total porosity, except for D_a ($P < 0.05$) was found. Therefore, the averages found in the D_a by area and time for the prairie in monoculture and mixtures were 0.66 to 0.71 (g / cc) for D_r 2.06 to 2.32 (g / cc) and total porosity were among 66 to 70.9%

In monoculture, significant differences ($P < 0.05$) for the recovery period, as time as zone were obtained. In the same way it occurred for biomass production. However, in the mixture of grasses, the recovery period was highly significant ($P < 0.05$) between seasons. Meanwhile, differences ($P > 0.05$) were evidenced by area. Biomass production was highly significant ($P < 0.05$) by area, but not by time of study ($P > 0.05$). The mean values of the recovery period, both times as area ranged from 26 to 32 days for production of biomass was 4.4 to 4.8 (kg/m²) in the case of the prairie in monoculture. While the prairie mixtures

were obtained between 45 to 60 days of recovery period, and 4.9 to 5.8 for the production of biomass (kg/m²).

In bromatológico component differences ($P < 0.05$) were observed, only when and analysis was done by area for protein components, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and total digestible nutrients (TDN). In the meadow mixture, similar to those indicated in the monoculture results were obtained.

The averages obtained were 25.2% protein, 50.6% NDF, 25.1% ADF, 64.6% for NDT and minerals 0.22%, 0.30%, 0.14% for Ca, P and Mg, respectively. In the case of the prairie blends, averages 22.5% protein were found; 56.7 NDF, 26.4% ADF, 61.6% TDN and calcium, phosphorus and magnesium 0.57%, 0.32% and 0.24%.

The animal component, related to the metabolic profiles showed that urea nitrogen (BUN) was highly significant ($P < 0.05$) between monocultures and crop mixtures, while it was not significant ($P > 0.05$) when analyzed by time. Hemoglobin was also statistically significant between batches and no differences between periods. The differences were not significant ($P > 0.05$) for the variables hematocrit, total protein and ketone bodies.

BUN averages for monoculture were 17.10 (mg / dL) for hematocrit of 36.94%, for hemoglobin 11.80 (g/dl), total protein were 7.17 (g / dl). In the meadow mixtures, were obtained average results of 16.98 (mg / dl) for BUN, hematocrit of 34.42%; hemoglobin 12.56 (g / dl); total protein of 7.95 (g / dl) and absence of ketone bodies for the two prairies.

By and large, evaluating the production system of milk was found a relationship between the physical and chemical properties of the soil and the production and nutritive quality of pastures, which strongly favored the nutritional profile of cows in production.

Keywords: *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus*, *holstein*, *Lolium sp*, *Lolium hybridum*, *animal production system*, *Alto de Nariño Topic*.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GENERAL	16
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1. COMPONENTE EDÁFICO	17
3.1.1. Generalidades de los suelos	17
3.1.2. Características del suelo para el manejo de los pastos en Nariño	18
3.1.3. Propiedades físicas del suelo	19
3.1.4. Propiedades químicas del suelo.	20
3.2. COMPONENTE AGRONÓMICO	21
3.2.1. Componentes del valor nutritivo de los pastos	22
3.2.2. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos	24
3.3. COMPONENTE ANIMAL	26
3.3.1. Características fenotípicas de la raza holstein en Nariño	26
3.3.2. Factores que influyen en la composición de la leche	27
3.3.3. Perfiles metabólicos	32
3.3.4. Proteínas lácteas	34
4. RELACIÓN SUELO- PLANTA- ANIMAL	36
5. METODOLOGÍA	38
5.1. Localización	38
5.2. Componente edáfico	38
5.3. Componente agronómico	39
5.4. Componente animal	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
6.1. Componente edáfico	41
6.2. Componente agronómico	47
6.3. Componente animal	50
6.4. Correlaciones entre las variables del suelo, la planta y el animal	52
7. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rasgos morfológicos diferenciales entre gramíneas y ciperáceas López <i>et al.</i> , (1989).	21
Tabla 2. Composición media de la leche en las principales razas lecheras. Adaptado de Amiot, 1994.	28
Tabla 3. Efecto de algunas especies de pastos sobre la producción de leche y la composición de grasa y proteína. White <i>et al.</i> , (2002).	31
Tabla 4. Composición proteica general de la leche. Amiot, 1994.	34
Tabla 5. Variables y técnicas utilizadas para las propiedades físicas y químicas del suelo analizado.	39
Tabla 6. Variables químicas por época y zona monocultivo pasto <i>Lolium hybridum</i> y pradera en mezcla de <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	41
Tabla 7. Variables físicas por época y zona monocultivo pasto <i>Lolium hybridum</i> y pradera en mezcla de <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	44
Tabla 8. Características productivas del lote 1, pasto <i>Lolium hybridum</i> y pradera en mezcla de <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	47
Tabla 9. Análisis bromatológico del pasto <i>Lolium hybridum</i> y pradera en mezcla de <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	48
Tabla 10. Perfiles metabólicos en época lluviosa y seca del lote monocultivo pasto <i>Lolium hybridum</i> y de la pradera en mezclas <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	50
Tabla 11. Variables productivas en época lluviosa y seca del monocultivo pasto <i>Lolium hybridum</i> y de la pradera en mezclas <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp.</i>	51
Tabla 12. Correlaciones variables suelo – planta – animal.	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Comportamiento de la producción de leche, el porcentaje de grasa y proteína durante el ciclo de la lactancia. Adaptado de Oldaham (1991).	29
Figura 2. Ciclo de la relación suelo-planta-animal.	37
Figura 3. Resistencia a la penetración, monocultivo pasto <i>Lolium hybridum</i>	46
Figura 4. Resistencia a la penetración, pradera en mezclas <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp</i>	46

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Análisis de varianza de algunas variables químicas (pH, MO, P, K, Ca, Mg, CIC) por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco, Pasto.	69
Anexo 2. Análisis de varianza de algunas variables físicas (Da, Dr y porosidad) por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco, Pasto.	70
Anexo 3. Análisis de varianza de las características productivas por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco, Pasto.	71
Anexo 4. Análisis de varianza de las variables productivas por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco, Pasto.	72
Anexo 5. Análisis de varianza de los perfiles metabólicos de sangre, leche y orina por época y lotes de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco, Pasto.	73

1. INTRODUCCIÓN

Colombia, es un país tropical de contrastes climáticos debido a su topografía y a su posición latitudinal, comprende cinco ecorregiones entre las que se encuentra la zona andina, con una extensión cercana al 30% del total del territorio nacional, en la cual se asienta el 75% de la población del país. En esta región se ubican las más grandes ciudades, las cuales demandan continuamente altos volúmenes de alimentos, los cuales se producen de manera intensiva factor, que ha causado deterioro de los suelos, los cuales presentan contaminación causada, principalmente por el uso de agroquímicos y por las continuas labores tradicionales de mantenimiento de los cultivos.

En el campo pecuario, la zona andina concentra el 52% de las lecherías especializadas del país, por lo que actualmente la presión sobre este ecosistema se hace aún mayor. La producción de leche se ha incrementado, debido a la creciente demanda del mercado interno. Esta actividad, ha sido un factor de mitigación de la crisis que vive el sector agropecuario, dado que al igual que la producción de derivados lácteos, se ha constituido en una labor fundamental para la dinámica y recuperación del quehacer pecuario, aportando dentro del PIB agropecuario un 10% durante los últimos años (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, 2008).

Actualmente en el Trópico Alto de Nariño, no existe un modelo de producción, que articule los componentes del sistema pecuario, con el fin de establecer las relaciones entre ellos y establecer los correctivos u orientaciones de manera integral en la ganadería

En consecuencia, esta investigación evaluó la relación existente entre el suelo, la planta y el animal como componentes del sistema de producción de leche para contribuir a mejorar los procesos inherentes a la ganadería del trópico de altura.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la relación suelo-planta-animal sobre la producción y calidad composicional de la leche en un hato especializado del departamento de Nariño.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar algunas características físicas, tales como densidad aparente, densidad real, porosidad total y químicas, como materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, magnesio, calcio y potasio y su efecto sobre las características agronómicas y bromatológicas de las praderas establecidas en la finca los arrayanes, ubicada en Cubiján Alto, corregimiento de Catambuco, departamento de Nariño.
2. Valorar mediante indicadores metabólicos de sangre, orina y leche, su relación con el componente edáfico y vegetal consumido por los animales.
3. Establecer la correspondencia entre el forraje consumido por los animales, con la producción y contenidos de grasa y proteína de la leche, considerando el efecto genético aditivo de los genotipos de la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 COMPONENTE EDÁFICO.

3.1.1 Generalidades de los suelos.

El suelo es un cuerpo natural que está constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La interacción de la fase sólida con los fluidos como el agua y el aire que ocupan los espacios vacíos, determinan las propiedades físicas, químicas, biológicas y el comportamiento mecánico del suelo (USDA, 2006).

Estas propiedades, no actúan independientemente, sino, como un todo interrelacionado y coherente en el cual, unas características fundamentales originan otras, relacionadas a la vez con actividades agrícolas tales como el laboreo, el manejo del agua, la conservación y la fertilización de los suelos (Burbano, 2010) y para los agricultores, el conocimiento de los componentes minerales y orgánicos, de la aireación y capacidad de retención del agua, así como de muchos otros aspectos de la estructura de los suelos para la producción de buenas cosechas (Castro, 1998).

Pero el manejo inadecuado de estas propiedades en el uso del suelo, ha conllevado a la degradación del mismo, donde Burbano (2010), afirma que la degradación de los suelos en Colombia se evidencia en los diferentes grados de erosión, que afectan este recurso y que al presente alcanza niveles muy altos. Por lo tanto, se deben tomar las medidas y correctivos necesarios para controlar este fenómeno, ya que actualmente en la región nariñense hay estimativos que indican que el 50% de los suelos está afectado por la erosión y que el 17% del área está degradada.

Sin embargo, los cambios que experimentan en el tiempo las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo derivados de su uso agrícola o pecuario, originan un efecto de disminución sobre los agroecosistemas y su productividad, dependiendo de las condiciones climáticas y las características propias del suelo y del cultivo de que se trate (Ruiz-Figueroa, 1995).

En el departamento de Nariño, el 18% de su área corresponde a piso térmico frío y que constituyen las zonas más explotadas y con una estructura agraria altamente minifundista. Se caracteriza por ser montañosa, con topografía quebrada, fuertemente ondulada y en algunos casos plana, especialmente en los altiplanos de Túquerres e Ipiales, con predominio de pH ácidos; el 24% de los suelos son pobres en materia orgánica (menos del 5% MO), la tercera parte tiene valores medios y el 46% presenta valores altos (más del 15% MO), además, el 59% de estos suelos tienen valores bajos en fósforo, el 19% niveles medios y el 22% se encuentran bien abastecidos de este elemento (Viloria, 2007).

El potasio se encuentra en cantidades apreciables, las frecuencias de niveles bajo, medio y alto de los contenidos del calcio son similares. En cambio, hay una frecuencia del 67% con bajos contenidos de Mg y 72% con una alta relación Ca/Mg, agregándose que estos suelos presentan altos contenidos de potasio y por lo tanto, se tienen frecuencias altas de valores bajos de la

relación (Ca+Mg)/K. Por lo anterior, se considera que en estos suelos existen altas probabilidades de respuestas de los cultivos a las aplicaciones de magnesio (Sierra, 2007; IGAC, 2007 y Programa de Mejoramiento Genético, 2009).

3.1.2 Características del suelo para el manejo de los pastos en Nariño.

Los suelos en Nariño, por sus características son andisoles, es decir, suelos poco evolucionados, de colores oscuros humíferos de baja densidad aparente y alto contenido de alófanos, tiene alta capacidad de retención de fosfatos y son de textura media (Burbano y Silva, 2010).

Además, los suelos andisoles son los que se desarrollan a partir de materiales provenientes de erupciones volcánicas (ceniza, pómez, lava, entre otros) y/o de materiales volcanoclásticos, en los que la fracción coloidal está dominada por minerales de corto rango de ordenamiento o por complejos Al-humus (SSS, 1999). Los materiales representativos de estos suelos le dan a los mismos, unas características únicas y distintivas, llamadas propiedades ándicas, las cuales se manifiestan en una baja densidad aparente, una alta carga variable y una alta capacidad de retención de fosfatos y de humedad (Arnalds y Stahr, 2004).

Apráez y Moncayo (2005), afirman que en Colombia al igual que en muchos países de Suramérica, se persiste en el uso de maquinaria pesada para la preparación de suelos, incluso en regiones como la andina caracterizada por su alta pendiente, donde los deterioros causados por estas prácticas son muy difíciles de remediar a corto plazo, llegándose a estimar que casi un tercio del área total de la zona andina de Nariño no es apta para actividades agropecuarias.

Por otro lado, Apráez *et al.* (2007), realizó un estudio donde evaluó el efecto de la aplicación de abonos orgánicos y mineral en el comportamiento de una pradera de kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hoechs, en el Departamento de Nariño, Colombia, en el cual encontraron que el mayor rendimiento se obtuvo cuando se utilizó abono orgánico: fertilizante mineral en una relación de 75:25 y 50:50, respectivamente y esta relación superó al tratamiento con 100% de fertilizante mineral y al control absoluto, todo lo anterior, teniendo en cuenta que se hizo laboreo mínimo previo.

Sin embargo, el mayor efecto producido por el abono orgánico para los diferentes indicadores del pasto, pudo deberse a la labor previa de aradura, la cual incrementó el espacio poroso entre los agregados del suelo y de esta manera favoreció el almacenamiento o entrada de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (García *et al.*, 2005). Dicha labor, pudo también, influir en la entrada de fertilizante y la acción beneficiosa del abono orgánico, a través de su dinámica de mineralización en el suelo (Murgueitio y Calle, 2005).

3.1.3 Propiedades físicas del suelo.

De acuerdo con Valenzuela (2002) y Torrente (2003) la física de los suelos estudia los factores y procesos físicos del mismo, que son importantes para el crecimiento de las plantas, la sostenibilidad del suelo y las actividades asociadas al manejo de los suelos agrícolas; por lo tanto, indican que la proporción de los componentes y su estado determinan las propiedades físicas del suelo: textura, densidad, aireación, temperatura y color, propiedades que inciden de manera importante sobre el crecimiento de las plantas y la disponibilidad de nutrientes.

Al conocer la densidad real junto con la densidad aparente, se permite calcular la porosidad total; también permite evaluar la concentración de los sólidos en suspensión y determinar la velocidad de sedimentación, en la predicción de pérdida del suelo, en análisis mecánicas, en erosión y conservación del suelo.

$$\text{Porosidad (\%)} = [1 - (D_a / D_r)] * 100$$

Tanto la densidad aparente como la porosidad y por supuesto sus componentes de macro y microporos, están directamente relacionados con la génesis y el manejo dado al suelo (Silva, 1991).

Dependiendo del grado textural, este recibe el nombre especial, por ejemplo: si domina la arena, el suelo se llama arenoso o liviano; si es la arcilla, se denomina arcilloso o pesado y si dominan los limos, se llama limoso o medio. Si hay una mezcla adecuada de los tres separados se denomina franco o mediano (Silva, 1991; Valenzuela 2002 y Torrente 2003). Esta, se usa comúnmente como criterio para determinar en un suelo la permeabilidad o infiltración, la capacidad de retención de humedad, la plasticidad o adhesividad, la aireación, las condiciones de labranza, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la fertilidad (Beltrán y Benavides, 2009).

Silva (1991), afirma que la textura mejor balanceada corresponde a la de suelos francos (arcilla entre 10-25%, limo entre 28-50% y arena entre 50-65%), donde se presenta una tendencia uniforme a la retención de agua y de oxígeno y en la difusión de los gases, de tal manera que las plantas no sean afectadas o limitadas en sus funciones fisiológicas.

Otro criterio, es la estabilidad estructural, la cual evalúa el grado de agregación, la estabilidad de los agregados y la naturaleza de espacio poroso; características que cambian con las labores agrícolas y los diferentes sistemas de cultivo. La estabilidad estructural juega un papel importante en las relaciones suelo-agua-planta-atmósfera (Silva, 1991 y Valenzuela 2002).

Por otro lado, Nanzyo (1993) y Wada (1985), afirman que la estabilidad de agregados es de mayor importancia para el endurecimiento del suelo y la sensibilidad para la erosión. En condiciones naturales, la estabilidad de agregados de Andisoles es muy alta y es la responsable del desarrollo de una estructura abierta y permeable. Entre tanto, una deficiencia en la estabilidad de

los agregados puede ser responsable por la cementación de la superficie del suelo y así reducir la infiltración e incrementar la cantidad de escorrentía superficial. Sin embargo, una estabilidad excesiva de los agregados puede dañar la cohesión entre los agregados y así disminuir la estabilidad e inducir un incremento de la erosión (Six *et al.*, 2000)

En este sentido, Figueredo y Medina (1994), proponen que es una de las propiedades físicas más importantes que tienen los suelos. En consecuencia Bernal (2003), afirma que la resistencia a la penetración de un suelo, medida con un penetrómetro, se utiliza como índice de compactación del mismo. Bajo condiciones de uso normal, un suelo tiene buena penetrabilidad cuando su resistencia es menor a 6kg/cm^2 , si existen fuerzas que hacen que el suelo esté compactado, su resistencia a la penetración será alta y habrá menos poros de tamaño grande.

3.1.4 Propiedades químicas del suelo.

Lora (1998), asegura que la química del suelo es “La parte de la ciencia del suelo concerniente a la constitución química, a las propiedades y a las reacciones químicas del suelo”, donde la materia orgánica, juega un papel importante. Salamanca (1999), indica que la materia orgánica es la fuente principal de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos elementos menores y además, mejora las propiedades físicas del suelo y tiene gran influencia sobre la capacidad de intercambio catiónico.

Por otro lado, Silva (1986), asegura que el horizonte A de los suelos agrícolas presenta, generalmente, valores que oscilan entre 0.1 y 10% de materia orgánica. En este sentido, García (2000), reporta que en clima frío se observan valores medio de materia orgánica, debido a las bajas de temperaturas y menor descomposición y acción de los microorganismos del suelo, acompañado en muchos casos por un bajo pH.

Con relación al pH del suelo, Fassebender y Bornemisza (1994), mencionan que este, es una medida de acidez o alcalinidad. Cuando el valor es 7, quiere decir que es neutro, los valores inferiores, indican acidez y valores más altos indican alcalinidad. Sin embargo, en Colombia existen rangos que van desde extremadamente ácidos (4) a extremadamente alcalinos (9) con algunas excepciones. Para que se desarrollen la mayoría de las plantas el pH debe oscilar entre 5.5 y 6.5, ya que uno de los objetivos de un buen programa de manejo de suelos es mantener el pH dentro de estos rangos y de esta manera mejorar la productividad de las plantas en cuanto a biomasa y calidad nutritiva (Osorio y Roldan, 2003; Bernal, 1994).

La reacción del suelo es importante porque influye en la disponibilidad de los nutrientes, la solubilidad de los iones tóxicos y la actividad microbiana. La disponibilidad máxima de los nutrientes primarios como el N-P y K es mayor a un valor de pH entre 6.5 y 7.5. La solubilidad de algunos elementos fitotóxicos, como el aluminio, aumenta a valores bajos de pH (menos de 5.5), lo cual disminuye el rendimiento de los cultivos (Silva, 1991 y Lora, 1998).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), está asociada con la textura, tipo de arcilla y el contenido de materia orgánica en el suelo. Investigaciones en Colombia muestran resultados muy variables, aún en evaluaciones realizadas en una misma región Frye (1993). Es deseable que un suelo posea una CIC alta, con el propósito de que exista una gran capacidad de suministro y reserva de calcio, magnesio y potasio. En este sentido, cuando se encuentran valores menores a 10meq/100g de suelo, se considera baja capacidad de intercambio catiónico; mientras que valores entre 10-20meq/100g, se considera una CIC media y cifras mayores que 20meq/100g una CIC alta.

3.2 COMPONENTE AGRONÓMICO.

Los pastos y forrajes, son los principales recursos para la alimentación bovina en el Trópico, por lo tanto, existen diferentes especies de pastos y forrajes que se utilizan como alimento para los bovinos lecheros, entre las que se encuentran las gramíneas y leguminosas de corte y pastoreo. Sin embargo, la calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente (Torres, 2007). Ninguna especie de forraje mantiene todo el año los nutrientes que son requeridos por los animales en pastoreo, especialmente los requerimientos para crecimiento y reproducción. En conclusión, algunas plantas contienen más nutrientes que otras, aunque sean del mismo tipo (Pirela, 2007).

La familia Gramíneae, junto a la familia Ciperaceae constituye el actualmente denominado orden Poales, conocido por anterioridad como orden Glumiflorae. El orden Poales, junto a otros, pertenece a la clase Magnoliopsida, a la cual se le denominaba Monocotyledoneae en los primeros años de la década del 50 (Gola, Negri y Cappelletti, 1966). Popularmente a las especies de ambas familias (gramíneas y ciperáceas) se les confunde con facilidad y existen suficientes razones para ello. Sin embargo, sólo basta hacer un análisis no pormenorizado de la morfología de estas plantas, para identificarlas satisfactoriamente. En la Tabla 1, se indican brevemente los rasgos diferenciales más notables entre las especies de estas familias.

Tabla 1. Rasgos morfológicos diferenciales entre gramíneas y ciperáceas López et al., (1989).

Rasgos	Gramíneas	Ciperáceas
Tallos	Teretes o comprimidos	Teretes, trigonos, tetrágonos, pentágonos, exágonos y hectágonos
Hojas	En dos hileras	En tres hileras
Vainas	Generalmente abiertas	Generalmente soldados
Palea	Con dos nervios	Bractéolas con mayor número de nervios
Embrión	Lateral al endospermo	Embebidos por el endospermo
Fruto	Generalmente en cariopsis	En aquenio

Tal como se aprecia, en la Tabla 1 existen marcadas diferencias en tallos, hojas, vainas y fruto, tanto en las gramíneas como en las ciperáceas.

La familia de las leguminosas, una de las de mayor connotación dentro de las antofitas, debido a su importancia desde el punto de vista ecológico, económico y social, presenta una enorme diversidad genérica específica. Según Barreto (1990), esta taxa, la conforman 650 géneros y aproximadamente 18.000 especies y es uno de los tres más grandes de las angiospermas. Sus especies poseen una compleja estructura, tanto en los estadios vegetativos como en los reproductivos, lo cual permite diferenciarlas fácilmente de las otras familias de plantas que florecen, por lo tanto, ello cobra particular importancia durante la etapa de fructificación, período en las que estas difieren sensiblemente de los restantes del reino vegetal, gracias a su cualidad particular de presentar sus semillas contenidas en legumbres y además, por la presencia de nódulos fijadores de N en su sistema radical, producto de su interacción con los rizobios del suelo (Baldizán, 2003).

3.2.1 Componentes del valor nutritivo de los pastos.

La capacidad de los pastos de garantizar o no las exigencias nutritivas de los animales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción es lo que se conoce como valor nutritivo, en términos generales, el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores intrínsecos de la planta como son la composición química, digestibilidad, factores ambientales, factores propios del animal y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente (Hodgson, 1983)

La composición química, indica la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, más no de su disponibilidad para el animal, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la calidad (Torres, 2007), los cuales son:

a) Proteína cruda. Un contenido bajo de proteínas resulta en una disminución del consumo de forrajes. El nivel crítico de la proteína en forrajes tropicales, por debajo del cual limita el consumo está establecido en 7% en base seca. Este nivel está considerado como el mínimo para garantizar un balance de nitrógeno positivo; este valor es superado fácilmente bajo condiciones adecuadas de humedad y manejo apropiado de fertilización, estado de madurez y presión de pastoreo (Pirela, 2007). De ahí que la valoración cuantitativa del tenor proteico del forraje, sea la base para conocer si satisface los requerimientos del rumiante. Este puede dividirse en dos componentes: necesidades de amoníaco para el crecimiento de las bacterias en el interior del rumen y de aminoácidos que serán absorbidos en el intestino delgado (Fox *et al.*, 1992, Lascano, 1996; Miller *et al.*, 2001; Apráez y Moncayo, 2000).

Una característica deseable en los forrajes y otros alimentos es la de proveer una fuente adicional de proteína (proteína sobrepasante) para ser digerida y absorbida en el intestino delgado y que complemente de forma satisfactoria el suministro de aminoácidos procedentes de la proteína microbiana (Torres, 2007).

b) Extracto etéreo. Compuestos orgánicos insolubles en agua, que pueden ser extraídos de las células y tejidos por solventes como el éter, benceno y cloroformo, en general, proveen energía y otros nutrientes y su disponibilidad para el animal es alta, aunque incluye proporciones variables de otros compuestos con poca importancia nutricional. Buena parte del material que es analizado típicamente como grasa en los pastos es, de hecho, algo distinto a las grasas verdaderas (Estrada, 2001 y Álvarez *et al.*, 2006.).

c) Carbohidratos. Son los principales componentes de los forrajes, ya que son responsables de las 3/4 partes del peso seco de las plantas. Por lo tanto, la determinación del valor nutritivo de los carbohidratos estructurales es un aspecto que ha recibido mucha atención, desde que su presencia en una dieta influye tanto en la digestibilidad como en el consumo del pasto ofrecido (Hopkins *et al.* 2002). Uno importante, el carbohidrato estructural, el cual constituye la lignina. Este compuesto complejo, heterogéneo y no digerible por los microorganismos ruminales ni por las enzimas intestinales, se encuentra incrustado en la pared celular de los tejidos vegetales y su contenido aumenta con la madurez, siendo responsable de la digestión incompleta de la celulosa y la hemicelulosa y el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes (Barahona y Sánchez, 2005).

Los carbohidratos no estructurales están disponibles casi en 100% para el animal, al ser digeridos fácilmente por los microorganismos del aparato digestivo y por las enzimas segregadas por el animal. El tipo de carbohidratos en la dieta y su nivel de consumo determinan con frecuencia el nivel de rendimiento productivo de los rumiantes (Barahona y Sánchez, 2005).

d) Minerales. El contenido de minerales en los forrajes es muy variable, ya que depende del tipo de planta, del tipo y propiedades del suelo, de la cantidad y distribución de la precipitación y de las prácticas de manejo del sistema suelo-planta-animal (Weiss y Wyatt, 2004). Con algunas excepciones, los minerales para el crecimiento y producción de los animales son los mismos que los requeridos por las plantas forrajeras. Sin embargo, las concentraciones normales de algunos elementos en las plantas pueden resultar insuficientes para satisfacer los requerimientos de los animales; mientras que en otros casos, ciertos minerales se encuentran en niveles que resultan tóxicos para los animales pero sin causar ningún daño a las plantas (Church y Pond, 1998). Las concentraciones de minerales en los forrajes, son generalmente muy amplias y en este sentido, en muchos casos se han detectado deficiencias minerales en rumiantes que consumen forrajes en niveles aparentemente adecuados (Pirela, 2007). Ello significa que su digestión o absorción aparentemente ha sido limitada por condiciones de la planta, del animal o del manejo al cual son sometidos (Faría-Mármol, 2005).

3.2.2 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos.

Son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos, entre ellos se citan factores propios de la planta tales como especie, edad y morfología. Otros factores ambientales como la temperatura, la

radiación solar, la precipitación, la fertilidad y el tipo de suelo y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura (González, 1995).

a. Factores genéticos.

En las gramíneas tropicales, existen algunas diferencias interespecíficas en composición química y digestibilidad (Elda *et al.*, 2007). Sin embargo, las principales diferencias se presentan cuando se comparan con las leguminosas, siendo las características más resaltantes el hecho que en un mismo estado fisiológico, las leguminosas tienen un mayor contenido de proteína y de elementos minerales que las gramíneas (Hopkins *et al.*, 2002).

b. Factores morfológicos.

Se ha observado que las hojas contienen mayor contenido de proteína, menor contenido de fracciones fibrosas, lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales en comparación con los tallos. Otros factores morfológicos que afectan la calidad son: altura de la planta y estructura de pastizal. Las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo debido a los hábitos de consumo de los animales (Faría-Mármol, 2005).

c. Factores fisiológicos.

La edad o estado de madurez de la planta, es el factor más importante y determinante de la calidad nutritiva del forraje, debido a que durante el proceso de crecimiento de la planta, después del estado foliar inicial hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. A medida que avanza el estado de madurez, la formación de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) ocurren en mayor velocidad que el incremento de los carbohidratos solubles (Faría-Mármol, 2005).

En cuanto al contenido proteico, las gramíneas tropicales presentan niveles relativamente altos en los estadíos iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración (Castro *et al.*, 2008). Esta disminución continúa hasta la madurez, momento en que el nitrógeno (N) es trasladado de las hojas a los tejidos de reservas (base de tallos y raíces); al igual que, la digestibilidad y el contenido proteico, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente por la madurez, además, el desarrollo vegetal trae consigo cambios morfológicos que contribuyen a la disminución del valor nutritivo de los forrajes (Silva, 1986; Cárdenas, 2003; Faría-Mármol, 2005).

d. Factores climáticos.

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad (Barahona y Sánchez, 2005). Sin embargo, experimentan modificaciones morfológicas en su rendimiento y calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas,

donde la temperatura, la radiación solar, las precipitaciones y su distribución son los componentes de mayor influencia bajo las condiciones tropicales (Fariñas y Mena, 2000).

- **Temperatura.** Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura. No todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento de estas funciones. Cuando este valor óptimo es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del contenido de la pared celular, en especial de la lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de los pastos (Beltrán y Benavides, 2009).
- **Radiación Solar.** Se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes (Beltrán y Benavides, 2009).
- **Precipitaciones:** El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones pueden provocar estrés en los cultivos forrajeros. En el caso del primero, generalmente ocurre en los suelos mal drenados durante la estación lluviosa o en las regiones donde las precipitaciones son altas durante todo el año. Su efecto fundamental radica en que causa anoxia en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua (Faría-Mármol, 2005).

Sin embargo, el estrés por sequía es más común en las regiones tropicales, afectando el comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas. El efecto depende de su intensidad y el estado de crecimiento y desarrollo de la planta. En este sentido, se plantea que el aumento en la calidad de los pastos debido al estrés hídrico está asociado a cambios morfológicos en las plantas, tales como: reducción en el crecimiento de los tallos y aumento en la proporción de hojas, elementos característicos en el retraso de la madurez de las plantas. Por su parte, el estrés hídrico disminuye la concentración de la pared celular en las hojas y tallos de los forrajes, aunque de forma variable en sus componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), atribuible esto último a la necesidad de la planta de mantener altos valores de carbohidratos en formas solubles durante los ajustes osmóticos (Estrada, 2001).

e. Factores de manejo.

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de ocupación entre otros (Faría-Mármol, 2005).

- **Frecuencia y altura de corte o pastoreo.** En la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad. Sin embargo, su utilización a edades tempranas también provoca efectos negativos, no sólo por la baja concentración de la materia seca y de los nutrientes, sino por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo (CORPOICA, 2001).

- **Carga y tiempo de ocupación.** La carga animal es la variable más importante en el manejo de pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta. En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y en consecuencia, ingerirá alimentos de menor calidad. Sin embargo, esta relación no es lineal pues a bajas presiones de pastoreo se reduce la eficiencia de utilización de la pastura lo cual redundaría en una acumulación de material forrajero de menor calidad, problema que aparentemente no puede ser superado mediante la selectividad. Por tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento, la composición química y el contenido de reservas en las partes bajas y subterráneas de los pastos, con el fin de favorecer una máxima persistencia y utilización (Romney y Gill, 2000).

3.3. COMPONENTE ANIMAL.

3.3.1 características fenotípicas de la raza holstein en Nariño: de acuerdo con la Asociación de Ganado Holstein de Colombia (Asoholstein, 2009), la raza holstein tiene como sus ancestros más remotos los animales negros de los bávaros y los blancos de los frisios, tribus que hace cerca de 2.000 años se ubicaron en el delta del Rhin, en territorio que hoy corresponde a Holanda. Por sus características únicas de color, fortaleza y producción, la holstein empezó a diferenciarse de las demás razas y pronto comenzó a expandirse por otros países, empezando por Alemania y desde hace cerca de 300 años está consolidada en lugar de privilegio en el hato mundial por su producción y su adaptación a diferentes climas.

La vaca holstein es grande, elegante y fuerte, con un peso promedio de 650 Kg y una alzada aproximada de 1.50 m. Se caracteriza por su pelaje blanco y negro o blanco y rojo; esta última coloración la hace muy apetecible ya que representa adaptabilidad a climas cálidos. La vaca ideal tiene su primer parto antes de cumplir tres años 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 (305 días), su producción es superior a 5.500 Kg de leche. Aunque desde sus orígenes la holstein se ha distinguido por su sobresaliente producción de leche, en virtud de la permanente selección para acentuar aquellos rasgos que determinan una mayor producción lechera, se ha ido especializando cada día más (Rodríguez, 1990).

La introducción de la Holstein al Trópico Alto de Nariño, comenzó hace más de cuatro décadas, lo que le ha permitido constituirse en el núcleo racial más importante para la región y definir una estructura poblacional que posibilita, pese a ciertas limitantes, realizar evaluaciones genéticas y por ende seleccionar individuos de mejor desempeño, considerando su alto grado de adaptación al medio (Solarte y Zambrano, 2012).

En Nariño, esta raza es predominante y su distribución obedece a la siguiente estructura: el 8.77% de las fincas tienen animales con algún registro en la Asociación Holstein de Colombia y el 91.23% restante corresponde a los predios constituidos por animales absorbidos por dicha raza sobre núcleos criollos locales, con rasgos fenotípicos predominantemente holstein y comercialmente considerados como tales (Programa de Mejoramiento Genético, 2009).

3.3.2 Factores que influyen en la composición de la leche.

De acuerdo con Strandberg y Lundberg (1991) y Durr *et al.*, (2000), en la composición de la leche influyen factores nutricionales y factores no nutricionales. Imagawa *et al.* (1994) afirma que dentro de los factores de variación de la composición de la leche, el 36% de ellos están ligados al animal y son caracteres hereditarios y alrededor del 60% se deben al medio en que vive el animal.

a) Factores no nutricionales.

- **Raza.**

Existen notables diferencias entre razas con relación a los componentes mayores de la leche, donde se distingue la raza holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición (Tabla 2).

Tabla 2. Composición media de la leche en las principales razas lecheras. Adaptado de Amiot, 1994.

Razas	Grasa %	Proteína total %	Proteína verdadera	Sólidos totales %
Holstein	3.64	3.16	2.97	12.24
Ayrshire	3.38	3.31	3.12	12.69
Pardo Suizo	3.98	3.52	3.33	12.64
Jersey	4.64	3.73	3.54	14.04

La Tabla 2, indica que la raza jersey, en comparación con otras razas lecheras, es la que mayor calidad composicional de la leche presenta.

La raza constituye uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad (Imagawa *et.al.*, 1994).

La heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja, alrededor del 0.25 (Mercier y Vilotte, 1993 y Programa de Mejoramiento Genético, 2009). Sin embargo la heredabilidad estimada para la composición de la leche es bastante alta (0.50). Opuestamente los factores ambientales como la nutrición y el manejo alimentario pueden tener mayor efecto sobre la producción que sobre la composición de la leche (Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1984 y Ponce *et al.*, 2000). En la práctica, en los últimos 20 años se ha logrado un incremento de los sólidos de la leche, manteniéndose altos niveles productivos, debido al manejo combinado de la genética y la alimentación.

- **Nivel de producción.**

Los rendimientos en grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales son altos y positivamente correlacionados con la producción de leche. Sin embargo, los valores porcentuales de los mismos en la composición de la leche disminuyen en la misma proporción (Beever *et al.*, 1991; Coulon *et al.*, 2000 y Requena *et al.*, 2007).

- **Estado de la lactación.**

El curso de la lactancia, no sólo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche; mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento (Pérochon *et al.*, 1996 y Zambrano *et al.*, 2010).

Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia (Beever *et al.*, 1991, Blackburn 1993 y

Hurley, 2000). Lo descrito anteriormente puede observar gráficamente en la Figura 1.

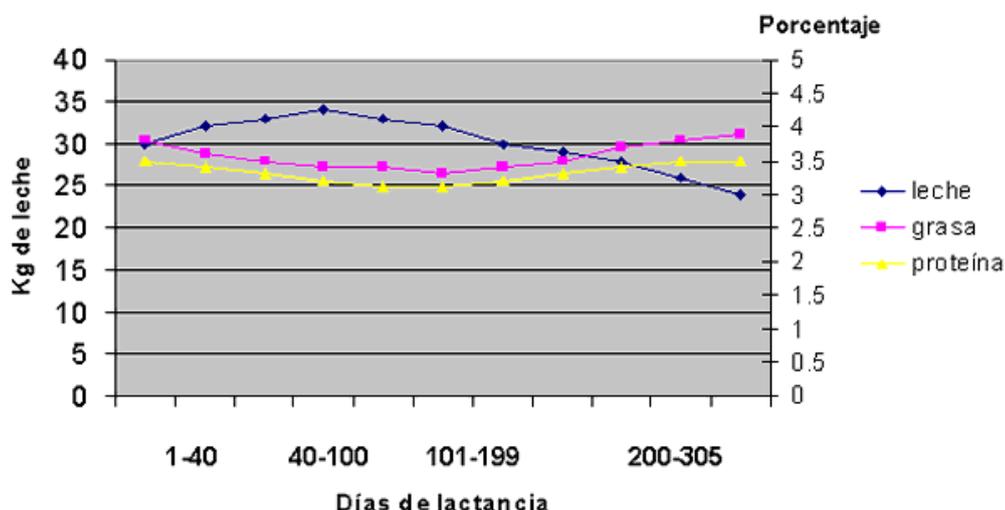


Figura 1. Comportamiento de la producción de leche, el porcentaje de grasa y proteína durante el ciclo de la lactancia. Adaptado de Oldaham (1991).

Sin embargo, este comportamiento se ajusta más a rebaños de vacas altas productoras, donde se aseguran todas las condiciones de manejo y alimentación, ya que otros reportes sobre animales de menor producción y en condiciones rústicas de explotación no se observa este comportamiento típico (González-Stagnaro *et al.*, 1998). En tales condiciones, se evidencia una mayor influencia de los factores de manejo y alimentación. El tipo de animal y las condiciones de explotación, también son elementos muy relacionados con estos factores (Pérochon *et al.*, 1996).

- **Salud de la ubre.**

La mastitis es la enfermedad que más afecta la producción y la composición de la leche y por ello ha sido ampliamente estudiada (Calvinho, 1995; Smith, 1996 y Rajala-Schultz *et al.*, 1999). Los cambios que ocurren en la composición de la leche con niveles altos de células somáticas, ocasionan una reducción en el contenido de grasa y caseína y un aumento en el contenido de suero de leche. Estos cambios en las proteínas de leche, en unión con modificaciones en la lactosa, el contenido del mineral y pH de leche, tienen como resultado bajos rendimientos en la producción de queso y alteraciones en las propiedades y en la aptitud industrial de esa leche (Armenteros, 1998). Bajo dichas condiciones se aprecia un tiempo de coagulación más largo y una cuajada más débil que la leche no afectada.

- **Época del año.**

Los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano (Dahl *et al.*, 1998). Esta variación está relacionada con cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano los pastos son bajos en fibra y se deprimen los

niveles de grasa en la leche. Además la alta temperatura y humedad relativa, disminuyen los niveles de consumo (Dahl *et al.*, 1998 y De Lima *et al.*, 2001). Por el contrario, durante el invierno disminuye la disponibilidad y la calidad de los alimentos (pastos y forrajes), por lo que aumentan los niveles de grasa en leche, pero disminuye la producción de leche (Coulon y Pérochon, 2000 y White *et al.*, 2002).

Los factores ambientales en la mayoría de los casos influyen directamente en el nivel de consumo de los animales, dando como resultados variaciones significativas en la producción de leche y en la composición (De Lima *et al.*, 2001). Cuando la temperatura se encuentra por encima de los 30 °C se reduce la producción de leche, además de los niveles de grasa y proteína, debido a la reducción del ingreso de energía a través de la dieta. La combinación del estrés calórico, con la pobre suplementación o una dieta basada solamente en forrajes condiciona en la lactancia temprana y media a una disminución de los rendimientos lácteos.

- **Número de lactancias y edad del animal.**

Los niveles de producción de leche aumentan con las sucesivas lactancias de la vaca, obteniéndose los mayores volúmenes entre la tercera y la cuarta lactancia, lo que depende en gran medida de la edad de incorporación del animal a la reproducción y el manejo del mismo durante su vida productiva (Beeyer *et al.*, 1991 y Aranda *et al.*, 2001). Mientras el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante, el contenido de la proteína en leche gradualmente disminuye con avance de la edad (Wilde y Hurley, 1996 y Hurley, 2000).

- **Influencias nutricionales.**

Del conjunto de alteraciones en las características físico-químicas de la leche, la concentración de grasa es la que resulta más sensible a cambios nutricionales y puede variar casi 3.0 unidades porcentuales. Los efectos que tiene la alimentación sobre la concentración de la proteína láctea puede producir cambios hasta de 0.60 unidades porcentuales (Palmquist, 1993). Las concentraciones de la lactosa y minerales, no responden previsiblemente a ajustes en la dieta y tampoco se han reportado efectos sensibles sobre el pH, la acidez y el peso específico de la leche (Mackle *et al.*, 1999).

- **Nivel de alimentación.**

Las vacas con bajos niveles de alimentación, reducen la producción de leche y el porcentaje de lactosa sólo dentro de ciertos límites. Sin embargo, se producen aumentos en el porcentaje de grasa láctea (Palmquist, 1993). Por regla general, cualquier ración que aumenta la producción de leche reduce generalmente el porcentaje de grasa en la leche. La subalimentación es el único régimen nutricional que altera la lactosa donde el porcentaje de la misma sólo se reduce levemente (Oldham, 1991).

Diversas investigaciones han demostrado que por cada 30 Kg de incremento de peso vivo al momento del parto se logran incrementos en la producción de leche de 122 Kg, 8 Kg de grasa y 4 Kg de proteína durante las primeras 20 semanas de la lactancia (Rearte, 1993). Sin embargo, los efectos de la condición corporal sobre los porcentajes de grasa y proteína son pequeños. Durante el primer tercio de la lactación, las demandas nutricionales de la vaca lechera, son mayores que la capacidad física de cubrir dichas demandas y ocurre un proceso de balance energético negativo (Fredeen, 1996).

Durante la lactación los efectos del nivel de alimentación sobre el porcentaje de grasa y proteína son variables (Odahalm, 1991). Durante la lactancia si se incrementa el consumo de alimentos, también se incrementa la producción de leche y los rendimientos en grasa y proteína.

- **La calidad de la ración.**

El uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas (Pérez, 2007). La influencia de especies de pastos sobre la producción y composición de la leche se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Efecto de algunas especies de pastos sobre la producción de leche y la composición de grasa y proteína. White et al., (2002).

	Kikuyo (<i>Peninsetum clandestinum</i>)	Raygras (<i>Lolium sp</i>)	Trébol (<i>Trifolium repens</i>)
Producción de leche L/día	13.4	19.4	18.9
Grasa %	3.7	3.5	3.5
Grasa Kg/día	0.51	0.70	0.69
Proteína %	2.9	3.2	3.2
Proteína Kg/día	0.40	0.64	0.62

En el caso del trópico, Jensen (1995), señalan que los pastos constituyen la base alimentaria de la vaca lechera. En este caso se presenta un bajo nivel de energía y proteína, lo cual condiciona que ello sea la principal causa que afecta la producción de leche y la composición y se hace entonces necesario suplementar con granos o cereales y lograr balancear adecuadamente la ración.

- **Enfermedades metabólicas.**

Los hatos lecheros de alta producción, deben contar con un adecuado balance de nutrientes, especialmente en los períodos de mayores necesidades nutricionales, que corresponden con el inicio de la lactación. En el período inicial, la vaca llega al nivel máximo de producción y a su vez el consumo voluntario se deprime. Además los aportes de la dieta no logran cubrir los elevados requerimientos metabólicos, debiendo movilizar sus reservas corporales para compensar esta situación (Pocknee, 1998 y Barros, 2001). La

ocurrencia entonces de desbalances nutricionales, deficiencias o inadecuado manejo de los programas de alimentación para vacas lecheras pueden conducir a la aparición de varios trastornos en la salud de los animales los cuales se denominan enfermedades o trastornos metabólicos de la vaca lechera (Álvarez, 1999a).

Los trastornos metabólicos, son más importantes en la medida en que la ganadería lechera se desarrolla, pues una vez establecido un control estricto sobre las enfermedades infecto-contagiosas, el aumento del potencial genético de los animales y se optimizan las condiciones de manejo y alimentación se logra aumentar la productividad lechera (González, 2000). Es entonces cuando comienzan a aparecer con mayor frecuencia dichos trastornos. Estas alteraciones constituyen después de la mastitis el principal problema en todos los países de ganadería lechera desarrollada, por las grandes pérdidas económicas que implican (Álvarez, 1999a).

El estrés producido por los trastornos metabólicos reduce la capacidad de resistencia y comprometen el funcionamiento del sistema inmunológico del animal (Contreras, 2000). Si esta situación no se previene a tiempo, se producen consecuencias altamente costosas en la reproducción y la producción de leche (Álvarez, 1999b).

3.3.3 Perfiles metabólicos: la producción de leche puede ser tan elevada durante la primera etapa de la lactancia que resulta difícil satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas. Además, la máxima producción ocurre de 4 a 6 semanas después del parto, mientras que el mayor consumo diario de alimento se alcanza hasta 8 a 10 semanas después (Muller, 1992). Si la vaca no logra adaptarse adecuadamente a la nueva lactancia lo más probable es que sufra enfermedades metabólicas clínicas (Kronfeld, 1984).

De acuerdo con Bouda *et al.*, (2005), los trastornos metabólicos y ruminales se presentan con mucha frecuencia en la vacas lecheras en forma subclínica. Los animales pueden llegar a disminuir en un 10 a 25% su producción y baja su fertilidad, aunque en apariencia pueden mostrar buen estado de salud, sin que el propietario se percate de su presencia. Se caracterizan primero por alteraciones bioquímicas en líquidos corporales como orina, líquido ruminal y sangre y más tarde por disminución de la producción de la producción, problemas reproductivos, predisposición a infecciones, disminución de la calidad de leche o carne, así como el aumento de la morbilidad y mortalidad en las crías. Los cambios bioquímicos iniciales pueden ser detectados en el, líquido ruminal, sangre y en la leche.

El perfil metabólico sanguíneo (glucosa, urea, proteína total, albúmina, cuerpos cetónicos y ácidos grasos, entre otros) tiene una alta correlación con el nivel de producción de leche, estado productivo y época del año, así como con el tipo de dieta y el tipo de manejo del hato, por lo que es una herramienta útil para el diagnóstico del estado metabólico y nutricional del ganado lechero (Payne *et al.*, 1970). Al respecto López *et al.* (2009), afirman que el perfil metabólico es un examen empleado para el diagnóstico de la enfermedades de la producción,

mediante el cual se evalúan en grupos representativos de animales, determinaciones que constituyen dicho perfil, las cuales se comparan con valores de referencia según la especie, edad y estado fisiológico.

El perfil metabólico permite valorar el estado nutricional y refleja la dinámica bioquímica del animal y es una herramienta para la comprensión de la nutrición y ruta metabólica (Payne, 2004). El perfil metabólico también permite ajustar las dietas y de esta manera optimizar la producción y reducir los efectos de alteraciones nutricionales y metabólicas, como acidosis ruminal aguda, desplazamiento de abomaso, síndrome de hígado graso y cetosis.

- **Hematocrito.** En producción animal tropical la determinación del hematocrito permite evaluar los estados carenciales y patológicos en forma oportuna y económica (Campos, 1998). La presencia de hemoparásitos en bovinos ocasiona elevadas pérdidas tanto por la mortalidad derivada, como por la reducción de habilidad productiva, en especial para animales de origen *Bos taurus*.
- **Proteínas totales.** Los principales contribuyentes a la presión osmótica del plasma sanguíneo son los iones y en una pequeña proporción las proteínas. Sin embargo, la baja constante de presión osmótica de las proteínas es vital para el mantenimiento del sistema cardiovascular. Se distinguen dos grandes grupos de proteínas del plasma: las albúminas y las globulinas. Se separan unas de otras por medios químicos sencillos y determinando la cantidad de cada grupo se obtiene la relación A-G (Campos, 1998).

La albúmina de la sangre y las globulinas con excepción de algunas globulinas gamma, son sintetizadas en el hígado. Por lo tanto, cualquier proceso que afecte la síntesis de albúmina disminuirá la relación A-G.

La producción de anticuerpos puede ocasionar algunos cambios en la concentración de gamma-globulina. Sin embargo, el cambio es más cualitativo que cuantitativo. El incremento en las proteínas totales puede deberse a la deshidratación la cual presenta una hemoconcentración por vómitos o diarreas, también por un aumento en el nivel de globulina cuando no existe deshidratación, como en enfermedades hepáticas avanzadas, infecciones crónicas y en algunos casos de neoplasias.

Una disminución en los niveles de las proteínas totales, se debe siempre a un nivel bajo de albúmina, acompañado ya sin incremento del nivel de globulina, o por un incremento en el nivel de globulina. Por lo tanto, la relación A-G disminuye. Esto puede ocurrir por la pérdida de albúmina en orina por nefrosis, las pérdidas de proteínas plasmáticas por hemorragias, la falta de ingestión de cantidades adecuadas de proteínas en la dieta, la incapacidad del hígado para producir albúmina por hepatitis o cirrosis hepática. Un bajo nivel de proteínas en la sangre, ocasiona una reducción en la presión osmótica coloidal del plasma, la cual puede producir edema.

3.3.4 Proteínas lácteas.

Rivera e Insuasty (2008), afirman que: la mayor de parte del nitrógeno de la leche, se encuentra en forma de proteína. Los aminoácidos que constituyen las proteínas de la leche son 20 y el orden de estos está determinado por el código genético y le otorga a la proteína una conformación única.

El Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA, 1994) afirma que: la proteína es el componente químico más importante de la leche y puede dividirse en dos grupos, las caseínas y proteínas del suero. Dentro de las caseínas, se encuentran la α S1- Caseína, α S2-Caseína, β -Caseína y la Kappa-Caseína, las cuales se caracterizan por coagular bajo acción del cuajo o por acidificación a pH cercano a 4.6; entre las proteínas del suero se incluyen α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulinas y sero-albúminas Tabla 4.

Tabla 4. Composición proteica general de la leche. Amiot, 1994

Proteínas	Parciales	Totales
Caseínas		
Caseína α s1	1.08	
Caseína α s2	0.25	
Caseína beta (β)	0.79	2.56%
Caseína kappa (κ)	0.31	
Caseína lamda	0.13	
Lacto albúminas		
Alfa – lacto albúmina	0.15	0.56%
Beta – lacto globulina	0.34	
Albúmina sérica	0.03	
Lacto globulinas		
Euglobina	0.07	0.12%
Pseudos globulina	0.05	
Proteínas Minoritarias		0.03%

En los últimos años, la investigación genética ha identificado numerosas secuencias de genes, así como novedosas técnicas para el estudio de la variabilidad de las secuencias de ADN, entre individuos y poblaciones. La posibilidad de detectar diferencias de secuencias de ADN a nivel nucleotídico y el uso de estos polimorfismos como marcadores para desarrollar estudios en el genoma, ha cambiado significativamente la aplicación de la genética y ha permitido el desarrollo de técnicas para el diagnóstico molecular, utilizadas en animales domésticos de importancia económica (Uffo, 2002).

En el ganado bovino, tradicionalmente, la selección se ha basado en el mejoramiento de caracteres cuantitativos como leche, grasa y proteínas, los cuales se encuentran controlados por múltiples loci. Además, para mejorar estos caracteres se actúa principalmente seleccionando los machos a partir de las mediciones fenotípicas en individuos adultos. Por estas razones, el progreso genético para mejorar la calidad de la leche ha sido lento y costoso y por lo tanto, es necesario tener en cuenta otros aspectos como la alimentación.

Las proteínas de la leche han sido ampliamente investigadas en países del continente Americano, por su uso potencial en la selección asistida por marcadores, así como para la caracterización y diferenciación de poblaciones (Golijow *et al.*, 1999; Kemenes *et al.*, 1999 y Lara *et al.*, 2002).

La Beta-Lactoglobulina, la cual constituye el 50% de proteína del suero en la leche de los bovinos. La variante A de esta fracción se encuentra asociada con mayores contenidos de proteína total en el suero y mayor producción de leche (Baranyi *et al.*, 1993). Según el mismo autor las funciones biológicas de esta proteína no son muy conocidas, podría tener un papel en el metabolismo de fosfato en la glándula mamaria y en el transporte de retinol y ácidos grasos dentro del intestino. Por otra parte, las variantes Beta-Lactoglobulina BB tienen un mayor contenido de caseínas, proteínas totales y grasa en la leche, lo que resulta en mejores propiedades para la producción de queso (Benavides, 2003).

Mientras que la Alfa-lactoalbúmina constituye el 20% de las proteínas presentes en el suero de la leche. Han sido detectadas tres variantes: A, B y C, la variante A, asociada con una mayor cantidad de leche, proteínas y grasa. La variante B con mayores porcentajes de proteína y grasa, observándose valores intermedios en los animales heterocigotos (Uffo, 2002).

El genotipo de las proteínas lácteas de todos los animales sin distinción de sexo, edad o estado fisiológico puede determinarse a partir de distintos tipos de muestras de ADN y por distintas técnicas de genética molecular (PCR/RFLP, SSCPs, SNPs). A diferencia de las técnicas tradicionales de mejoramiento para la calidad de la leche, donde se infería la información del macho a través del desempeño de su progenie hembras y de sus hermanas, hoy se puede obtener la información de los machos desde su nacimiento o incluso en estado embrionario (Montaldo y Meza, 1998), acortando el intervalo generacional y aumentando la eficiencia en los programas de mejoramiento.

Para realizar estudios de polimorfismo genético en bovinos, relacionados con características productivas, se utilizan técnicas moleculares muy sensibles, capaces de detectar pequeñas variaciones en los genes, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y el polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP), entre otras. La combinación de estas dos técnicas permite identificar exactamente los alelos que portan los marcadores en estudio (Medrano, 1992).

La ganadería en general y en especial la industria lechera, ha sido líder de la producción animal al aprovechar las nuevas tecnologías moleculares desarrolladas, con las cuales se logra la identificación de genotipos lo que contribuye a lograr un aumento de la producción de leche. El énfasis en el estudio de las proteínas de la leche se debe a que éstas presentan variantes polimórficas que tienen efecto sobre los rasgos productivos, como los factores que afectan la elaboración y el rendimiento quesero, razón por la cual se busca acelerar el progreso genético mediante la identificación temprana de genotipos deseables (Calderón *et al.*, 2006).

Las proteínas de la leche han sido investigadas en muchos países. Postiglioni *et al.* (2002) caracterizaron genéticamente la reserva de bovinos criollos de Uruguay, utilizando marcadores moleculares de las variantes proteicas de la leche y del suero, con la metodología de PCR-RFLP. Mientras que Uffo *et al.* (2006) determinaron la estructura genética de tres poblaciones de ganado bovino criollo cubano, para los loci de las seis proteínas lácteas mediante análisis de ADN por PCR-RFLP y equilibrio de Hardy - Weinberg.

Fueron identificados los alelos Alfa S1 caseína - C y Alfa lactoalbúmina -A como evidencia de genes de *Bos indicus* en las tres poblaciones Cubanas.

López *et al.* (1999) plantean cambiar las proporciones genotípicas del alelo A en la raza Holstein, expresado en el 70% de los hatos lecheros en el país, seleccionando embriones mediante un programa de genotipificación tanto de las variantes del gen de la k-caseína y como del gen sry, exclusivo de los machos, que permite la determinación del sexo en estado embrionario.

La experiencia en el uso de marcadores moleculares con fines de selección en el Trópico Alto de Nariño, se limita a los estudios realizados desde el año 2007 por el Programa de Mejoramiento Genético Meg@lac, en convenio con la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño-COLÁCTEOS, la Universidad de Nariño con financiación por parte del Ministerio de Agricultura. En este programa se determinaron mediante marcadores moleculares de ADN, las frecuencias alélicas de los genes de la K-Caseína, por ser una fracción identificada como importante en los procesos de industrialización de la leche, específicamente en la transformación de leche en queso (Zambrano *et al.*, 2010).

4. RELACIÓN SUELO- PLANTA- ANIMAL.

El sistema productivo ganadero tiene tres componentes fundamentales entre los que existe una estrecha relación: el suelo, la planta y el animal. Estos componentes, no se pueden analizar de manera individual, su interacción permite lograr la eficiencia del sistema. En esta relación, el suelo es la base o elemento primordial. No sirve usar una buena semilla y lograr el buen establecimiento de una pradera, si el suelo no tiene buenas condiciones físicas y no logra soportar el agresivo arranque que ejerce el animal sobre el pasto cada vez que toma un bocado de comida, afecta la producción y duración de la pradera (Rojas, 2011).

Por lo anteriormente expuesto, es necesario contar con el conocimiento previo del suelo de cada zona, para saber el tipo de laboreo que se le debe realizar y así obtener mayor eficiencia en la producción forrajera.

Las plantas emplean energía solar, el anhídrido del aire, el agua y los minerales para formar sus tejidos. En las leguminosas, los nódulos de la raíz fijan el nitrógeno del aire del suelo y lo convierten en aprovechable por las plantas. La planta actúa a su vez como fuente de recursos para el suelo, abasteciéndolo de materia orgánica y minerales (descomposición de parte

aérea y raíces). Los tejidos vegetales proveen al animal los elementos nutritivos para mantener su vida y los procesos productivos; mientras el animal actúa perjudicialmente sobre la pradera por el pisoteo, que hace que el suelo se compacte, disminuyendo la aireación e infiltración de agua. El pisoteo provoca lesiones a las plantas y por ende disminuye el forraje cosechado (Figura 3) (Beguet y Bavera, 2001).

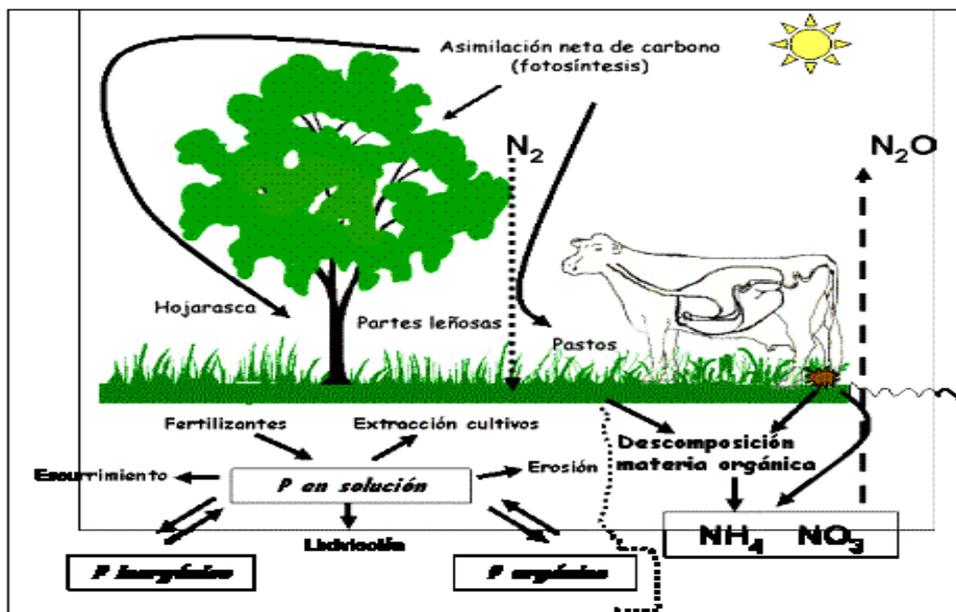


Figura 3. Ciclo de la relación suelo-planta-animal. Beguet y Bavera, 2001.

Al respecto estudios realizados por Healy (1967, 1968), han demostrado que el suelo es una fuente importante de elementos traza en la dieta de los rumiantes, particularmente de aquellos elementos que están presentes en altas proporciones.

Otros reportes realizados por Ionita *et al.* (2010), indican que al estudiar la relación suelo-planta-animal, se pueden encontrar asociaciones con el ciclo reproductivo de las vacas lecheras, como un indicador eco patológico. Los mismos autores, han investigado los elementos de esta relación realizando estudios epidemiológicos, exámenes clínicos, perfiles metabólicos y análisis del agua y forraje. Finalmente, obtuvieron que, de todos los indicadores, el perfil metabólico, fue el más significativo, cuando está presente el bajo aporte de selenio y los niveles de vitamina E en la sangre al examinar las vacas; elementos que son directamente responsables de la función de la salud y estado reproductivo de las hembras lecheras.

5. METODOLOGÍA

5.1 Localización.

El trabajo de investigación, se llevó a cabo en la finca los Arrayanes, ubicada en la vereda Cubijan Alto, del corregimiento de Catambuco, municipio de Pasto. con coordenadas geográficas 1°09'54,89" norte y 77°19'18,64" oeste la mencionada finca, se caracteriza por su tradición desde hace más de 35 años, en producir leche. Cuenta con un área total de 30 hectáreas; altura promedio de 3000 m.s.n.m; temperatura media de 12 °C y el sistema de ordeño es mecánico 100%. En promedio posee 35 vacas en producción y alrededor de 15 novillas y 12 terneras. Estas cifras varían según el estado fisiológico de cada animal.

De acuerdo con el IGAC (2003), los suelos de la finca los Arrayanes son andisoles, los cuales son muy representativos desde el punto de vista de la tipología, ya que integran el 11% de *Hapludands*, el 5% de *Melanudands* y el conjunto de los *Melanocryands*, *Placudands*, *Fulvudands* y *Haplustands* el 0.5%.

Las praderas a muestrear fueron seleccionadas, teniendo en cuenta el tipo de pastos presentes en la finca. Para este estudio los lotes seleccionados fueron el lote N° 1, el cual se encuentra en monocultivo de pasto Sterling (*Lolium hybridum*), edad 7 meses y el lote N° 26 en cultivo de pasturas en mezcla de pastos, tales como Azul orchoro (*Dactylis glomerata*), Falsa poa (*Holcus lannatus*) y Raygrass (*Lolium sp*), edad 11 meses. Los muestreos de suelos y de pastos, se realizaron en tres zonas alta, media y baja y en dos épocas, lluviosa y seca del año 2012.

A continuación se describe cada componente a) edáfico b) agronómico y c) perfiles metabólicos.

5.2 Componente edáfico.

Muestreo: Para la toma de muestras de suelo, en primer lugar, fue necesario calcular el porcentaje de pendiente en cada lote, dicho cálculo se realizó con GPSmap 60 CSx. De cada franja, se tomó tres submuestras de suelo, con anillos de 0.5 cm. Los porcentajes pendiente para la pradera en monocultivo *Lolium hibridum* fueron: zona alta 14%; zona media 10% y zona baja 7% y para la pradera en mezclas *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*, fueron: zona alta 16%; zona media 12% y zona baja 8%.

Variables Evaluadas.

Se analizaron las propiedades físicas Textura, Penetrabilidad, Estabilidad de Agregados, Densidad Real (Dr), densidad Aparente (Da) y Porosidad Total. Las variables químicas, tales como Materia Orgánica (MO), pH, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Todas estas variables se realizaron, de acuerdo con los procedimientos

descritos en el Laboratorio de Física de suelos y por el Manual de Métodos Químicos para el análisis de suelos. (Unigarro *et al.* 2009),

En la Tabla 5, se presenta un esquema general de las distintas variables evaluadas y las metodologías utilizadas.

Tabla 5. Variables y técnicas utilizadas para las propiedades físicas y químicas del suelo analizado.

Variables	Metodologías	REFERENCIA
Físicas		
Densidad aparente	Volumen de cilindro conocido	ICAG, 2006
Real	Picnómetro	ICAG, 2006
Textura	Hidrómetro Bouyoucos	ICAG, 2006
Penetrabilidad	Penetrógrafo	ICAG, 2006
Estabilidad de agregados	Yoder	ICAG, 2006
Porosidad total	1-Da/Dr)* 100	ICAG, 2006
Materia orgánica	Químicas Wakley-Black - Colorimetría	ICAG, 2006
P	Brayll kurtz colorimétrico	ICAG, 2006
K, Ca, Mg	Acetato de amonio 1N, pH 7. Absorción atómica	ICAG, 2006
pH	Potenciómetro relación suelo agua 1:1	ICAG, 2006
Capacidad de Intercambio Catiónico	Acetato de amonio 1N, pH 7. volumétrico	ICAG, 2006

5.3 Componente agronómico.

Para determinar los factores que intervienen en la productividad de las praderas, se recolectaron tres muestras de pasto, para lo cual se tuvo en cuenta la altura, el color y densidad (Kg/m²) del forraje al momento del corte. En cada lote experimental se realizó un corte, el cual se hizo a 15 cm del piso, con el fin de determinar el periodo de recuperación. Posteriormente, se determinó mediante análisis bromatológico, en los laboratorios de la Universidad de Nariño, la calidad de los pastos, bajo los métodos de análisis según cada variable, así: proteína NTC 4657; FDN AOAC 2002.04; FDA AOAC 973.18; fósforo NTC 4981; calcio, magnesio y potasio NTC 5151.

Figura 6. Determinación de la productividad de las praderas en la finca los Arrayanes, Catambuco Nariño, 2011-2012.

El porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT) se estimó aplicando la fórmula, tomada de Osborne y Voogt (1986), así:

$$\% \text{NDT} = \underline{(0,0504(\% \text{PC}) + 0,077(\% \text{EE}) + 0,02(\% \text{FC}) + 0,011(\% \text{ENN}) + 0,000377(\text{ENN})^2 - 0,152)} * 100$$

NDT: Nutrientes digestibles totales

FC: Fibra Cruda

PC: Proteína cruda

ENN: Extracto no nitrogenado

EE: Extracto etéreo

La capacidad de carga, se calculó, teniendo en cuenta la cantidad de biomasa verde y el consumo de forraje verde.

5.4 Componente animal

La determinación de los perfiles metabólicos se llevó a cabo, teniendo en cuenta en primer lugar la selección de seis hembras bovinas de raza holstein, con lactancia, edad y número de parto similar. Los tratamientos que se aplicaron para este proceso, fueron bajo un diseño Switch Back. Antes de la entrada de los animales a los tratamientos, se valoró su condición corporal a una escala de 1-5 y en seguida se procedió a tomar las muestras de sangre, leche y orina y posteriormente se dio la entrada de los animales a los tratamientos de monocultivo y pradera en mezclas, dando lugar a un espacio de una semana como tiempo de acostumbramiento de la dieta suministrada. Pasado dicho tiempo, se realizó la segunda toma de muestras de sangre, leche y orina. Una vez tomadas las muestras, se procedió a transportarlas a la Clínica Veterinaria de la Universidad de Nariño, para su posterior análisis (Lascano y Pizarro, 1984).

Respecto a la información de los genotipos de las proteínas lácteas, ésta se tomó de la base de datos existente en el Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de Nariño.

Análisis de la Información

La evaluación de los datos de las variables edáficas, agronómicas y de perfiles metabólicos, se realizó, mediante análisis de variancia a través del procedimiento GLM del programa estadístico SAS 9.20 (Programa Meg@lac, 2009). Finalmente, se correlacionaron entre si todas las variables usando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.II.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Componente edáfico.

➤ Propiedades químicas del suelo.

A continuación, se presenta los resultados de las propiedades químicas del (pH, MO, P, K, Ca, Mg, CIC) suelo por época y zona de muestreo la pradera de monocultivo pasto *Lolium hybridum* y pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* en la zona de Catambuco, Nariño.

Tabla 6. Variables químicas por época y zona monocultivo pasto *Lolium hybridum* y pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*.

Variable	<i>Lolium hybridum</i>						<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>					
	Época 1			Época 2			Época 1			Época 2		
	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB
MO%	20.76	20.44	19.3	20.7	20.45	19.2	21.52	18.90	20.44	21.45	18.87	20.42
pH	5.82	5.8	6.17	5.8	5.7	6.18	5.90	6.19	6.11	5.9	6.19	6.10
CIC (cmol/Kg ⁻¹)	16.94	14.27	18.37	16.9	14.28	18.29	23.46	20.62	33.41	23.39	20.55	33.39
P (ppm)	5.91	6.02	5.98	5.93	5.95	5.99	5.81	6.01	5.95	5.99	5.97	6.06
K (cmol/Kg ⁻¹)	1.19	1.58	2.35	1.17	1.6	2.41	2.26	1.58	1.61	2.23	1.55	1.62
Ca (cmol/Kg ⁻¹)	12.38	9.38	12.31	12.35	9.37	12.21	15.17	14.6	21.8	15.14	14.59	21.7
Mg (cmol/Kg ⁻¹)	3.37	3.3	3.7	3.38	3.30	3.67	6.02	4.44	10.0	6.01	4.41	9.99

ZA: Zona Alta; ZM: Zona Media; ZB: Zona Baja

La composición de una pastura, es el reflejo de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y a la vez permite justificar el desempeño de los animales que la consuman. En este sentido, como se observa en la Tabla 6, las variables químicas del suelo del lote cultivado con pasto Sterling o raygrass híbrido perenne (*Lolium hybridum*), pasto introducido actualmente en las ganaderías del trópico alto de Nariño, ha resultado promisorio para el pastoreo de bovinos de leche, ya que ha permitido obtener un largo periodo de rotación, es decir, reducción del periodo de recuperación (Fernández *et al.* 2010).

El pasto, raygrass híbrido perenne, se desarrolla en condiciones de media a alta fertilidad, con presencia de lluvias o riego, los resultados globales de esta investigación en las dos épocas (Lluviosa-seca), no evidenciaron diferencias significativas ($P>0.05$) para las variables pH, Materia Orgánica (MO), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Capacidad de Intercambio

Catiónico (CIC). Por otro lado, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), para el análisis realizado por zona (alto, medio, bajo), para las mismas variables, excepto para el fósforo (P) ($P > 0.05$) (Anexo 1).

Lo anterior, permite afirmar que los contenidos de MO del suelo, fueron altos, tanto en la época y zona, respecto a las necesidades del pasto, las cuales oscilan entre 8-12%, según lo reportado por el Instituto As Research Grasslands, de Nueva Zelanda (2010). Este indicador de materia orgánica, permite inferir que este pasto *Lolium hybridum*, cultivado en este suelo, presentará un perfil nutricional favorable para la alimentación de la ganadería de leche.

Respecto al pH, el valor promedio para cada zona, fue similar reacción, excepto en la zona baja ($P > 0.05$), en las dos épocas de estudio. La acidez de los suelos, permite la solubilidad de los nutrientes y su disponibilidad para el pasto. Este resultado, también se relacionó con el tipo de suelo (Franco-Arenoso), lo que confirma que el contenido de MO está condicionado por los niveles de acidez en los suelos (Anexo 1) (Bernal, 1994; Burbano y Cadena, 2009; Tapia y Rivera, 2010).

En la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), se obtuvieron promedios similares ($P > 0.05$), tanto para las épocas como para las zonas (Tabla 6). De acuerdo con Salamanca (1986), valores superiores a 20meq/100g indican una CIC alta, posiblemente debido a la alta cantidad de materia orgánica presente, ya que estas dos variables están altamente correlacionadas. Frente a esto, Gavilán (2004) sostiene que los materiales orgánicos presentan una elevada capacidad de intercambio catiónico y por tanto, una alta capacidad también frente a cambios rápidos en la disponibilidad de nutrientes y en el pH. En consecuencia, la CIC elevada constituyó un depósito de reservas para los nutrientes, lo cual favoreció el comportamiento productivo del pasto *Lolium hybridum* en este tipo de suelos.

En relación a los minerales P, K, Ca y Mg, presentaron promedios similares ($P > 0.05$), en las épocas y zonas de estudio (Anexo 1). En el caso del Ca, los valores encontrados fueron altos, 12.38, 9.38 y 12.31 para la época lluviosa, zona alta, media y baja, respectivamente. Igualmente, en la época seca, en las mismas zonas fueron 12.35, 9.37 y 12.21, respectivamente. El contenido de este mineral en el pasto fue alto, lo que permite suponer que quizá hubo otros elementos que estuvieron en juego en la movilización de este elemento y su asimilación por el pasto (Donald, 2007). Los resultados medios de K, fueron altos, lo que confirma lo manifestado por Urbano (1992), quien sostiene que el K que se encuentra combinado con la materia orgánica, puede ser liberado en forma de K^+ mediante el proceso de mineralización de la misma, mediado por la población microbiana.

Los valores de Mg (Tabla 6) son considerados altos, lo que permite que, la disponibilidad de magnesio para la planta, sea adecuada Donald (2007). Según Parra (2003), el Calcio y Magnesio tienen un comportamiento muy similar en el suelo y estos dos elementos son los que se encuentran generalmente en niveles más altos. La concentración y la disponibilidad de ambos elementos están controladas generalmente por la Capacidad de Intercambio Catiónico de

manera directa. Por lo tanto, al tener una CIC alta, permite una mayor disponibilidad de nutrientes disueltos en el suelo.

La cantidad media de fósforo obtenido en esta investigación fue baja (Tabla 6). Sin embargo, la relación 2:1 de Ca-P, es apropiada, posiblemente a que los suelos estudiados son de origen volcánico, lo que contribuye a que sea ricos en dichos elementos, además, los niveles altos de materia orgánica favorecen la mineralización que esta realiza (Tapia y Rivera, 2010).

La mezcla de pastos constituye una buena alternativa, al momento de ofrecer una dieta apropiada para los animales en producción. En este caso, la Tabla 6 muestra, que la pradera compuesta por Azul orchoro (*Dactylis glomerata*), Falsa poa (*Holcus lannatus*) y Raygrass (*Lolium sp*), posee características excelentes para la producción especializada de leche. Además, este tipo de pasturas, se adaptan muy a bien a condiciones de media a alta fertilidad.

Durán (2003), afirma que en clima frío valores superiores al 10% de materia orgánica (MO) se consideran altos. Por tanto, los resultados obtenidos por época y por zona, resultaron altos y el análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0.05$), únicamente para el caso del estudio por zona. Por el contrario, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), para el análisis por época (Anexo 1). El alto contenido de MO, permite que existan altos contenidos de Calcio (Ca), Potasio (K) y Magnesio (Mg) y por ende una buena Capacidad de Intercambio Catiónico, tanto por época como por zona.

Por otro lado, los altos contenidos de MO están explicados por la altura y temperatura de la zona de estudio, esto coincide con Charry (1987), quien menciona que a mayor altitud la materia orgánica se incrementa, debido al lento proceso de humidificación y mineralización de la misma por la baja actividad de los microorganismos del suelo. Las anteriores variables químicas, mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), por zona. Los análisis de varianza, indicaron que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) (Anexo 1) por época de estudio.

Bernal (2003), afirma que el rango óptimo de pH para el crecimiento de la mayoría de las pasturas, oscila entre 5.5 y 6.5. En este sentido, el valor promedio obtenido en esta investigación, por zona y época, se encontró en dicho rango. Según estos resultados, los suelos se pueden catalogar como ligeramente ácidos, que corroboran la condición de muchos suelos en Nariño, especialmente los derivados de cenizas volcánicas Burbano y Cadena (2009); Malagón (1998) y Burbano *et al.* (1988).

El análisis estadístico por zona de estudio, resultó estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Sin embargo, el análisis por época no reveló diferencias ($P > 0.05$).

➤ **Propiedades físicas del suelo.**

Los análisis de las propiedades físicas del suelo, indican que la textura de los suelos de la finca los arrayanes corresponden a Franco-Arenosos, es decir que la distribución de las partículas en el suelo son en su mayoría de 0.05 a 2.00 mm, contiene alrededor del 60-70% de arena y 20% de arcilla. Estos

resultados concuerdan con los reportados por Burbano y Cadena (2009) y Benavides y Beltrán (2009), en estudios realizados en Guachucal, departamento de Nariño.

En cuando a la estabilidad de agregados, se puede mencionar que los suelos de la finca los Arrayanes, es estable, ya que el Diámetro Medio Ponderado (DMP), osciló entre 3.0 y 5.0. Es decir, que dichos suelos no son susceptibles a degradación estructural.

El análisis de varianza por zona del monocultivo pasto *Lolium hybridum*, resultó altamente significativo ($P < 0.05$) para Densidad aparente (Da); mientras que para Densidad real (Dr) y la porosidad total no se evidenciaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Los análisis estadísticos por época, no fueron significativos ($P > 0.05$) para ninguna de las variables mencionadas anteriormente (Anexo 2).

La Tabla 7 indica las medias obtenidas para cada variable evaluada.

Tabla 7. Variables físicas por época y zona monocultivo pasto *Lolium hybridum* y pradera en mezcla de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*.

Variable	<i>Lolium hybridum</i>						<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>					
	Época 1			Época 2			Época 1			Época 2		
	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB
Da(g/cc)	0.70	0.70	0.66	0.68	0.68	0.71	0.70	0.69	0.67	0.70	0.70	0.66
Dr(g/cc)	2.25	2.28	2.32	2.06	2.13	2.08	2.24	2.21	2.07	2.17	2.06	2.10
Porosidad%	68.3	69.9	70.9	66.0	68.0	66.3	68.0	68.0	67.0	67.0	66.0	68.0

ZA: Zona Alta; ZM: Zona Media; ZB: Zona Baja

Los resultados de la Tabla 7, indican que la Da tuvo valores similares entre época y zona. Estas cifras, están relacionadas con los altos contenidos de MO en el suelo, que permite que exista mayor retención de agua y por ende la raíz puede profundizar mejor y por ende captar más nutrientes del suelo, los cuales serán finalmente aprovechados por la planta. Además, el tipo de suelos Franco-Arenosos, la estabilidad del mismo, combinado con el porcentaje de porosidad favorecen la nutrición de la planta, al permitir que las raíces profundicen adecuadamente (León y Zambrano, 2008; Apráez *et al.* 2012).

Al respecto, Thompson (1988) manifiesta que la materia orgánica hace disminuir la Da, ya que por equivalencia de volumen es mucho más ligera que la materia mineral e incrementa la estabilidad de los agregados del suelo, siendo este segundo efecto el más importante en la mayoría de los suelos.

Jaramillo (2004) y Burbano y Cadena (2009), coinciden en que la Dr varía entre 2.6 a 2.75 g/cc en todos los suelos agrícolas y cuando existen valores por

debajo de los mencionados, se deben a la presencia de altos contenidos de materia orgánica en el suelo.

Los resultados de los mencionados autores son concordantes con los indicados en la Tabla 7, donde se presentan los valores de Dr, los cuales mostraron diferencias entre épocas, observa cifras inferiores en época seca (agosto). Igualmente, ocurre al analizar los promedios por zona. Valores similares, fueron encontrados por Benavides y Beltrán (2009), quienes reportan 2.34 g/cc de Dr, en suelos del municipio de Guachucal del departamento de Nariño.

Igualmente, Herrera y Amezcua (1989) encontraron una densidad real de 2.31 g/cc, en un suelo bajo labranza mínima con dos pases de rastrillo de disco. Además, mencionan que los valores de densidad real son difíciles de alterar, ya que esta variable se relaciona con las características mineralógicas del material parental. Sin embargo, la erosión y excesiva compactación puede lograrlo en el largo plazo.

Los valores de porosidad que oscilaron entre 66 a 70%, son adecuados para esta pradera de monocultivo, pasto *Lolium hybridum*. Los valores están relacionados con los contenidos de materia orgánica (Tapia y Rivera, 2010). Mila (2001); Soriano y Pons (2004), coinciden en que la porosidad se relaciona directamente con la retención y movimiento del agua en el perfil del suelo. Es una propiedad física esencial ya que la aireación y transporte de oxígeno al sistema radicular de las plantas garantizan la facilidad con que las raíces pueden anclar y sostenerse en el suelo y permitir así la rápida absorción de nutrientes de la solución del suelo.

Para el caso de la pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus*, *Lolium sp*, no se encontraron diferencias ($P>0.05$) por zona para las variables Da, Dr y porosidad total. Sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas ($P<0.05$) por época para las características Dr y porosidad total; mientras que la Da, no fue significativa ($P>0.05$) (Anexo 2).

En la Tabla 7, se indican los valores promedio de las características físicas del suelo Da, Dr y porosidad total, por época (lluviosa-seca) y zona de estudio, para la pradera en mezclas.

Al evaluar estas características en conjunto, se puede afirmar que los suelos de la pradera en mezclas, presentaron buenas condiciones físicas, para la producción de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*.

Los resultados de la resistencia a la penetración, de la pradera en monocultivo pasto *Lolium hybridum*, permitieron concluir que existe entre media a alta penetrabilidad, en los primeros 5 cm, tal como se puede apreciar en la Figura 3, para las tres zonas de estudio.

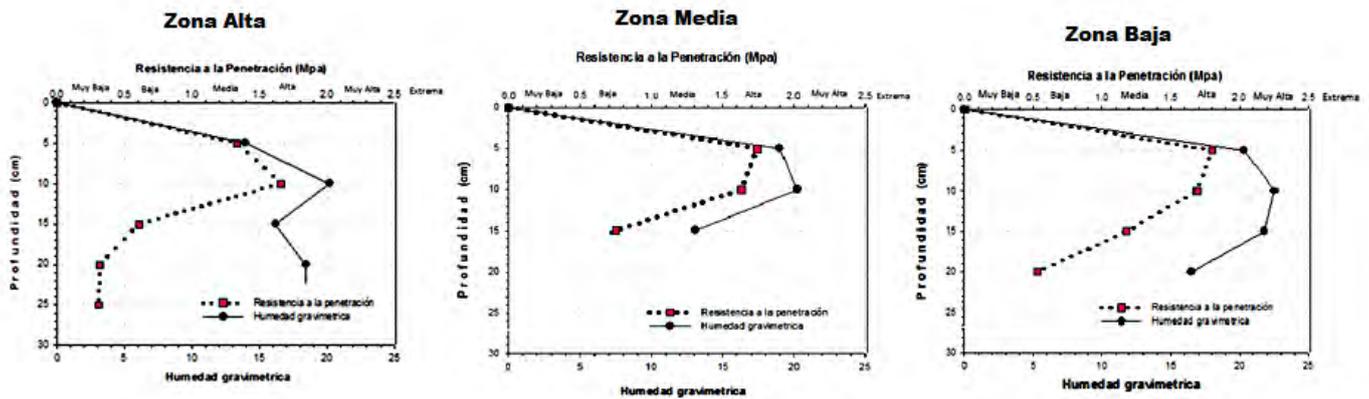


Figura 3. Resistencia a la penetración, monocultivo pasto *Lolium hybridum*.

El porcentaje de humedad varió entre 14 a 22 %, lo que permite pensar que hay buena cantidad de humedad. Estos resultados, están relacionados con la porosidad total y la cantidad de materia orgánica del suelo.

Estos resultados, se relacionan con la producción de biomasa obtenida en este monocultivo de pasto *Lolium hybridum*, la cual se encuentra en un rango ideal de producción.

Los resultados de la resistencia a la penetración, de la pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* permitieron concluir que existe entre media a alta penetrabilidad, en los primeros 5 cm, tal como se puede apreciar en la Figura 4, para las tres zonas de estudio

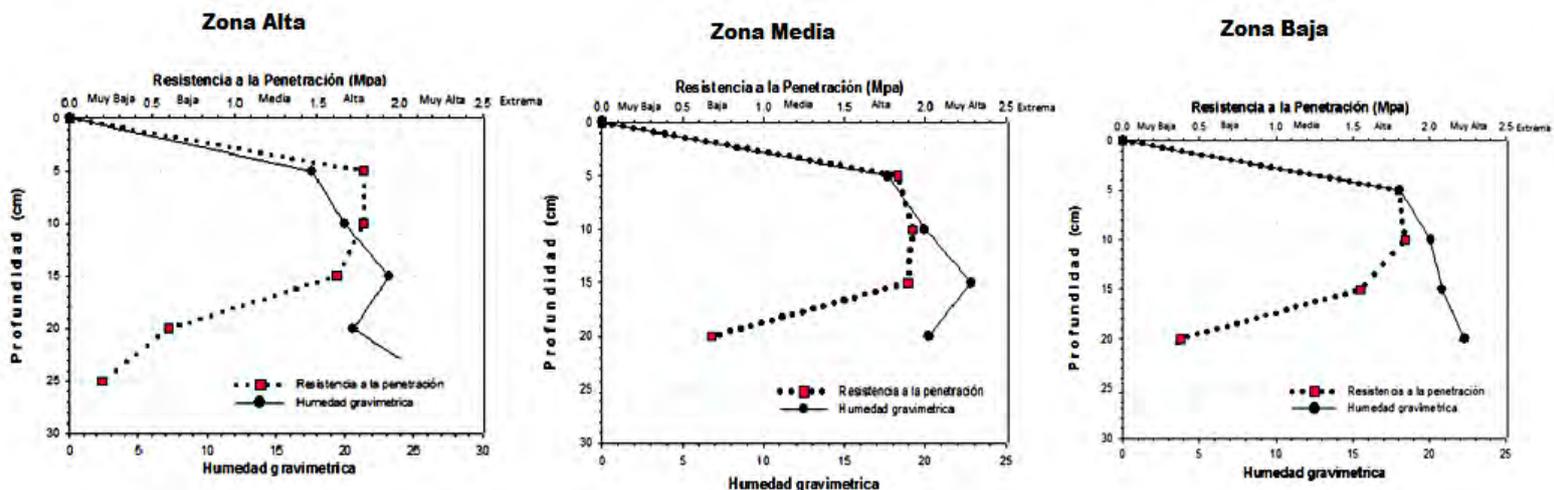


Figura 4. Resistencia a la penetración, pradera en mezclas *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*.

El porcentaje de humedad varió entre 20 a 25 %, lo que permite pensar que hay buena cantidad de humedad. Estos resultados, están relacionados con la porosidad total y la cantidad de materia orgánica del suelo.

6.2 Componente agronómico.

El análisis de varianza para el periodo de recuperación (días), tanto por zonas y épocas fueron altamente significativos ($P < 0.05$) para el lote en monocultivo, pasto *Lolium hybridum* (Anexo 3).

Los periodos de recuperación, fluctuaron entre 26 y 32 días (Tabla 8). Dichos resultados son semejantes con los reportados en investigaciones realizadas por Apráez *et al.* (2012); Mera y Ruales (2007). Respecto a la producción de biomasa (Kg/m^2), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), tanto entre épocas como entre zonas. Estos resultados, son concordantes por los citados en la ficha técnica del Instituto AsResearchGrasslands, de Nueva Zelanda (2010).

Tabla 8. Características productivas del monocultivo pasto *Lolium hybridum* y pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp.*

Variable	<i>Lolium hybridum</i>						<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>					
	Época 1			Época 2			Época 1			Época 2		
	ZA	Z M	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB
Periodo de recuperación (días)	26	26	27	30	30	32	45	46	52	55	56	60
Biomasa (Kg/m^2)	4.8	4.7	4.5	4.7	4.7	4.4	5.8	5.7	5.4	5.3	5.1	4.9

ZA: Zona Alta; ZM: Zona Media; ZB: Zona Baja

Los resultados de la Tabla 8, conducen a afirmar que la capacidad de carga para el monocultivo pasto *Lolium hybridum*, para el mes de mayo se tuvo una producción promedio de biomasa verde de 49875Kg/FV, la cual permite alimentar 17 vacas de producción por día. Para el mes de agosto con una producción de biomasa de 54125Kg/FV, se pueden alimentar 12 vacas por día.

El periodo de recuperación (días), para la pradera en mezcla de gramíneas presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre épocas, pero no se observaron diferencias ($P > 0.05$) por zonas. Por otro lado, la producción de biomasa reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) por zona, más no por época ($P > 0.05$) (Anexo 3).

La producción de biomasa que presentó en la pradera en mezcla de pastos *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* para mayo de 34650 Kg/FV se pueden alimentar 17 vacas de producción. Sin embargo, para el mes de agosto la producción de biomasa fue de 34155Kg/FV, con la cual se pueden alimentar 14 vacas por día.

Los resultados anteriores, indican que tanto en el lote de monocultivo pasto *Lolium hybridum* como en el lote en mezcla de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* en la época mayo (lluviosa), tuvieron una mayor producción de biomasa y por tanto se puede incrementar la carga animal. En época seca (agosto), hubo una disminución leve de la producción de pasto, como consecuencia del buen manejo de las praderas.

De acuerdo con Jojoa y Silva (2009); Beltrán y Benavides, (2009) y Burbano y Cadena, (2009), en investigaciones realizadas en el Trópico Alto de Nariño, la producción de biomasa está directamente relacionada con las propiedades químicas y físicas del suelo, ya que la interacción entre las mismas benefician el crecimiento y desarrollo de la planta.

Otros factores determinantes, fueron los relacionados con la precipitación pluvial y la humedad de los suelos, la cual estuvo influenciada por la provisión de riego en la finca. Todos estos componentes, permitieron mantener la similitud del periodo de recuperación y por ende la disponibilidad de biomasa verde durante los dos periodos.

El análisis estadístico del monocultivo *Lolium hybridum*, reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) por zona para las variables productivas proteína, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg) y Nutrientes Digestibles Totales (NDT). No obstante, no se presentó ($P > 0.05$) por época de muestreo para las mismas variables (Anexo 4).

El contenido de proteína (Tabla 9) fue menor en la zona baja (24.5%); mientras que en la zona media y alta fueron de 26.2% y 25.01%, respectivamente. Estos resultados indican que el mayor contenido proteico del pasto, se obtuvo en la zona media. Por otro lado, estos contenidos nutricionales, pudieron estar condicionados por la continua utilización de biofertilizantes en la finca. Además, de otros factores como la similitud de las propiedades físicas y químicas del suelo, las cuales permiten mantener la composición nutritiva del pasto.

Tabla 9. Análisis bromatológico del monocultivo pasto *Lolium hybridum* y pradera en mezcla de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* (%BS).

Variable %	<i>Lolium hybridum</i>			<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>		
	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB
MS	17.5	18.3	19.1	17.7	17.6	18.2
Proteína	25.01	26.2	24.5	22.8	23.4	21.4
FDN	50.2	51.1	50.5	57.6	57.8	54.8
FDA	25.3	25.4	24.7	26.5	26.2	26.5
Calcio	0.21	0.26	0.19	0.58	0.63	0.51
Fósforo	0.30	0.29	0.32	0.33	0.30	0.34
Magnesio	0.13	0.16	0.14	0.24	0.26	0.24
NDT	64.0	66.0	64.0	62.0	63.0	60.0

ZA: Zona Alta; ZM: Zona Media; ZB: Zona Baja

Los bajos valores de FDA se traducen en un alto contenido de hemicelulosa, carbohidrato de mayor solubilidad y fuente energética fácilmente aprovechable. Estos resultados, son el reflejo de la edad de corte, la fertilidad del suelo, la distribución uniforme de las lluvias principalmente. Al respecto, Bernal (2003) afirma que los porcentajes de FDA y FDN, pueden variar significativamente de acuerdo con la época de corte, estación del año, fertilización y las condiciones físicas y químicas que le proveen los suelos al pasto.

El contenido de minerales fue similar ($P>0.05$) en las tres zonas, notándose una relación 1:1 entre Ca y P, que implica un manejo cuidadoso en la provisión de este pasto, en especial si este se suministra a animales con altas producciones. Esta relación negativa no permitirá el normal crecimiento y mantenimiento del tejido esquelético, la actividad muscular y nerviosa, la coagulación sanguínea y la síntesis de la leche (Castro *et al.* 2008, Weiss, 2000b).

McDowell *et al.*, (1997) afirman que el contenido mineral de las plantas varía según la fertilidad del suelo, el clima, la especie de la planta, su estado de madurez, rendimiento y manejo.

Según la NRC (1989) y Sánchez (2000), los requerimientos de magnesio para las vacas lactantes oscilan entre 0.18% y 0.21%. Por lo tanto, los resultados obtenidos por zona resultan bajos, lo que implica que pueden presentarse hipomagnesemia o tetania.

Finalmente los valores promedio de energía, indican que el valor más alto fue el de la zona media (66 % de NDT). No obstante, valores inferiores se observaron en la zona alta y baja, lo que conlleva a sugerir que los animales de alta producción deban suplementarse energéticamente cuando sea este el alimento base de su dieta.

El análisis bromatológico de la pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*, reveló diferencias altamente significativas ($P<0.05$) para las variables proteína, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg) y Nutrientes Digestibles Totales (NDT), cuando se analizó cada variable por zona. No se presentaron diferencias ($P>0.05$) por época de muestreo para las mismas variables (Anexo 4).

En la Tabla 9, los niveles de proteína encontrados en la zona alta, media y baja 22.8, 23.4 y 21.4, respectivamente. Para los pastos *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp* se consideran normales y pueden obedecer a la edad en que fue cortado el pasto y al manejo dado al cultivo en la finca. Esto permite que sea más palatable para el ganado (Rodas, 2007).

Al respecto, Pirela (2005) sostiene que el contenido proteico en gramíneas tropicales es relativamente alto en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración. Esta afirmación la confirman estudios realizados en el departamento de Nariño por Beltrán y Benavides, 2009; Burbano y Cadena, 2009; Tapia y Rivera, 2010.

Los valores obtenidos de FDN en las tres zonas (Tabla 9), demuestran que este componente se encuentra dentro de los parámetros normales (Bernal, 2003).

Los resultados bajos de FDA en las tres zonas de estudio, repercutieron en un alto contenido de hemicelulosa, carbohidrato de alta solubilidad y fuente de fibra aprovechable. Estos resultados se debieron probablemente a la edad de corte y a la fertilidad del suelo (Molina *et al.* 1982).

Respecto a los minerales como el Calcio (Ca), presentó un rango menor en la zona baja; mientras que en la zona alta y media fueron mayores. El P registró valores similares, excepto en la zona media, donde fue menor. Sin embargo, la relación Ca:P, se considera apropiada para vacas en producción. Además, estos resultados son producto de la mineralización de la materia orgánica (Sánchez, 2007). Los contenidos de Mg, fueron equivalentes, es decir este mineral se encuentra en cantidad favorable para las vacas en pastoreo.

Los Nutrientes Digestibles Totales (NDT) se consideran medios. Resultados que pudieron deberse principalmente a los contenidos de nitrógeno en los suelos que le permitió a la planta tener mejor reservas energéticas (Benítez, 1983; Estrada, 2001). Por lo tanto, esta mezcla de pastos puede cubrir de manera satisfactoria los requerimientos en vacas lecheras.

6.3 Componente animal.

En la Tabla 10, se puede observar que el nitrógeno ureico en sangre (BUN) resultó diferente ($P < 0.05$) entre lotes de estudio; mientras que no fue significativo ($P > 0.05$) cuando se analizó entre épocas. La hemoglobina tuvo un comportamiento similar al BUN. Los análisis estadísticos no mostraron diferencias ($P > 0.05$) para las variables hematocrito, proteínas totales y cuerpos cetónicos (Anexo 5).

Los valores medios de hematocrito (Tabla 10), coinciden con los valores normales reportados en la literatura por Wittwer *et al.*, (1993), González (2000a), Ceballos *et al.*, (2004) Zambrano y Márquez (2009).

Tabla 10. Perfiles metabólicos en época lluviosa y seca del monocultivo pasto *Lolium hybridum* y de la pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp.*

Variable	<i>Lolium hybridum</i>	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp</i>
Hematocrito %	36.94	34.42
Hemoglobina g/dl	11.80***	12.56
Proteínas Totales g/dl	7.17	7.95
BUN mg/dl	17.10***	16.98
Cuerpos cetónicos (presencia- ausencia)	Ausencia	Ausencia
Producción leche (l)	5675	5878
Grasa %	3.15	3.21
Proteína %	3.18	3.15

La hemoglobina, se mantuvo en rangos normales y semejantes con los reportados en bovinos lecheros (Andrade *et al.* 1998). La concentración de hemoglobina es indicador del balance proteico de la ración en vacas en pastoreo y suplementadas (Payne y Payne, 1987; Ceballos *et al.* 2002). En cuanto a las proteínas totales, en promedio se obtuvo 7.17 g/dl que resulta normal. Esto obedece principalmente al aumento en la concentración de globulinas, ya que éstas son su principal fuente de variación (Kaneko *et al.* 1997).

Los niveles de nitrógeno ureico (BUN) fueron normales según Kaneko *et al.*, (1997). Dichos niveles tienden a estar relacionados con los contenidos de proteínas totales y son un indicador positivo que muestra la relación que existe con el metabolismo energético del animal.

La ausencia de cuerpos cetónicos, es un síntoma claro en animales sanos, sin síntomas de cetosis, la cual es provocada por sobrealimentación con granos o silos en vacas en el periodo seco, también alimentación inadecuada después del parto, deficiencia de energía y sobre suministro de proteínas (Bouda *et al.* 1997).

Finalmente, se puede concluir que existe un excelente aporte nutricional de los pastos *Lolium hybridum*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*, lo cual favorece notablemente a que el perfil nutricional de las vacas en producción sea satisfactorio.

El análisis de varianza para las variables producción de leche, porcentaje de grasa y proteína, tanto entre lotes como en épocas no fueron significativos ($P>0.05$) (Anexo 5).

Tabla 11. Variables productivas en época lluviosa y seca del monocultivo pasto *Lolium hybridum* y de la pradera en mezclas de *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*.

Variable	<i>Lolium hybridum</i>	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp</i>
Producción leche (l)	5675	5878
Grasa %	3.15	3.21
Proteína %	3.18	3.15

Los resultados obtenidos de la Tabla 11, muestran que la producción de leche (l) fue mayor en la pradera en mezclas *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*. Resultados que seguramente estuvieron directamente relacionados con las condiciones físicas y químicas del lote y la calidad nutritiva que le suministra la mezcla.

En cuanto a los porcentajes de grasa y proteína, se obtuvieron rangos similares. Aunque se presentó más grasa en la leche, cuando los animales se alimentaron con la mezcla de pastos. No obstante, el contenido de proteína fue mayor, cuando los animales consumieron el pasto *Lolium hybridum*.

Estos resultados evidencian la necesidad de evaluar integralmente el sistema productivo debido a que los contenidos de proteína presentados en el pasto, hay mayor concentración de esta en la leche.

La calidad de la proteína del monocultivo del pasto *Lolium hybridum*, son el resultado del mejoramiento genético al que ha sido sometido este pasto. Por esta razón, cuando los animales fueron alimentados con este pasto, presentaron mayores niveles de proteína en la leche. Por otro lado, el contenido de proteína de la pradera en mezclas, fue el resultado del análisis de cada uno de los pastos que la componen, es decir cada especie aporta un tipo diferente de aminoácidos.

Otro factor que quizá tuvo gran participación en los resultados observados, es la genética condición de los animales, especialmente la relacionada con los genotipos de las proteínas del lactosuero. En esta investigación los animales en su mayoría poseían el genotipo AB para la α -lactoalbúmina (α -LA) y BB para la β -lactoglobulina (β -LG). Pues como se sabe, los animales con estas características genéticas presentarán valores intermedios de producción de leche, grasa y proteína.

Cuando los animales presentan el genotipo BB para la β -LG, indica que la leche producida por estos animales, posee altos contenidos de proteína, la cual favorece la coagulación y por ende mejora los rendimientos industriales en la producción de queso (Imafidon *et al.* 1991; Ng-Kwai-Hang *et al.* 1984).

6.4 Correlaciones entre las variables del suelo, la planta y el animal.

En la Tabla 12, se presentan las correlaciones más relevantes, correspondientes a las variables suelo-planta-animal.

Tabla 12. Correlaciones variables suelo – planta – animal.

	Proteína del pasto%	Hematocrito %	Hemoglobina (g/dl)	Proteínas totales (g/dl)	pH	MO %	P (ppm)	K (cmol/K g ⁻¹)	Periodo Recuperación (días)	Biomasa (Kg/m ²)
Proteína del pasto %										
Hematocrito %	0.9958									
Hemoglobina (g/dl)	0.3989	0.0104								
Proteínas totales (g/dl)	0.2361	0.0531	0.0208							
pH	0.0035	0.9926	0.2590	0.0764						
MO %	0.0013	0.3197	0.1423	0.226	0.0012					
P (ppm)	0.7536	0.1576	0.3482	0.211	0.7596	0.4774				
K (cmol/Kg ⁻¹)	0.0005	0.0991	0.0427	0.521	0.0010	0.0001	0.1039			
Periodo Recuperación (días)	1.0000	0.5118	0.7424	0.8898	0.5870	0.9731	0.1309	0.6993		
Biomasa (Kg/m ²)				0.9377	0.6251	0.9694	0.1000	0.7071	0.0031	

Tal como se aprecia en la Tabla 12, la proteína del pasto tuvo correlación positiva con el contenido de materia orgánica (MO) y potasio (K) de los suelos en estudio. Estos resultados, permiten afirmar que a mayor contenido de MO en los suelos, se obtiene mejor valor nutritivo en los pastos, pues como se sabe, el contenido de MO está condicionado por los niveles de acidez en los suelos, por ello a mayor acidez, mejores serán los porcentajes de MO (Bernal, 1994; Burbano y Cadena, 2009; Tapia y Rivera, 2010). Por otro lado, la correlación entre MO y K, permitió que la planta asimile mejor forma este mineral, ya que a menor pH existe mejor disponibilidad del elemento, el cual es indispensable para el adecuado desarrollo vegetativo y calidad nutritiva del pasto (Estrada, 2001).

La correlación positiva del periodo de recuperación y la producción de biomasa, favorece la mayor producción de forraje verde en menos tiempo. A estos resultados también contribuyó el riego suministrado a los pastos, durante los periodos secos del año.

La correlación de hematocrito y hemoglobina, permite afirmar que el estado de salud de los animales fue bueno y en ello estriba gran parte del éxito de una actividad pecuaria. Además, guarda una relación directa con proteínas totales, siendo un buen indicador de la calidad proteica de pasto. Además, este criterio permitió mayor contenido de proteína en la leche (Bouda y Jagos, 1991 y Campos *et al.* 2004).

7. CONCLUSIONES

- Los perfiles metabólicos, permitieron constatar un excelente aporte nutricional de los pastos *Lolium hybridum*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lannatus* y *Lolium sp*, lo cual favorece notablemente la condición alimentaria de las vacas en producción.
- La correlación positiva encontrada entre el periodo de recuperación y producción de biomasa, corrobora que la disponibilidad de agua y un suelo de buenas características químicas y físicas permiten mayores cosechas de forraje en menor tiempo y con buenas características nutritivas.
- El análisis holístico de los componentes de un sistema pecuario, es indispensable para revisar y orientar los programas de nutrición y alimentación del ganado lechero en el Trópico Alto de Nariño

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez J.L. 1999a. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Ediciones CENSA, La Habana, Cuba.
- Álvarez J.L. 1999b. Sistema integral de atención a la reproducción. Los conflictos entre la reproducción y la producción de leche. Ediciones CENSA.
- Álvarez HJ., Dichio L., Pece M.A., Cangiano C.A y Galli J.R. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. *Cien. Inv. Agr.* 33(2): 99-107.
- Amiot J. 1994. Ciencia y Tecnología de la leche. Universite Laval Quebec. Edit Acribia, España.
- Apráez E. y Moncayo O. 2000. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral.
- Apráez E y Moncayo O. 2005. Efecto del laboreo reducido y fertilización orgánico- mineral sobre las características de un andisol bajo pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoechst), En: Archivos de Zootecnia. 54: 208.
- Apráez E., Crespo G., Herrera RS. 2007. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos y mineral en el comportamiento de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechs) en el Departamento de Nariño, Colombia. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 41:1. 75-79.
- Apráez G.J., Gálvez C.A., Tapia C.E., Jojoa L., León J., Zambrano J., Zambrano H.R., Obando V. y Aux M.Y. 2012. Determinación de los factores edafoclimáticos que influyen en la producción y calidad del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condiciones de no intervención. *Livestock Research for Rural Development.* 24(3).
- Araujo-Febres O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX seminario de pastos y forrajes. 12.
- Arnalds O y Stahr K. 2004. Volcanic soil resources: occurrence, development, and properties. *Catena* Vol. 56.
- Aranda E., Mendoza G.D., García-Bojalil C y Castrejón F. 2001. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugar cane, urea and protein supplement. *Livestock Production Science* 71:201–206.
- Armenteros M. 1998. Evaluación de un desinfectante mamario post-ordeño de origen natural. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. La Habana, Cuba.

ASOHOLSTEIN. Asociación Holstein de Colombia. 2009. Disponible en la página web: <http://www.holstein.com.co/>

Baldizán A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas, Caracas, Venezuela. 288.

Barahona R.R. y Sánchez P. S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y e para aumentarla. Revista CORPOICA. 6:1.

Baranyi M., Bösze Z.S., Buchberger J., Krause I. 1993. Genetic Polymorphism of Milk Proteins in Hungarian Spotted and Hungarian Grey Cattle: A Possible New Genetic Variant of β -Lactoglobulin. Journal of Dairy Science 76:2. 630-636.

Barreto A. 1990. Botánica de las leguminosas. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana.Cuba. p.39.

Barros L. 2001. Trastornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Beguet H.A y Bavera G.A. 2001. Relación suelo - planta – animal. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.

Beeyer D.E., Rook A. J., France J., Dhanoa M.S y Gill M. 1991. A review of empirical and mechanistic models of lactational performance by the dairy cow. *Livest. Prod. Sci.*, 29, 115-130.

Beltrán R y Benavides F. 2009. Determinación de los factores climáticos y edáficos que condicionan la producción y calidad nutritiva del pasto Saboya (*Holcus lanatus*) en suelos no intervenidos de las veredas Cualapud, Arvela y Santa Rosa del municipio de Guachucal – Nariño, con altitudes entre 3050 y 3300 msnm. Pasto, Colombia. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Benítez C. 1983. Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. p. 676.

Benavides C.T. 2003. Efecto de las variantes genéticas A y B de k-caseína y β -Lactoglobulina sobre las propiedades de coagulación de la leche. Tesis Pregrado Ing Alimentos. Valdivia Chile.

Bernal, J. 1994. Pastos y forrajes tropicales. Bogotá, Colombia. Tercera edición.

Bernal E.J. 2003. Pastos y Forrajes tropicales, Producción y Manejo. Colombia: Cuarta edición. Ángel Agro, Ideagro. p.421.

Blackburn DG. 1993. Lactation: Historical patterns and potential for manipulation. J Dairy Sci 76:3195-3212

Bouda J., Gutiérrez, C.A., Salgado H.G. y Kawabata G.K. 2005. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. Disponible: <http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf>.

Bouda J., Jagos P. 1991. Acid-base disorders in farm animals. In: Metabolic Disorders and their Prevention in farm Animals. Edited by: Vrzgula, L., 248-268. Elsevier, Amsterdam.

Bouda J., Paasch M.L., Yabuta A.O. 1997. Desarrollo y empleo de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos. Vet. Méx., 28, No. 3, 189 - 195.

Burbano F y Cadena W. 2009. Determinación de las características edafoclimáticas que garantizan la producción y calidad nutritiva del pasto brasilero (*Phalaris sp*), en condiciones de no intervención, en un rango de altitud comprendida entre 3050 – 3300 m.s.n.m. en el municipio de Guachucal, departamento de Nariño.

Burbano H y Silva F. 2010. Ciencia del Suelo. Principios Básicos. p 29- 542-550.

Burbano H. 2010. Sociedad, biodiversidad, suelo y agua en la complejidad del sur. p. 237. Libro. Tendencias del pensamiento social en Nariño.

Burbano H; Blasco M y Unigarro A. 1988. Caracterización de suelos volcánicos de Nariño. Colombia con énfasis en el componente biológico. Revista Ciencias Agrícolas.10:10.

Campos A.D. 2005. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. p 46.

Calvinho L. 1995. La mastitis y su impacto en la calidad de la leche. 1995. Informe técnico INTA. No. 1:1-14

Calderón A., García F., Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Rev. MVZ Córdoba 11 (1): 725-737. Disponible en la Web www.scielo.org.co.

Campos E., Carreño E.S., González F.D. 2004. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. ORINOQUIA. 8 (002). 32-41.

Campos R. 1998. Valores de referencia para algunos metabolitos de importancia en los procesos de homeostasis del ganado lechero en el Valle del

Cauca. Trabajo de promoción docente. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 125.

Castro F.H. 1998. Fundamentos para el Conocimiento y Manejo de Suelos Agrícolas. Tunja: Instituto Universitario Juan de Castellanos. p.115, 133. 163.

Castro R.E., Mojica R.J.E., León J.M., Pabón M.L., Carulla .F.J.E., y Cárdenas R.E.A. 2008. Productividad de pasturas y producción de leche bovina bajo pastoreo de gramínea y gramínea + Lotus uliginosus en Mosquera, Cundinamarca. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 55:9-21.

Ceballos A., Villa N.A., Bohórquez A., Quiceno J., Jaramillo M. y Giraldo G. 2002. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. Rev Col Cienc Pec 15: 1.

Ceballos A., Villa NA., Betancourth TE., Roncancio DV. 2004. Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec. 17 (2): 125- 133.

Charry J. 1987. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. p. 244.

Church D.C y Pond W.G. 1998. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Limusa S. A.. p. 311

Contreras P. 2000. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: Gonzáles, F.H.; Barcellos, J.O.; Ospina, H.; Ribeiro, L.A.: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutricao e doencas nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

CORPOICA. 2001. Plan de Modernización de la Ganadería Bovina Colombiana: Resumen de resultados del componente de investigación 1996-2000, Parte I, Recursos Forrajeros.

Coulon J.B. y Pérochon L. 2000. Evolution de la production laitière au cours de la lactation: modèle de prédiction chez la vache laitière INRA Prod. Anim. 13: 349-360.

Dahl G.E., Chastain J.P y Peters, R.R. 1998. Manipulation of photoperiod to increase milk production in cattle: biological, economic and practical considerations. p. 259-265 In: *Proceedings of the Fourth International Dairy Housing Conference*, J. P. Chastai, ed., Amer. Soc. Agric. Engin., St. John's, MI.

De Lima H., Fischer V., Ribeiro M., Medina C., Schrram R y Stump W. 2001. Variacao da composicao do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite. *Arch. Latinoam. Prod. Animal.* 9(1).

Donald C. 2007. Fertilidad de suelos. México: Euned. p 16.

Duran R.F. 2003. Volvamos al Campo: Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Bogotá – Colombia: Grupo Latino Ltda. p. 74.

Durr J.W., Fontaneli R.S., Burchard J.F. 2000. Factores que afetam a composicao do leite. In: *Curso de sistemas de producao para gado de leite baseado em pastagens sob plantio direto*. Passo Fundo. Anais EMBRAPA.

Elda J., Carvajal EA y Cárdenas R. 2007. Evaluación de adaptación y productividad de una colección de variedades comerciales de ryegrass en la sabana de Bogotá (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 20:4.

Engelhardt WV y Breves G. 1998. Fisiología veterinaria. España, Editorial Acribia. 683.

Estrada A.J. 2001. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano. Manizales: Universidad de Caldas. p.3.

Faría-Mármol J. 2005. Estrategias de alimentación con pastos y cultivos forrajeros. En memorias del XII congreso Venezolano Producción e Industria Animal. AVPA-INIA-UCV, Maracay. 235-238.

Fassbender W y Bornemisza E. 1994. Química de los suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda edición. San José de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura

Fariñas S.T y Mena U.M. 2000. Calidad y rendimiento de forraje del pasto *Brachiaria brizantha* cv. La libertad cosechando a diferentes alturas y frecuencias de corte.

Fernández M.A., Martínez B.L., Paredes M.L., Quispe S.G., Pareja L.J., Moore L.J., Pérez Ch.L., Lázaro O.Ch. y Palomino C.W. 2010. Tecnología productiva de lácteos. Producción de pastos y forrajes.

Figueredo de Urrego E y Medina C.J. 1994. Prácticas agroecológicas: experiencias de campo y de laboratorio, conceptos fundamentales, aplicaciones a nivel industrial, familia y comunitario. Colombia. Fondo FEN. p 101.

Frye A. 1993. Características de los lodos fluvio-volcánicos de Armero y comportamiento de especies vegetales en ellos. *Suelos Ecuatoriales* 23 (1-2): 45-50.

Forbes J.M. 1998. Feeding behaviour. In Forbes Ed. Voluntary feed intake and diet selection in farm animal. CAB International, Oxon(UK). 11-37.

Fox D.G., Sniffen C.J., O'Connor J.D., Russell J.B y Van Soest P.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 111. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*, 70: 3578 - 3596.

Fredeen A.H. 1996. Considerations in the milk nutritional modification of milk composition. *Animal Feed Science Technology* 59:185-197.

García B. 2000. Características químicas y la fertilidad de los suelo con énfasis en el departamento de Nariño. CORPOICA. Pasto, Obonuco. p. 4, 11, 13, 15,16.

García D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis de Maestría, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba. 97.

García F.O., Picone L.I y Berardo A. 2005. Capítulo 5: Fósforo. En: Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Echeverría H.E. y García F.O. (Eds.). 99-121. INTA.

Gavilan, M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. España: Mundi-prensa. p 122.

Gola G., Negri G y Cappelletti C. 1966. Tratado de Botánica. Ed. Revolucionarias, La Habana Cuba.

González-Stagnaro C., Madrid-Bury N. y Soto B.E. 1998. Mejora de la ganadería meztiza de doble propósito. Facultad de Ciencias Veterinarias. Ediciones Universidad del Zulia, Venezuela.

González B. 1995. Manejo de gramíneas forrajeras en la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. N Madrid-Bury, E Soto-Belloso (eds). Edic. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap XII: 199-224.

González F. 2000. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: González F, Barcellos J, Ospina H, Ribeiro L (eds). Perfil Metabólico em Ruminantes, Porto Alegre: RS: UFRGS. p 31-51.

Golijow C.D., Giovambattista G., Rípoli M.V., Dulout and Lojo M.M. 1999. Genetic variability and population structure in loci related to milk production traits in native argentine creole and commercial argentine holstein cattle. *Genetics and Molecular Biology*. 22:3 395-398.

Healy, W. B. 1967. P roc. N.Z. SOCA. nim. Prod. 27, 109.

Healy, W. B. 1968. N.Z. JI ugric. Res. 11, 487

Herrera P. y Amezquita E. 1989. Efecto de la labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo. Bogotá, Colombia. Trabajo de grado (Agrólogo).

Hodgson J. 1983. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de las plantas forrajeras tropicales. En: Germoplasma forrajeros bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. O. Paladines, C, Lascano (eds) CIAT, Calí, Colombia. p33-48.

Hopkins C., Marais J.P y Goodenough D.C.W. 2002. A comparison, under controlled environmental conditions, of a *Lolium multiflorum* selection bred for high dry-matter content and non-structural carbohydrate concentration with a commercial cultivar. Grass and Forage Science. 57: 367–372.

Hurley W.L. 2000. Lactation biology. University Press, University of Illinois. Urbana – Champaign.

IGAC. 1990. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 5 edición. Bogotá Colombia.

IGAC. 2006. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá Colombia.

IGAC. 2007. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Disponible En: www.igac.gov.co

Imafidon G.I., Ng-Kwai-Hang K.F., Harwalkar V.R. y Ma C.Y. 1991. Differential scanning calorimetric study of different genetic variants of β -lactoglobulin. J. Dairy Sci. 74. 2416–2422.

Imagawa W *et al.* 1994. Control of mammary gland development. 1994. The Physiology of Lactation. 2nd edition. p 1033.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA). 1994. Banco Ganadero, Guía para producir quesos colombianos.

Ionita M., Howe D.K., Lyons E.T., Tolliver S.C., Kaplan,R.M., Mitrea I.L., Yeargan M. 2010. Use of a reverse line blot assay to survey small strongyle (Strongylida: Cyathostominae) populations in horses before and after treatment with ivermectin. 168: 332-337.

Jaramillo J. 2004. Ciencia del suelo. Motas de calase, Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería. p 69.

Jensen R.G. 1995. *Handbook of milk composition*. Academic Press, San Diego.

Jojoa L. y Silva J. 2009. Determinación de los factores edafoclimáticos que afectan la productividad del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* H) en condiciones naturales en la zona rural del municipio de Ipiales y el municipio de

Adana, Departamento de Nariño. Tesis de grado Zootecnista, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.

Kaneko J.J., Harvey J.W., Bruss M.L. 1997. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th ed, San Diego Academic Press. p 932.

Kronfeld D.S. 1894. Trastornos homeostáticos asociados con la lactancia. En: Medicina y Cirugía de los Bovinos. Gibbons, W.J. Catcott E.J. Smithcors J.F., eds. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. p. 348-349.

Kemenes P.A., Reginato L.C.A., Rosa A.J., Parker I.U., Razook G.A., Figueredo L.A. 1999. K-casein, b-lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in Nelore, Gyr, Guzará, Caracu, Charolais, Canchin and Santa Gertrudis cattle. *Gen Mol Biol.*22:539-541.

Lascano C.E. 1996. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. In: Pizarro, E.A. and Coradin, L. (eds.). Potencial del genero *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo realizado el 19 y 20 de Julio de 1995, Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo no. 158. 118 p.

Lascano C y Pizarro E. 1984. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 267.

Lara M.A., Gama L.T., Bufarah G., Sereno J.R., Celegato E.M y de Abreu U.P. 2002. Genetic polymorphism at the Casein locus in Panteneiro cattle. *Arch. Zootec.* 51: 99-105.

León J y Zambrano D. 2008. Determinación de los factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoeschst) en condiciones de no intervención en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis de grado Zootecnista, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. p 25.

López M., Hernández V., Estrada L. 1999. Correlación entre haplotipos para la K-caseína y características de producción láctea en Bovinos Holstein. En: *Rev. Col. Biotec.* 2:2. p.16-20.

López E., Ortiz, J., Salas S. 2009. Estudio de perfiles metabólicos de vacas lecheras en tres etapas de producción, en dos fincas con diferentes sistemas de fertilización de praderas en el municipio de Guachucal departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Especialización en salud y producción sostenible del ható lechero. Pasto. Colombia. p. 21;26;29;38;41;43.

Lora R. 1998. Las propiedades químicas y físicas del suelo. En: Encuentro nacional de Labranza de Conservación. Villavicencio, Meta. p 15-39

Mackle T.R., Bryant A.M., Petch S.F., Hill J.P y Auldish M.J. 1999. Nutritional Influences on the Composition of Milk from Cows of Different Protein phenotypes in New Zealand *J. Dairy Sci.* 82:172-180.

Malagón C.D. 1998. El recurso suelo en Colombia - Inventario y problemática. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. XXII. No. 82:13-52. Santafé de Bogotá.

Medrano J.F. 1992. Mejoramiento de la calidad de la leche. Mundo Ganadero. 3(12): 25-30. Disponible en la Web www.censa.edu.cu

Mera R y Ruales H 2007 Evaluación de la adaptación del trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) asociado con Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de reproducción y diferentes densidades de siembra en el municipio Pasto- Nariño. Tesis de grado Zootecnista, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. Pasto. p37.

Mercier J.C y Vilotte J.L. 1993. Structure and function of milk protein genes. J. Dairy Sci. 76:3079-3098.

Mila A. 2001. Suelos, pastos y forrajes: Producción y manejo. Bogotá: UNISUR. p.88.

Miller L.A., Moorby J.M., Davies D.R., Humphreys M.O., Scollan N.D., MacRae, J.C y Theodorou M.K. 2001. Increased Concentration of Water-Soluble Carbohydrate in Perennial Ryegrass (*Lolium Perenne L.*): Milk Production from Late-Lactation Dairy Cows. Grass and Forage Science, 56: 383-394.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2008. Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente. Consolidado Agropecuario. Disponible En: www.minagricultura.gov.co/

Molina C *et al.* 1892. Avances de la investigación en pastizales en las zonas altas de los Andes. Mérida.

Montaldo H y Meza C. 1998. Use of molecular markers and major genes in the genetic improvement of livestock. Electronic Journal of Biotechnology. 1 (2): 1-7. Disponible En: www.ejb.org.

Murgueito E y Calle Z. 2005. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Disponible En: <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGAP/FRG/AGROFOR1/Murguei3.htm>

Muller L.D. 1992. Feeding management strategies. In: Large Dairy Herd Management. Van Horn, H.H. Wilcox C.J., eds. American Dairy Science Association. Champaign, IL. USA. p. 326-335.

Nanzyo M., Shoji, S. y Dahlgren, R., 1993. Volcanic Ash Soils: genesis, properties and utilisation. Developments in Soil Science N 21. Elsevier, Amsterdam, 288 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. National Academy Press. Washington, D. C. p 157.

Ng-Kwai-Hang K.F., Moxley J.F. y Monardes H.G. 1984. Association of genetic variants of Casein and milk serum proteins with milk, and protein production by dairy cattle. *J. Dairy Sci.* Vol. 67. 835-840.

Oldaham J.D. 1991. Magnitud and implication of changes in milk composition through manipulation of nutrition, management and physiology. International Dairy Congress, pág. 714-721.

Osborne D.R y Voogt P. 1986. Análisis de los nutrientes de los alimentos. 258 p. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España

Osorio D y Roldan J. 2003. Volvamos al campo. Cultivo de pastos y forrajes. Bogotá D.C. Grupo Latino LTDA

Palmquist D.L., Beaulieu A.D y Barbrano D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76:1753-1771.

Parra M.A. 2003. Los suelos y la fertilización del olivar cultivado en zonas calcáreas. Andalucía: Mundiprensa. p. 45.

Payne J.M., Sally M.R., Manston R., Kaulks M. 1970. The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.* 87:150.

Payne JM, Payne S. 1987. The metabolic profile test. Oxford University Press. p 179.

Payne L.D. 2004. Chemical constituents of Erythrina: historial perpesctive and future prospects. Paia, USA. Nitrogen fixing Tres Association. p. 314-321.

Pérez L., Anrique R., González H. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. *Agricultura Técnica Chile.* 67(1):p. 39-48.

Perez J.R. 2001. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: *Uso do leite para monitorar a nutricao e o metabolismo de vacas leiteiras.* Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Pérez L., Anrique R., González H. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. *Agricultura Técnica Chile.* 67(1):p. 39-48

Pérochon L., Coulon J.B. y Lescourret F. 1996. Modelling lactation curves of dairy cows with emphasis on individual variability. *Anim. Sci.*, 63, 189-200.

Pocknee B. 1998. Quality milk production - meeting the challenge. Proceedings of the british mastitis conference. Institute of animal health. 97–98.

Ponce P., Hernández, R., Capdevila J., Zaldivar V. y Figueredo J. 2000. Diagnóstico y corrección de alteraciones en el contenido de sólidos en la leche asociados a trastornos metabólicos – ruminales de la vaca lechera. Informe Final de Proyecto. CENSA.

Postiglioni A.G., Rincón L., Kelly S., Llambí G., Fernández M., Angelo G., Gagliardi J., Trujillo de Bethencourt K., Guevara A., Castellano y Arruga M.V. 2002. Biodiversidad genética en bovinos criollos del Uruguay. Análisis con marcadores moleculares. En: Arch. Zootec. 51. p.195-202.

Programa de Mejoramiento Genético. 2009. Convenio Universidad de Nariño, Colácteos y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Web: <http://promegalac.udenar.edu.co>

Rajala-Schultz, P.J *et al.* 1999. Effects of Clinical Mastitis on Milk Yield in Dairy Cows. 1999. *J. Dairy Sci.* 82:1213-1220.

Rearte D. 1993. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Gráfica Lambertini, Argentina.

Requena F.D. y Agüera E.I. 2007. Genética de la caseína de la leche en el bovino Frisón (Milk of casein of genetic in the Frison bovine). Volumen VIII, N° 1: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010107/010702.pdf>

Rivera J e Insuasty E. 2008. Tecnología de leche. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. Primera edición.

Rodas A. 2007. Producción Verde – Especies forrajeras de clima frío. En: Seminario de Gestión de Empresas Ganaderas. (1º: 2007 Pasto). Memorias del I Seminario de Gestión de Empresas Ganaderas. Pasto: Universidad de Nariño. p. 58.

Rodríguez A V. 1990. Producción, reproducción y productividad del ganado holstein en el estado de Nueva Jersey, Estados Unidos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias Caracas, Venezuela.

Rojas C.R. 2011. La enemiga de la pradera. Revista Infortambo Andina. N° 29. p. 22-24.

Romney D.L. y Gill M. 2000. Intake of Forages. En: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford y H.M. Omed (editors) *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, CAB International. p 43-62.

Ruiz-Figueroa F. 1995. Estrategias en la planeación del manejo de los recursos del suelo para una agricultura sostenible. En: Manejo de suelos arcillosos para una agricultura sustentable. Diversidad Autónoma Chapingo. p 25-33.

Salamanca S.R. 1986. Pastos y Forrajes Producción y Manejo. Bogotá – Colombia: Universidad Santo Tomás. p 124 – 125.

Salamanca, citado por Apráez, J *et al.*, 1999. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoeschts) a diferentes niveles de fertilización nitrogenada orgánica y/o mineral. Revista de Ciencias Agrícolas. Vol 16(1-2).Universidad de Nariño

Sánchez J.M. 2000. Hipomagnesemia. Un Desbalance Metabólico Subestimado en Nuestros Hatos de Ganado Lechero. Aceptado para su publicación en la Revista Nutrición Animal Tropical.

Sánchez J.M. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, Venezuela.

Smith K.L. 1996. El consejo Nacional de Mastitis y el futuro del control de mastitis y la producción de leche de calidad. Memorias del Congreso Regional del Consejo Nacional de Mastitis de Estados Unidos de América. Orlando, Colorado.

Silva P.J.V. 1986. Manejo y registro de praderas de clima frío. En: Seminario nacional de ganado de leche, “Producción de ganado lechero en zonas frías”. ICA. Pasto, Nariño, Colombia. 243-248.

Silva M.F. 1991. Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Sociedad colombiana de Ciencia del Suelo. 1991. p 99-127

Six J., Paustian, K., Elliott, E. T. y Combrink, C., 2000. Soil and water management and Cconservation. Soil Science Society of America Journal, 64: 681–689.

SOIL SURVEY STAFF (SSS). 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Second edition. USDA. Washington. p. 871.

Solarte P.C., Erazo C.M., Rosero G.C. y Zambrano B.G. 2012. Proteína de la Leche Bovina ¿Genética o nutrición?. Genética Bovina Colombiana.

Soriano S.M y Pons M.V. 2004. Prácticas de edafología y climatología. México D. F: Alfaomega Grupo Editor. p 33, 35, 38.

Solarte C y Zambrano G. 2012. Characterization and genetic evaluation of Holstein cattle in Nariño, Colombia. Rev Colomb Cienc Pecu. 25:539-547.

Strandberg E y Lundberg C.A. 1991. Note on the estimation of environmental effects on lactation curves. *Anim. Prod.*, 53, 399-402

Weiss W.P. 2000b. Update on Mineral Requirements for Dairy Cattle. IN: Curso de Nutrición de Ganado Lechero. Balsa, Atenas. Costa Rica. p 1-10.

Tapia C.E. y Rivera C.C. 2010. Determinación de los factores climáticos y edáficos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoeschst) en condiciones de no intervención en el municipio de Guachucal, departamento de Nariño. Pasto - Colombia. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Thompson L. 1988. Los suelos y su fertilidad. 4ª edición, Texas: Reverté. p. 80.

Torres A. 2007. Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*, III (1): 14-16.

Torres A. 2007. Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*, III (1): 14-16.

Torrente A. 2003. Características físicas e hidrodinámica de suelos con alta saturación de magnesio en el Valle del Río Cauca-Colombia. Tesis doctorado en Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. p. 234

Uffo. O y Martínez S. 2002. Amplificación por PCR de los genes que codifican para Alfa-Lactoalbúmina, la Beta-Lactoglobulina y la K-caseína de una vaca alta productora de leche y dos de sus descendientes e identificación de las variantes alélicas por RFLP. *Rev salud animal*. 24:22-26. Disponible En: www.scielo.org.co.

Uffo O., Burriel M., Martínez, S., Ronda R., Osta R., Rodellar C y Ragoza P. 2006. Caracterización genética de seis proteínas lácteas en tres razas bovinas cubanas. *AGRI* 39: 15-24. 2006.

Unigarro S.A., Insuasty B.R. y Chaves J.G. 2009. Manual de prácticas de laboratorios suelos generales. P.25-105.

Urbano P. 1992. Tratado de Fitotecnia General. Zaragoza: Mundi-prensa. p. 544.

USDA. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Servicio cons. Recursos Naturales. 10ª Edición. Trad. Carlos A. Ortiz – Solorio y Ma. Del Carmen Gutiérrez – Castorena.

Valenzuela I. 2002. Evaluación del agua gravitacional y caracterización de compuestos solubles de magnesio en algunos suelos del valle del Río Cauca. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en suelos. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. p. 174.

Viloria J. 2007. Economía del Departamento de Nariño: ruralidad y aislamiento geográfico. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena Colombia. p. 87.

Wada K. 1985. The distinctive properties of Andosols. *Advances in Soil Science*, 2: 174–223.

White S.L., Benson G.A., Washburn S.P y Green J.T. 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci* .85(1):95-104.

Wilde C.J y Hurley W.L. 1996. Animal models for the study of milk secretion. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 1:123-134.

Wittwer F.H., Contreras P.A., Bohmwald H. 1993. Valores bioquímicos clínicos.

Zambrano W y Marques A. 2009. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. *Zootec Trop*. 27(4): 475-488.

Zambrano, B.G.L., Eraso, C.Y.M., Solarte, P.C.E. y Rosero, G.C.Y. 2010. Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 23: 422-428.

ANEXO 1

Análisis de varianza de algunas variables químicas (pH, MO, P, K, Ca, Mg, CIC) por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco Pasto.

Variables	Probabilidad por zona				Probabilidad por época			
	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM
pH	0.00005**	0.26503	0.93	0.57143	0.00005**	0.00027	0.93	0.0001
MO%	0.00005**	20.4649	0.935	7.16363	0.00005**	0.00444	0.91	0.0144
P(mg/Kg)	0.161	0.03748	0.714	0.01823	0.185	0.00139	0.10	0.05856
K(meq/100g)	0.00005**	1.73234	0.934	4.47514	0.00005**	0.00187	0.86	0.00321
Ca(meq/100g)	0.00005**	192.18	0.923	34.4683	0.00005**	0.02054	0.98	0.00284
Mg(meq/100g)	0.00005**	98.6755	0.952	0.49684	0.00005**	0.00017	0.98	0.00284
CIC(meq/100g)	0.00005**	543.533	0.950	50.899	0.00005**	0.01284	0.97	0.02667

ANEXO 2

Análisis de varianza de algunas variables físicas (Da, Dr y porosidad) por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco Pasto.

Variables	Probabilidad entre zonas				Probabilidad entre épocas			
	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM
Da(g/cc)	0.014**	0.00417	0.87	0.0001	0.65	0.00021	0.90	0.00001
Dr(g/cc)	0.17	0.04594	0.80	0.0091	0.21	0.04134	0.0025**	0.3364
Porosidad%	0.73	2.17604	0.40	8.20029	0.52	2.73903	0.0005**	97.4827

ANEXO 3

Análisis de varianza de las características productivas por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco Pasto.

Variables	Probabilidad entre zonas				Probabilidad entre épocas			
	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM
Periodo de recuperación (días)	0.0112**	248.0	0.1918	18.0	0.00005**	1568.0	0.00005**	338.0
Biomasa (Kg/m ²)	0.0049**	0.98	0.00005**	0.62	0.00005**	5.12	0.1541	0.08

ANEXO 4

Análisis de varianza de las variables productivas por época y zona de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco Pasto.

Variables	Probabilidad entre zonas				Probabilidad entre épocas			
	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM	<i>Lolium hybridum</i>	CM	<i>Dactylis glomerata, Holcus lannatus y Lolium sp</i>	CM
Proteína	0.0005**	12.1224	0.0005**	9.1324	0.342	0.5372	0.440	0.3361
FDN	0.0005**	2.432	0.0005**	2.52	0.312	0.14823	0.561	0.24813
FDA	0.0005**	1.56	0.0005**	1.72	0.410	0.10117	0.610	0.12122
Ca	0.0005**	0.0143	0.0005**	0.0156	0.340	0.10117	0.112	0.13137
P	0.0005**	0.0032	0.0005**	0.0028	0.231	0.00016	0.113	0.00024
Mg	0.0005**	0.0032	0.0005**	0.0028	0.123	0.00016	0.212	0.00036
NDT	0.0005**	17.50	0.0005**	16.0	0.361	0.94117	0.312	0.82116

ANEXO 5

Análisis de varianza de los perfiles metabólicos de sangre, leche y orina por época y lotes de muestreo, en la zona alta andina de Catambuco Pasto.

Variables	Probabilidad entre lotes <i>Lolium hybridum</i> <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Holcus lannatus</i> y <i>Lolium sp</i>	CM	Probabilidad entre épocas	CM
Hematocrito %	0.307	49,0	0.167	46.9967
Hemoglobina	0.012**	20.6722	0.564	3.61141
Proteínas Totales	0.898	0.01604	0.752	0.96587
BUN %	0.043**	9.56871	0.451	2.45064
Producción leche	0.9275	540145	0.645	52884.1
Grasa %	0.309	0.05137	0.242	0.08825
Proteína %	0.640	0.00587	0.234	0.02661