

**VALORACIÓN PRODUCTIVA DE LAS ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS,
SABOYA (*Holcus lanatus*), AZUL ORCHORO (*Dactylis glomerata*), Y
LEGUMINOSAS TRÉBOL ROJO (*Trifolium pratense*), TRÉBOL BLANCO
(*Trifolium repens*), Y TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus*), EN
LA GRANJA CHIMANGUAL UNIVERSIDAD DE NARIÑO.**

**ALEXIS CRISTIAN ALVEAR GUERRERO.
NURY PATRICIA DÍAZ PUPIALES.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2011**

**VALORACIÓN PRODUCTIVA DE LAS ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS,
SABOYA (*Holcus lanatus*), AZUL ORCHORO (*Dactylis glomerata*), Y
LEGUMINOSAS TRÉBOL ROJO (*Trifolium pratense*), TRÉBOL BLANCO
(*Trifolium repens*), Y TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus*), EN
LA GRANJA CHIMANGUAL UNIVERSIDAD DE NARIÑO.**

**ALEXIS CRISTIAN ALVEAR GUERRERO.
NURY PATRICIA DÍAZ PUPIALES.**

*Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnistas.*

*Presidente
EDMUNDO APRÁEZ G.
Zootecnista M.Sc, Ph.D*

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2011**

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

Artículo 1 del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966 , emanada del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO. Zoot. M. Sc, Ph.D.
Presidente

HERNÁN OJEDA JURADO Zoot. Esp.
Jurado delegado

EFRÉN INSUASTY SANTACRUZ Zoot. Esp.
Jurado

San Juan de Pasto, marzo de 2011

DEDICATORIA

DE NURY PATRICIA:

Este trabajo intenso, grato y muchas veces difícil; se lo dedico a Dios, a mis padres Aura y Guillermo seres a quien admiro, por concederme el milagro de la vida y colmarme de enseñanzas.

A mis hermanas, Dary, Adriana, Edith, y Angélica, por su apoyo incondicional.

A mis sobrinos: Loren, Alex, Miguel, Santy, y Sahara por brindarme su cariño y ser fuente de inspiración.

A mi novio Jhon Fredy por llegar a mi vida y entregarme su amor y apoyo en la construcción de este triunfo.

A todos aquellos que han intervenido directa o indirectamente en su culminación.

Porque aunque muchas veces me cuestionaron nunca dejaron de creer en mí, porque al hacerlo me dejaron el mejor aliento frente a la adversidad. Muchas veces me encontré frente a esta disyuntiva: ¿Qué hacer? Algo. Cualquier cosa. Excepto quedarme sentada. Si me equivocaba, comenzar de nuevo. Probar otra cosa. Pero si esperaba hasta estar satisfecha y tener todas las certezas, pudo ser demasiado tarde.

DE CRISTIAN:

A la memoria de mi padre, José Arístides Alvear Caicedo, un gran cultor de las letras quien me inculcó principios y valores para afrontar los desafíos de la vida.

A mi madre, Flor Alba Guerrero de Alvear, por su constante ejemplo de amor, paciencia, ternura y motivación para seguir adelante.

A mis hermanos, Elsa, Consuelo, Haydee, Vladimir, Martin. Por su apoyo incondicional, sus valiosos consejos y por ser un ejemplo de vida a seguir.

A mis sobrinos por brindarme gratos momentos de alegría.

A mi novia Carolina Yopez Castro, por darme su amor y apoyo en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Es nuestro deseo expresar de una manera especial nuestros sinceros agradecimientos a:

EDMUNDO APRÁEZ G. Zootecnista. M. Sc, Ph.D.

HERNÁN OJEDA JURADO. Zootecnista. Esp.

EFRÉN GUILLERMO INSUASTY S. Zootecnista. Esp.

ARTURO GALVEZ CERÓN. Zootecnista. M.Sc.

LUIS CARLOS RUALES D. Zootecnista. Esp.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA. Zootecnista. Esp.

SANDRA ESPINOSA M. Tec. Química lab. Bromatología.

HUGO BASTIDAS RUALES. Lic. Especialista.

TRABAJADORES GRANJA CHIMANGUAL UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

Programa de Zootecnia, Departamento de Producción y Procesamiento Animal,
Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.
Colombia.

Todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la realización y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	25
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
3. OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVO GENERAL	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4. MARCO TEÓRICO	29
4.1 PRODUCTIVIDAD LECHERA EN COLOMBIA	29
4.1.1 Productividad lechera en Nariño	30
4.2 PASTOS Y FORRAJES	31
4.2.1 Importancia de las gramíneas asociadas con leguminosas	31
4.2.2 Praderas asociadas para clima frío	32
4.2.3 Importancia de la fijación de Nitrógeno	35
4.2.4 Importancia de <i>L. corniculatus</i> como leguminosa promisoría en ecosistemas del trópico de altura	37
4.2.5 Importancia de las asociaciones gramíneas y leguminosas en un sistema Silvopastoril de clima frío.	37
4.2.6 Leguminosas en bancos de proteína	38
4.3 GENERALIDADES DEL PASTO SABOYA (<i>Holcus lanatus</i>)	39
4.3.1 Descripción	39
4.3.2 Origen y adaptación	39

4.3.3 Siembra	39
4.3.4 Uso	40
4.3.5 Manejo	40
4.3.6 Aptitudes	40
4.3.7 Producción de forraje	40
4.3.8 Calidad de forraje	40
4.4 GENERALIDADES DEL PASTO AZUL ORCHORO (<i>Dactylis glomerata</i>)	41
4.4.1 Origen y adaptación	41
4.4.2 Siembra	41
4.4.3 Usos	41
4.4.4 Manejo	41
4.4.5 Producción de forraje	42
4.5 GENERALIDADES DEL TRÉBOL PATA DE PÁJARO (<i>Lotus corniculatus</i>)	42
4.5.1 Origen y distribución	42
4.5.2 Usos	42
4.5.3 Calidad Nutricional del <i>Lotus</i>	43
4.5.4 Producción de forraje del <i>L. corniculatus</i>	43
4.6 GENERALIDADES DEL TRÉBOL ROJO (<i>Trifolium pratense</i>)	44
4.6.1 Origen y adaptación	44
4.6.2 Siembra	44
4.6.3 Manejo	44

4.6.4 Producción de forraje	44
4.6.5 Hábito de crecimiento	44
4.6.6 Usos	45
4.6.7 Calidad del forraje	45
4.7 GENERALIDADES DEL TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>)	45
4.7.1 Origen y adaptación	45
4.7.2 Siembra	46
4.7.3 Hábito de crecimiento	46
4.7.4 Usos	46
4.7.5 Producción de forraje	46
4.7.6 Calidad del forraje	46
5. DISEÑO METODOLÓGICO	48
5.1 LOCALIZACIÓN	48
5.2 PREPARACIÓN DE TERRENO	48
5.3 ÁREA REQUERIDA PARA EL ENSAYO	48
5.4 EQUIPOS	49
5.5 ANÁLISIS EDÁFICOS	49
5.5.1 Químicos del suelo	49
5.5.2 Físicos del suelo	49
5.6 TOMA DE MUESTRA DEL FORRAJE	49
5.7 VARIABLES AGRONÓMICAS	50
5.7.1 Producción de biomasa fresca	50

5.7.2 Producción de biomasa seca	50
5.7.3 Altura de la planta	50
5.7.4 Índice de área foliar (IAF)	50
5.7.5 Cobertura de la planta	50
5.7.6 Composición botánica de la pradera	51
5.7.7 Velocidad de crecimiento	51
5.8 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	52
5.9 SISTEMA Y DENSIDAD DE SIEMBRA	52
5.10 TRATAMIENTOS	53
5.11 DISEÑO EXPERIMENTAL	53
5.11.1 Modelo propuesto	53
5.11.2 Formulación de hipótesis	54
5.12 ANÁLISIS ECONÓMICO	54
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS	56
6.1.1 Producción de biomasa fresca	56
6.1.2 Producción de biomasa seca	59
6.1.3 Altura de la planta	64
6.1.4 Índice de área foliar	66
6.1.5 Cobertura y composición botánica	67
6.1.6 Velocidad de crecimiento	70
6.1.7 Producción de proteína verdadera	71
6.1.8 Producción de Nutrientes digeribles totales (NDT)	73

6.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	74
6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO	77
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
7.1 CONCLUSIONES	80
7.2 RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Producción de biomasa aérea de gramíneas y mezclas de gramíneas y leguminosas de clima frío en tres épocas de corte.	33
Tabla 2. Contenido nutricional de 6 gramíneas asociadas con trébol pata de pájaro de en Cundinamarca.	34
Tabla 3. Calidad del forraje del trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>).	45
Tabla 4. Calidad del forraje del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>).	47
Tabla 5. Composición nutricional del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>) y trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>) en la sierra Andina del Perú.	47
Tabla 6. Producción de biomasa fresca.	57
Tabla 7. Producción de biomasa seca.	59
Tabla 8. Altura de plantas.	64
Tabla 9. Índice de área foliar de plantas.	66
Tabla 10. Cobertura y composición botánica de la pradera.	68
Tabla 11. Velocidad de crecimiento de plantas.	70
Tabla 12. Producción de proteína verdadera.	72
Tabla 13. Producción de NDT.	73
Tabla 14. Análisis bromatológico.	74
Tabla 15. Análisis económico.	79

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedio producción de biomasa fresca de las asociaciones.	57
Figura 2. Promedio producción de biomasa seca de las asociaciones.	60
Figura 3. Promedio Altura de las gramíneas.	65
Figura 4. Promedio Índice de área foliar.	66
Figura 5. Promedio velocidad de crecimiento de las gramíneas cm/semana	71

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis físico químico del suelo antes de iniciar el experimento.	88
Anexo B. Análisis físico químico del suelo al finalizar experimento.	89
Anexo C. Comportamiento climático (mm de pluviosidad) en la Granja Chimangual.	89
Anexo D. Análisis de varianza para producción de biomasa fresca.	90
Anexo E. Análisis de varianza para producción de biomasa seca.	91
Anexo F. Análisis de varianza para altura de plantas.	92
Anexo G. Análisis de varianza para índice de área foliar.	94
Anexo H. Cobertura y composición botánica (%) de la pradera.	95
Anexo I. Análisis de varianza para velocidad de crecimiento.	96
Anexo J. Análisis de varianza para proteína verdadera.	97
Anexo K. Análisis de varianza para NDT.	99
Anexo L. Análisis bromatológico de las asociaciones.	101
Anexo M. Producción kg MS/año para análisis económico.	102

GLOSARIO

ABIÓTICOS: designa a aquello que no es biótico, es decir, que no forma parte o no es producto de los seres vivos. En la descripción de los ecosistemas se distinguen los factores abióticos, que vienen dados por la influencia de los componentes físico-químicos del medio, de los factores bióticos, cuyo origen reside en los seres vivos y sus productos.

ADAPTACIÓN: acción de acomodar un forraje a circunstancias determinadas, para que desempeñe funciones en diferentes medios al que fue creado.

AGROSTOLÓGICO: relativo a la agrostología o veces llamada graminología que es una rama de la Botánica que se dedica al estudio científico de las gramíneas.

ANÁLISIS DE SUELOS: es un instrumento muy valioso que utilizado en forma correcta puede ayudar a identificar los desordenes nutricionales en las especies forrajeras de las praderas, ocasionados por los desbalances del suelo, sin embargo, por si solo no soluciona los problemas de la baja productividad de las praderas.

ASOCIACIÓN: juntar o reunir. Adecuando un elemento con otro para conseguir un determinado fin.

AURÍCULAS: prolongación de la parte inferior del borde de las hojas.

BIÓTICOS: hace referencia a lo característico de los seres vivos o que está vinculado a ellos. También es aquello perteneciente o relativo a la biota (el conjunto de la flora y la fauna de una determinada región).

DEFOLIACIÓN: caída prematura de las hojas de los árboles y las plantas.

DENSIDADES DE SIEMBRA: magnitud que expresa en números los individuos de plantas de la misma especie que vegetan por unidad de superficie.

ENSILAJE: proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica del pasto que produce ácido láctico y una bajada del pH por debajo de 5. Permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mucho mejor que el henificado.

ESTOLÓN: es un brote lateral, normalmente delgado, que nace en la base del tallo de algunas plantas herbáceas y que crece horizontalmente con respecto al nivel del suelo, de manera epigea o subterránea.

EVAPOTRANSPIRACIÓN: pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

FOLIOLO: se llama pinna o foliolo a cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja. Cuando el limbo foliar está formado por un solo foliolo, es decir no está dividido, se dice que la hoja es una hoja simple. Cuando el limbo foliar está dividido en foliolos se dice que la hoja es hoja compuesta.

FORRAJE: fuente de alimento abundante y barato en un ecosistema para el sustento y productividad animal, que conforman un tapete permanente del suelo.

GRAMA (*Paspalum s.p*): es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas.

HENOLAGE: es el proceso de conservación del forraje una vez segado con una segadora, secado al sol o con una deshidratadora y empacado usando una empacadora.

LABRANZA MÍNIMA: mínimo laboreo indispensable para lograr las condiciones físicas del suelo adecuadas para un cultivo.

LÍGULA: es un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la lámina o limbo foliar con la vaina en la familia de las gramíneas.

PERENNE: aquella que vive durante más de dos años o, en general, florece y produce semillas más de una vez en su vida;

PLÁNTULAS: la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que desarrollan sus primeras hojas verdaderas, que pueden ser diferentes alas de la planta desarrollada; en ocasiones, de una espiguilla emergen varios individuos.

PREFLORACIÓN: disposición de los primordios foliares dentro de la yema, antes de producirse la apertura de la misma y el desarrollo foliar completo.

RIZOMA: tallo subterráneo con varias yemas que crece de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos.

SEMILLA SEXUAL: es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta, contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas.

SOTOBOSQUE: es la parte de bosque o de monte situada por debajo del dosel vegetal principal formado por las especies arbóreas. Está formado por árboles jóvenes, arbustos y hierbas.

TALLO DECUMBENTE: tallo que decumbe o se inclina, curvándose hasta tocar el suelo producto de su propio peso. Tiene la capacidad de producir raíces adventicias, posibilitando la reproducción vegetativa de estas especies

TALLO PROCUMBENTE: tallo que presenta una dirección de crecimiento horizontal al suelo y se desarrolla tendido sobre éste, sin emitir raíces adventicias en los nudos que entran en contacto con el sustrato.

TANINOS: metabolitos secundarios de las plantas, fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos.

TRÓPICO ALTO: región de tierra que se encuentra en determinadas alturas sobre el nivel del mar.

VARIANZA: coeficiente de variación (que suele representarse como σ^2) de una variable aleatoria es una medida de su dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja Chimangual, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el municipio de Sapuyes, a una altitud de 3200 m.s.n.m, temperatura promedio de 9°C, precipitación media anual de 1200mm, y humedad relativa de 85%.

El objetivo fue determinar la productividad de las asociaciones de las gramíneas; saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*). Para la investigación se utilizó un lote experimental de 1500m² y un diseño de bloques completos al azar, 8 tratamientos y 4 replicas. La información obtenida se procesó con el programa S.A.S (Statistical Analysis System). Se aplicó análisis de varianza y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Duncan. Los tratamientos fueron: T1 (saboya), T2 (saboya + trébol pata de pájaro), T3 (saboya + trébol rojo), T4 (saboya + trébol blanco), T5 (azul orchoro), T6 (azul orchoro + trébol pata de pájaro), T7 (azul orchoro + trébol rojo), T8 (azul orchoro + trébol blanco). Se evaluaron indicadores agronómicos y agrostológicos con los siguientes resultados:

En cuanto a la producción de biomasa fresca los mayores resultados se observaron en T1 15.14 y T3 14.73 Ton/FV/ha/corte, y biomasa seca T4 con 2.75 Ton/MS/ha/corte ($P < 0.05$).

Para altura de la gramínea y velocidad de crecimiento no existió diferencias entre los tratamientos en el primer corte, en el segundo y tercer corte se observaron diferencias ($P < 0.05$). Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento T4 60.5cm y 7.9cm/semana y T5 60.410 cm y 7.95 cm/semana para altura y velocidad de crecimiento respectivamente.

Respecto a el Índice de área foliar se halló diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$), el mayor valor se observó en el tratamiento T3 con 10.78 de IAF.

La cobertura forrajera fue mejor para las asociaciones, los mayores resultados se observaron en T4 96.69% y T3 94.46% de cobertura. La grama (*Paspalum sp.*) se constituyó como la planta más invasiva en la pradera principalmente en el segundo y tercer corte.

En relación a la producción de proteína verdadera y nutrientes digeribles totales (NDT) se encontró diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). Los mejores resultados se obtuvieron en el T2 con 378.90 y T3 con 386.10 kg/prot/ha/corte para proteína verdadera y T1 con 1673.9 y T4 con 1659.10 Kg/ha/corte para NDT. En lo referente a la proteína cruda (PC) y verdadera (PV) los valores obtenidos se encuentran en rangos comprendidos entre 17.33 - 23.98%, 12.09 - 15.86% para PC y PV respectivamente, los valores obtenidos confirman un contenido importante de nitrógeno no proteico (NNP).

Todos los tratamientos fueron altamente rentables, los mayores ingresos netos se obtuvieron en T4 \$1.338.900 y T3 \$1.280.658, igualmente la relación beneficio costo fue mejor en T1 24,30, encontrándose una marcada superioridad en las asociaciones de leguminosas con saboya. No obstante El *Lotus* ocasionó los mayores costos de implantación por implementación de semillero y transporte de material vegetativo.

En general los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T3 (saboya + trébol rojo) y T4 (saboya + trébol blanco). La mayor productividad de estas asociaciones se debió a que estas especies se encuentran adaptadas y establecidas a las condiciones de la zona, razón por la cual mostraron mayor productividad.

ABSTRACT

This research was done at Chimangual farm. It belongs to Nariño University and it's located at municipality of Sapuyes, on an altitude of 3200 meters above sea level, with an average temperature of 9° C., a mean annual precipitation of 1200 mm and relative humidity of 85%.

The objective was to determine the productivity of graminea association such as Saboya (*Holcus lanatus*), Azul Orchero (*Dactylis glomerata*), and legumes like Red Clover (*Trifolium pratense*), White Clover (*Trifolium repens*), and Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus*). For this research it was used an experimental lot of 1500 m² and a complete blocks design at random, 8 treatments and 4 repetitions. The obtained information was processed with the S.A.S (Statistical Analysis System). It was applied a varianza analysis and the comparison of means was performed by using the Duncan test. The treatments were as follows : T1(Saboya), T2(Saboya + Birdsfoot trefoil), T3(Saboya + Red clover), T4(Saboya + White clover), T5(Azul Orchero), T6(Azul Orchero + Birdsfoot trefoil), T7(Azul Orchero + Red clover), T8(Azul Orchero + White clover). Agronomic and agrostologic variables were evaluated with the following results:

With regard to fresh biomass production, the major results ($P<0.05$) were watched in T1 15.14 and T4 treatments with 2.75 ton/ ha/cutting and in dry biomass T4 with 2.75 ton/DM/ha/cutting ($P<0.05$).

For height of graminea and speed of growth there were no differences among the treatments in the first cutting but in the second and third cutting ($P<0.05$). The best results were obtained in the treatment T4 60.5 cm and 7.9 cm/week, and T5 60.410 cm and 7.95 cm/week, for height and speed of growth respectively.

In relation to the foliar area index it was found some differences among the treatments ($P<0.05$); the major value was watched in T3 with 10.78 of FAI.

The forage covering was better for the associations; the best results were watched in T4 96.69% and T3 94.46%. The grass (*Paspalum* sp.) was constituted into the most invader plant on the meadow mainly in the second and third cutting.

Relating to the production of truthful protein and total digestible nutrients (TDN) some differences were found among treatments ($P<0.05$); the best results were

obtained in T2 with 378.90 and T3 with 386.10 kg/prot/ha/cutting for truthful protein and T1 with 1673.9 and T4 with 1659.10 kg/ha/cutting for TDN.

About the crude (CP) and truthful protein (TP) the obtained values are found in included ranks between 17.33 - 23.98%, 12.09 – 15.86% for CP and TP respectively. These obtained values confirm important contents of non-protein nitrogen (NPN).

Whole treatments were highly profitable, the major net profits were obtained in T4 (\$1.138.350) and T3 (\$1.280.658), equally the benefit – cost relation was better in T1 (24, 30), finding a marked superiority in the legumes associations with Saboya. However the Lotus produced the major cost of implantation by implementation of seedbed and transportation of vegetative material.

In general, the best results were in the treatments T3 (saboya + red clover) and T4 (saboya +white clover). The major productivity of these associations was due to these species are found adapted and established to the conditions of the area.

INTRODUCCIÓN

El gran reto de los ganaderos, consiste en incrementar la producción de carne y leche, en forma acelerada y sostenible, de tal manera que garantice la demanda de la población y que además, permita la conservación de los recursos naturales y del ambiente, al minimizar la compra de insumos químicos y reducir la contaminación.

Una empresa ganadera, necesariamente, tiene que ser sinónimo de rentabilidad y competitividad y si bien son muchos los factores envueltos en la producción, el factor más importante es el componente de la alimentación animal, siendo el principal las pasturas.

En el Departamento de Nariño, la mayoría de productores de leche consideran necesario suplementar con concentrado a todo el hato, pero sin criterios técnicos definidos, debido a que los pastos no llenan los requerimientos nutricionales, y por ende, se presenta una baja producción de leche; para lo cual se han introducido forrajes mejorados en la dieta, que si bien mejoran los parámetros productivos, requieren de gran cantidad de insumos, en su mayoría fertilizantes nitrogenados para su establecimiento. Lo anterior afecta la economía de la finca y desgasta los recursos naturales.

Es importante buscar nuevas alternativas forrajeras, para desarrollar sistemas sostenibles. Utilizar las leguminosas en asociación con gramíneas, representa una opción para solucionar el problema de la alimentación del ganado en el trópico, por lo que es fundamental seguir evaluando las leguminosas en asociaciones, para generar información que le sirva al ganadero e incremente la rentabilidad de la empresa pecuaria.

En general, el propósito de la asociación de gramíneas y leguminosas apunta al incremento de la producción de forraje y a una oferta de mayor calidad en cuanto al aumento de proteína, además fijan nitrógeno para la gramínea asociada, reduciendo la necesidad de fertilización nitrogenada y suplementación proteica animal, disminuyendo los costos de producción.

Cárdenas afirma;

El trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) leguminosa de clima frío, es una especie de gran versatilidad ya que se adapta; presentando buen desarrollo, tanto en suelos arenosos como arcillosos. Crece en suelos muy húmedos y pesados para la alfalfa o muy secos para el trébol y subsiste en suelos con bajos porcentajes de fósforo, proporciona alta producción de biomasa aérea, altos contenidos de proteína y además presenta taninos en niveles favorables para la digestión de proteína, frente a otras del mismo orden¹.

Basados en estos antecedentes, se desarrolló este proyecto de investigación en el cual se valoró la productividad de las asociaciones de gramíneas adaptadas a la zona: saboya (*Holcus lanatus*) y azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*).

¹ CÁRDENAS, E. A. El trébol pata de pájaro, nueva alternativa forrajera para clima frío en Colombia. EN : Ayrshre. La raza lechera ideal. Publicación oficial de la asociación de criadores de Ayrshre de Colombia. Bogotá, Colombia. 2007. Pág. 24-29.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Un renglón de gran importancia en la economía del Departamento de Nariño es el sector pecuario, el cual constituye una de las actividades fundamentales de la región.

Sin embargo, en el Altiplano de Nariño la disponibilidad y persistencia de los forrajes como la fuente de alimentación más económica y de uso frecuente en las fincas lecheras del trópico es muy variable, obteniéndose producciones de forraje superiores durante las épocas lluviosas, respecto a las encontradas durante la época seca, lo anterior ha originado la introducción de suplementos y forrajes mejorados en los hatos que los ha convertido insostenibles y de baja competitividad, causando el deterioro y degradación del suelo y las praderas.

Un aspecto relevante en la región es la no inclusión de especies forrajeras promisorias en la alimentación animal, debido principalmente a la falta de investigación e información, en cuanto a la adaptabilidad, potencial forrajero, respuesta a la asociación con especies nativas y otros aspectos relacionados a la productividad.

Advirtiendo la magnitud del problema, y ante la necesidad que tienen los sistemas de producción lechera de contar con alternativas forrajeras de calidad, a bajo costo, sostenibles ambientalmente, y que además generen información que le sirva al ganadero, es conveniente establecer praderas en mezcla de gramíneas y leguminosas que mejoren la productividad de las praderas, sin disminuir la calidad del alimento ofrecido.

A propósito Cárdenas afirma;

El empleo de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para incrementar la calidad de la dieta. Las mezclas de gramíneas y leguminosas son muy importantes por las ventajas que se obtienen de su uso, se obtienen mayores rendimientos de forraje de mayor calidad que en la pradera pura, también se puede rebajar o aun suprimir la fertilización nitrogenada, aprovechando el nitrógeno atmosférico fijado por la leguminosa, factor mejorante de la fertilidad del

suelo es también importante porque presentan mayor resistencia a la a la incidencia de plagas y enfermedades y heladas en el caso del kikuyo.²

El *Lotus corniculatus* es una leguminosa muy poco utilizada en el departamento de Nariño, adaptada a la altura colombiana, encaminada a mejorar la calidad de las praderas, representa una opción económica para favorecer la producción de leche y carne bovina y hacer más competitiva la cadena láctea regional. Cabe destacar además que con este estudio se crean bases para futuras investigaciones.

² CÁRDENAS, Edgar. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [online] Santa fe de Bogotá, Colombia: 2002. [consulta: 12 febrero de 2008] Disponible en Internet: <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la productividad de las asociaciones de gramíneas, saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), en la Granja Chimangual Universidad de Nariño?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar la productividad de las asociaciones de gramíneas, saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), en la Granja Chimangual Universidad de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar algunos índices agronómicos de las asociaciones de gramíneas, saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), en la Granja Chimangual Universidad de Nariño.
- Determinar la calidad nutritiva de las asociaciones de gramíneas, saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), en la Granja Chimangual Universidad de Nariño.
- Establecer un análisis económico, mediante la metodología para la evaluación económica de proyectos de investigación agropecuaria, propuesta por Cino y De Armas³, para este caso se utilizará la valoración costo: beneficio, considerando únicamente aquellos factores económicos que difieren entre los tratamientos, manteniendo estables aquellos que le son en comunes.

³ CINO, María y DE ARMAS, Carmen. Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias. La Habana, Cuba: Instituto de ciencia animal, 1996. p.127.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 PRODUCTIVIDAD LECHERA EN COLOMBIA

COFECAMPO (Confederación Empresarial del Campo de Colombia) afirma: Colombia es un país ubicado en el trópico bajo y hay quienes lo describen como mas ecuatorial, siendo afectado solo por dos estaciones (invierno y verano), manteniendo oferta alimentaria permanente a los vacunos convirtiéndose en el país de la comunidad andina que mas produce leche y sus derivados⁴.

La producción de leche en Colombia ha venido creciendo durante los últimos 20 años, al punto que actualmente se autoabastece. El volumen total de producción paso de 2 millones en 1979 a 6.6 millones en el 2004. Esta dinámica en la producción primaria se encuentra explicada por las innovaciones en los sistemas de alimentación y manejo del ganado, mejoramiento genético de los hatos, mediante compras y renovación de especies altamente productivas y empleo de tecnologías modernas de ordeño⁵.

La participación de las regiones productoras de leche en Colombia ha sido cambiante dependiendo de factores como el aumento de las ganaderías de doble propósito, la modificación de la infraestructura vial o de la situación de orden público. Región Atlántica: Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico, Guajira, Sucre y Bolívar. (40%), Región Occidental: Antioquia, Caquetá, Huila, Quindío, Caldas y Risaralda. (17%), Región Central: Cundinamarca (Sabana de Bogotá), Boyacá, Meta y Santanderes. (34%), Región Pacífica: Valle del Cauca, Nariño, Cauca, y Alto Putumayo (9%)⁶.

El DANE argumenta: La producción de leche ha adquirido una creciente importancia dentro del contexto económico nacional, puesto que ha sido un factor de amortiguación de la crisis que vive el sector agropecuario, aportando en el PIB agropecuario un crecimiento porcentual de leche de 1.14% durante los últimos años. A pesar de lo anterior, este sistema de producción afronta factores limitantes como la estacionalidad y el precio de los insumos agrícolas,

⁴ CONFEDERACION EMPRESARIAL DEL CAMPO DE COLOMBIA COFECAMPO. Análisis del mercado de la leche en Colombia [online] Bogotá: 2008. [consulta: 13de febrero de 2010] Disponible en internet: <http://www.confecampo.com/estadisticas/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt>.

⁵ Ibid., <http://www.confecampo.com/estadisticas/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt>.

⁶ Ibid., <http://www.confecampo.com/estadisticas/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt>.

factores que inciden en el precio final al consumidor, restándole competitividad.⁷

Colombia es un país con una tradición económica ganadera, eso es claro y se realiza bajo una gran diversidad de sistemas de producción que se encuentra determinado por la variedad de las alternativas tecnológicas, los ambientes socioculturales, las formaciones agroecológicas. De esta forma la producción de la leche varía en cuanto a su impacto ambiental, en las relaciones laborales y el cuidado de los animales⁸.

4.1.1 Productividad lechera en Nariño. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural⁹, la agricultura y la ganadería han sido la base económica del Departamento de Nariño. En efecto, los Nariñenses se han caracterizado por un pueblo esencialmente rural en donde predomina la producción minifundista.

Sin embargo, desde la década de 1980 se ha observado una disminución de la agricultura dentro del PIB agropecuario departamental, mientras la ganadería de leche incremento su participación del 25 al 45% entre 1980 y 1990. Este consolidó la actividad como la de mayor dinamismo en la economía regional. Una de las causas de dicha tendencia se atribuye al desplazamiento de las áreas cultivadas en trigo, cebada y papa a la actividad ganadera¹⁰.

El consolidado agropecuario¹¹, para el 2008 registró 338.592 cabezas de ganado, con un 47.74% dedicado a ganadería de leche, de las cuales el mayor inventario ganadero en el departamento se encuentra en Pasto con 26.897, Guachucal con 24.635, Cumbal con 24.354, Ipiales con 20.690 cabezas. La mayor producción de leche se registra en Guachucal (105.994L), Pasto (74.712L), Ipiales (58.162L), y Cumbal (50.952L).

⁷ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. DANE. Producto interno bruto, segundo semestre de 2006 [online Bogotá: 2006. [consulta: 13 de febrero de 2010] Disponible en Internet: <http://www.dane.gov.co>.

⁸ Ibid., <http://www.confecampo.com/estadisticas/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt>.

⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. En: Encuesta Nacional Agropecuaria. – ENA 2004, citado por VILORIA DE LA HOZ, Joaquín. Economía del Departamento de Nariño: Ruralidad y aislamiento geográfico, 2007. p.45.

¹⁰ Ibid., p. 45.

¹¹ NARIÑO. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. CONSOLIDADO AGROPECUARIO 2008. San Juan de Pasto, Colombia.

La producción total de leche en el departamento es de 626.835 litros/día, el promedio de producción es de 6.6 litros/vaca/día. El área cubierta de pastos dedicada a la ganadería es de 334.691 hectáreas, de las cuales 297.625 son de pastos naturales, 32.453 praderas mejoradas, 3.355 pastos de corte, y 1.258 cultivos forrajeros¹².

4.2 PASTOS Y FORRAJES

Mila, citado por Mera y Rúales manifiesta: “Los forrajes son la fuente alimenticia más abundante y barata, en todo un ecosistema para el sustento y productividad animal. La dieta básica para rumiantes está basada en el empleo de la biomasa proveniente de las gramíneas y leguminosas forrajeras, las cuales, además, conforman un tapete permanente del suelo, lo que favorece su conservación y las de las cuencas hidrográficas”¹³.

El mismo autor sostiene que “En la actualidad, la investigación en esta área está dirigida a la búsqueda de diversas plantas de otras familias y géneros botánicos con gran potencial forrajero, para ser usadas en beneficio de una mayor productividad animal en la obtención de productos pecuarios”¹⁴.

4.2.1 Importancia de las gramíneas asociadas con leguminosas. O'hara 1998 citado por Castro, afirma;

Las leguminosas forrajeras son un componente esencial de muchas pasturas temporales y permanentes en clima frío, ya que su contribución está dada por el nitrógeno fijado de la atmósfera al sistema, logrando que así sea más sostenible desde el punto de vista ambiental en el ciclo del suelo – planta – animal.¹⁵

Seaney y Henson et al.1970, citados por Murillo manifiestan;

¹² Ibid., p. 20.

¹³ MERA Y RUALES, Op. Cit., p.27.

¹⁴ Ibid., p. 27.

¹⁵ CASTRO, Op. Cit., p.28.

En general la asociación de leguminosas con gramíneas resulta en un incremento de la producción de materia seca, mayor calidad nutricional y consumo de forraje y mejor distribución estacional del forraje. Además, el uso de leguminosas disminuye la fertilización nitrogenada en praderas de gramíneas y en el caso del *L. corniculatus* disminuye el porcentaje de timpanización de los animales en pastoreo por su contenido de taninos.¹⁶

Por otro lado, Langdale et al.1992, citado por Castro afirma: “El aporte en la protección del suelo y control de procesos erosivos, aporte de hojarasca, favorecimiento de la humedad del suelo y por otro lado enriqueciendo la población microbial en el suelo”¹⁷.

4.2.2 Praderas asociadas para clima frío. Al respecto Mendoza (1988), citado por Castro;

Evaluó el kikuyo con N, sin N, y en asociación y observó que el rendimiento de biomasa aérea del kikuyo fue de 14.4 Ton/MS/ha/año cuando se asoció con leguminosa, con un incremento notable en la producción debido al uso de leguminosas como factor mejorante de la pradera, resultado comparable al obtenido con la fertilización nitrogenada, frente a 7 Ton/MS/ha/año cuando el kikuyo estaba puro”¹⁸.

También Murcia (1971), citado por Castro;

Reportó rendimientos y valor nutritivo de la mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío en tres épocas de corte (Tabla 1), los resultados que obtuvo por época de corte fueron superiores en azul orchoro más trébol rojo para la primera y segunda frecuencia de corte (3 y 6 semana). Mientras que la producción a la novena semana, fue inferior en la mezcla de kikuyo más trébol rojo, comparada con la de los otros tratamientos.¹⁹

¹⁶ MURILLO Maritza. Potencial forrajero del trébol pata de pájaro (*Lotus Corniculatus*) en ecosistema de trópico de altura. Santa Fe de Bogotá, Colombia: 2003, p76. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

¹⁷ Ibid., p. 29.

¹⁸ Ibid., p. 29.

¹⁹ Ibid., p. 29.

Por otro lado Leep et al. 2002, citado por Castro afirma;

Para el caso de producción de biomasa en asociación de gramínea leguminosa en otras latitudes, los rendimientos en la mezcla de *D. glomerata* y *F. arundinacea* con *L. corniculatus* con 9.59 y 10.0 TonMS/ha/año respectivamente, frente a lo reportado en *D. glomerata* mezclado con *L. corniculatus* y *M: sativa*, con 9.3 y 11.2 TonMS/ha/año.²⁰

Tabla 1. Producción de biomasa aérea (Ton/MS/ha/año) de gramíneas y mezclas de gramíneas y leguminosas de clima frío en tres épocas de corte.

Época de corte	Kikuyo	Kikuyo trébol rojo	Azul orchoro	Azul orchoro trébol rojo
3 semanas	1.50	1.44	2.93	3.45
6 semanas	2.20	3.22	3.60	4.68
9 semanas	5.16	4.08	5.98	5.46

Fuente: Murcia 1971

En cuanto a calidad nutricional Buxton et al. 1985, citados por Castro manifiestan;

La calidad nutricional de *L. corniculatus* se compara favorablemente con la de la alfalfa y trébol rojo, se han reportado valores de PC de 17.6% para alfalfa, 15.8% para el trébol y 17% para el *L. corniculatus*, además se han reportado valores de 27.3% para el contenido de PC, 80.7 para la DIVMS en *L. corniculatus*, frente a *M: sativa* con 29.4% de PC y 79.8 de DIVMS. En cuanto al contenido de FDN y FDA se han encontrado valores de 35.2% de FDN y 28.2 de FDA para el *L. corniculatus* y 38.8 de FDN, 29.8FDA para *M: sativa*.²¹

Por otro lado Cárdenas y Castro;

Observaron que al comparar praderas de kikuyo puro, fertilizado con urea los resultados en producción de biomasa aérea eran inferiores que al asociar al kikuyo con el trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*). De igual forma, observaron que

²⁰ Ibid., p. 29.

²¹ Ibid., p. 32.

existían otras gramíneas que asociadas con la misma leguminosa presentaron mayores rendimientos y calidad de la biomasa ofrecida que el kikuyo testigo (Tabla 2.). Las anteriores comparaciones también involucraron diferentes manejos del rebrote del forraje siendo superior la biomasa producida al rebrote de 70 días que a 45 días de edad. E inferior la calidad nutricional al rebrote de 70 días que a los 45 días en general.²²

Tabla 2. Contenido nutricional de 6 gramíneas asociadas con trébol pata de pájaro en Cundinamarca.

ASOCIACIÓN	CONTENIDO NUTRICIONAL			
	PC	FDN	FDA	DIVMS
Rebrote de 45 días				
P. clandestinum (nat control)	14	62,5	31,5	31,5
D. glomerata + L. c	15,5	53,2	34,7	34,7
F. arundinacea + L. c	15,1	54,9	35,7	35,7
H. lanatus + L. c	13,6	61,9	34,9	34,9
B. catharticus + L. c	13,1	57,9	35,7	35,7
P. clandestinum (naturalizado) + L. c	15	62,6	29,3	29,3
Leguminosa L. c	28	29	20	72
Rebrote de 70 días				
P. clandestinum (nat control)	15,9	59,7	29,5	71,2
D. glomerata + L. c	13,8	55,1	35,2	54,2
F. arundinacea + L. c	12,1	59,7	37,1	57,4
H. lanatus + L. c	10,1	65,4	39,6	56,6
B. catharticus + L. c	9,7	60,3	40	67,9
P. clandestinum (naturalizado) + L. c	16,4	59,6	28,8	62,1
Leguminosa L. c	28	32	22	72

Fuente: Castro 2004

L. c: trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*)

PC: proteína cruda

FDN: fibra detergente neutra

FDA: fibra detergente ácida

DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca

²² CÁRDENAS, Op.cit., <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

4.2.3 Importancia de la fijación de Nitrógeno. Sylvester *et al.*, 1987., citado por Rojas manifiesta;

Es muy conocido que las leguminosas suministran nitrógeno al suelo por medio de la fijación simbiótica de este elemento. La fijación del nitrógeno ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con algunas bacterias de la familia *Rhizobiaceae*, estas bacterias infectan las raíces de la planta e inducen la formación de nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación, con la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en el interior de los rizobios.²³

Vázquez 1996, citado por Rojas Afirma;

Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez ésta le suministra al nódulo los carbohidratos que producen la energía necesaria para el proceso de fijación. La fijación simbiótica de nitrógeno ambiental, en las regiones tropicales tiene problemas por la acidez del suelo y la disponibilidad de nutrimentos, también, los altos niveles de fertilización nitrogenada inhiben ésta fijación biológica, por lo que la recomendación es no aplicar fertilizantes nitrogenados a las leguminosas.²⁴

Según Muslera y Ratera, 1991, citado por Rojas:

La mayoría del nitrógeno cedido, alrededor de un 80%, se transfiere al suelo como residuos vegetales procedentes de la descomposición de raíces y nódulos o deyecciones de animales, los cuales se descomponen posteriormente, mediante distintas transformaciones microbiológicas, hasta ser asimilados por las plantas asociadas y otra porción significativa del nitrógeno fijado, se libera directamente al suelo por las exudaciones de las raíces.²⁵

A propósito, Monza *et al.* 1989, citado por Murillo afirma;

Las leguminosas son únicas entre las plantas superiores que pueden utilizar tanto el nitrógeno atmosférico (N₂) como el nitrato (NO₃) presente en la solución del suelo para su crecimiento y desarrollo, por la simbiosis que establece con bacterias. Esta

²³ ROJAS, Saúl. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. [online] España: 2005. [consulta: 13 de febrero de 2010] Disponible en Internet: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

²⁴ *Ibid.*, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

²⁵ *Ibid.*, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

sociedad en *L. corniculatus* se ha encontrado con bacterias del genero *Rhizobium* (rápido crecimiento) y con *Bradyrhizobium* (lento crecimiento).²⁶

Según, Mallarino y Wedin, 1990, citados por Murillo;

La cantidad de nitrógeno fijado por leguminosas forrajeras varia con las especies, manejo, fuente de nitrógeno en el suelo y presencia de gramíneas, los autores estudiaron los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la fijación de nitrógeno en tres mezclas de leguminosas (*T. repens*, *T. pratense* y *L. corniculatus*) con *F. arundinacea* en Uruguay. Los autores encontraron que la fertilización con N incrementa temporalmente la producción de materia seca y disminuye el porcentaje de nitrógeno atmosférico en las primeras 20 semanas post-fertilización. Además, redujo la fijación de N, principalmente en *L. corniculatus* de 148 a 100 kg/ha/año, para las otras especies la producción fue menor de 152 a 145 y de 240 a 220 kg/ha/año, para *T. repens* y, *T. pratense* respectivamente.²⁷

Murillo afirma;

La fijación de nitrógeno atmosférico se hace relevante, debido a la necesidad de reducir el uso de fertilizantes nitrogenados y a que puede contribuir a la nutrición de leguminosas y gramíneas, en el caso de asociación. La cantidad de nitrógeno transferido depende de la cantidad de nitrógeno fijado y la eficiencia en su transferencia.²⁸

A propósito Farnhan y George 1994, citados por Murillo;

Compararon cuatro variedades de *L. corniculatus*, bajo asociación con *D. glomerata*. Los valores de N atmosférico fijado para las variedades estuvieron en un rango de 93 a 95% en 1989 y de 94 a 97% en 1990. Previas investigaciones reportan valores levemente menores de 82 a 95% bajo asociación con gramíneas. Estos valores relativamente altos se deben a la baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, teniendo en cuenta que el proceso de fijación de nitrógeno en las leguminosas esta estimulado bajo condiciones de disponibilidad de nitrógeno en el suelo.²⁹

²⁶ MURILLO, Op. Cit., p.56.

²⁷ Ibid., p. 57.

²⁸ Ibid., p. 57.

²⁹ Ibid., p. 57.

4.2.4 Importancia de *L. corniculatus* como leguminosa promisoria en ecosistemas del trópico de altura. Murillo 2003, citado por Castro afirma;

Se puede considerar el *L. corniculatus* una especie de importancia para los agroecosistemas donde se encuentra establecida la producción lechera en Colombia (altiplano Cundiboyacense, Antioqueño y Nariñense), llegando a ser tal vez mas promisoria por su tolerancia a la acidez y suelos infértiles, mal drenados frente a *M. sativa*, la cual es exigente en suelos y fertilización. Se debe destacar además como aspecto relevante la superioridad en cuanto a la calidad nutricional que presenta sobre *M. sativa*, particularmente en cuanto al contenido de proteína sobrepasante que puede suministrar el *L. corniculatus*, debido al nivel adecuado de taninos que posee (20 – 40 g/kgMS).³⁰

4.2.5 Importancia de las asociaciones gramíneas y leguminosas en un sistema silvopastoril de clima frío. Al respecto Giraldo manifiesta;

La actividad pecuaria principal en las zonas de clima frío de Colombia es la producción de leche con razas especializadas (Holstein). La alimentación es a base de forraje de pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y raygrass (*Lolium multiflorum*). Las explotaciones han surgido después de la tala y quema de los bosques alto andinos o de niebla, resultando en agroecosistemas con una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos, especialmente susceptibles a la erosión. La producción lechera tradicional utiliza una alta cantidad de fertilizantes y agroquímicos, los cuales ocasionan grandes problemas ambientales, además de incrementar los costos de producción.³¹

El mismo autor manifiesta;

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles tanto biológica como económicamente, los sistemas silvopastoriles (SSP) parecen ser una alternativa a corto y largo plazo. Los árboles en las pasturas además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, especialmente si son leguminosas, pueden ser utilizados como barreras rompevientos, controlar la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos.

³⁰ CASTRO, Op. Cit., p.33.

³¹ GIRALDO, Alfonso. Potencial de *A. decurrens*. Evaluación bajo sistemas silvopastoriles en clima frío de Colombia. [online] Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Colombia: 2002. [Consulta: 24 de febrero 2010] Disponible en Internet: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0k.htm>

Adicionalmente proporcionan leña, madera y frutos, permitiendo otros ingresos al productor y dándole mayor estabilidad económica.³²

Según Couto y Daniel:

Varios trabajos han sido realizados, probándose especies que mejor se adaptan a las condiciones del sotobosque. El uso de forrajes, sobre todo las leguminosas, no tiene como meta solo la alimentación de los animales, sino también la reducción de deshierbes, herbicidas y fertilizantes, y la mejora de la productividad del bosque debido a la fijación de nitrógeno, la producción de semillas y el aumento del biodiversidad. A pesar de las diferencias de tolerancia de las gramíneas y leguminosas a diferentes niveles de la sombra en el sotobosque, de una manera general la tendencia es hacia la reducción de la productividad.³³

Por otro lado, Givaldo *et al* 1995, citado por Couto manifiesta;

En términos de productividad el simple incremento en la densidad de los árboles, de 74 a 96 por hectárea, reduce en 50% el rendimiento del forraje en el verano en Colombia. Sin embargo, una manera general se puede decir que la productividad de las leguminosas tiende a ser menos afectada por el nivel bajo de luz que las gramíneas. Por otro lado, también se ha demostrado que con deficiencia de nitrógeno y bajo sombra moderada, es posible que mejoren los parámetros de la producción y calidad de las gramíneas, respecto a condiciones con mayor luminosidad.³⁴

4.2.6 Leguminosas en bancos de proteína. Sánchez 1998, citado por Rojas firma;

Se denominan “bancos de proteína” a la siembra de especies herbáceas o de árboles y arbustos, con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas

³² Ibid., <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0k.htm>.

³³ COUTO, Laércio y OMAR Daniel. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil. [online]Brasil. [Consulta: 24 de febrero 2010] Disponible en Internet:
<http://www.rlc.fao.org/es/ganaderia/portal/documentos/sistemas%20silvo%20pastoriles%20y%20agrosilvopastoriles%20con%20Eucalipto%20en%20Brasil.pdf>.

³⁴ Ibid.,
<http://www.rlc.fao.org/es/ganaderia/portal/documentos/sistemas%20silvo%20pastoriles%20y%20agrosilvopastoriles%20con%20Eucalipto%20en%20Brasil.pdf>.

densidades de plantas, que pueden cosecharse y darse a los animales, mediante un sistema de corte y acarreo o bien pueden ser pastoreados directamente, por lo general, durante cortos periodos del día (1.5 a 2.5 horas). Para implantar este sistema, se requiere de especies de alta producción de materia seca, un buen desarrollo durante la época seca y que garantice una buena calidad química y física en el forraje.³⁵

4.3 GENERALIDADES DEL PASTO SABOYA (*Holcus lanatus*)

4.3.1 Descripción. Según Jean Duthil;

Es una gramínea vivaz, precoz, que se lignifica bastante pronto, poco productiva, característica de los medios húmedos y pobres. Presenta como características distintivas: prefloración arrollada, lígula corta y vellos, desprovistos de aurículas³⁶.

4.3.2 Origen y adaptación. Osorio y Roldan manifiestan;

El pasto Saboya (*Holcus lanatus*) Fue introducido de Europa de donde se cree es originario. Se adapta muy bien a alturas comprendidas entre 2500 a 3200 msnm. Crece muy bien en suelos pobres, ácidos, como también en los ricos en materia orgánica. Crece en suelos de variada textura, desde los arenosos hasta los franco y pesados o arcillosos. Se le encuentra como plantas aisladas o formando pequeños grupos perennes. Sus tallos pueden alcanzar alturas hasta de 60 o 70 cm. Su inflorescencia es una panícula compacta y densa que se desarrolla durante todo el año.³⁷

4.3.3 Siembra. Según Bernal³⁸, el pasto Saboya se reproduce por semilla sexual a razón de 15 Kg/ha, regándola al voleo sobre terreno preparado. El mínimo de semillas por kilogramo de pasto Saboya es de cerca de 4 millones.

³⁵ ROJAS, Op.cit., <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

³⁶ DUTHIL, Jean. Producción de forrajes. 3ª ed. Madrid: Mundi prensa, 1980. p. 37.

³⁷ OSORIO D. Y ROLDAN. Volvamos al campo. Cultivo de pastos y forrajes. Grupo Latino Ltda. Santa fe de Bogotá. Colombia. 2003. p66.

³⁸ BERNAL, Op.cit., p. 549.

4.3.4 Uso. Bernal³⁹ manifiesta, el pasto Saboya se utiliza en pastoreo principalmente, en zonas de más de 2800 m de altura y sin riego. Además es una especie muy utilizada para producción de leche y para pastoreo con ovinos. Es de gran valor para la conservación de suelos pendientes y erodables. Mezclada con tréboles produce un forraje de muy buena calidad.

4.3.5 Manejo. Para Bernal⁴⁰, se puede pastorear en forma continua, pero el forraje disponible no es siempre abundante. En mezcla con tréboles se debe pastorear en rotación. No se debe dejar madurar, pues las variedades nativas producen gran cantidad de tallos florales que no son consumidos por el ganado y se pierde mucho forraje por pisoteo.

4.3.6 Aptitudes. Berlijn refiriéndose al pasto Saboya: “Considera que es una especie perenne, alta de clima templado. Crece en diversos tipos de suelo y bajo condiciones secas o húmedas, particularmente cuando el suelo es ácido”⁴¹.

4.3.7 Producción de forraje. Bernal afirma;

El crecimiento de las variedades nativas y la producción de forraje son bajos; el crecimiento ocurre principalmente en el invierno y puede ser continuo por encima de 3000 m. Además de su gran adaptación, rusticidad, el forraje producido es de muy buena calidad y parece como una de las especies más promisorias para mejorar la producción y productividad de los páramos⁴².

4.3.8 Calidad del forraje. Según Duthil⁴³, en pre floración el pasto Saboya contiene mayor cantidad de azúcares solubles, mientras que su riqueza en nitrógeno no ha tenido tiempo de disminuir. En este estado el pasto es lo suficientemente equilibrado para satisfacer los requerimientos del ganado.

³⁹ Ibid., p. 549.

⁴⁰ Ibid., p. 550.

⁴¹ BERLINJ, Johan. Pastizales naturales. Barcelona: Trillas, 1998. p. 18.

⁴² BERNAL, Op.cit., p. 548.

⁴³ DUTHIL, Op.cit., p. 37.

4.4 GENERALIDADES DEL PASTO AZUL ORCHORO (*Dactylis glomerata*)

4.4.1 Origen y adaptación. Según vicuña;

Esta especie de pasto tiene su origen en el Norte de África y en Europa. Puede desarrollarse en alturas comprendidas entre 1500 y 3100 metros sobre el nivel del mar, pero a alturas inferiores a los 2000 metros su producción es muy escasa. En el límite de los páramos crece bien, pero su desarrollo es muy lento. Se produce bien en toda clase de suelos, pero los rendimientos son mejores en suelos fértiles, profundos y bien drenados⁴⁴.

4.4.2 Siembra. Al respecto Vicuña manifiesta;

Debe hacerse en suelos bien preparados y al comienzo de las lluvias. La semilla puede regarse al voleo en mezcla con tréboles blanco y rojo. Después de la siembra debe cubrirse la semilla con la ayuda de un rodillo o ramas de árboles. La semilla debe quedar de 0.5 a 2.0 cm de profundidad, dependiendo de la condición del suelo. En los terrenos pesados debe quedar más superficial⁴⁵.

4.4.3 Uso. Vicuña afirma;

Se usa principalmente para pastoreo continuo o de rotación. En algunos casos puede emplearse para corte, bien sea para suministrarlo verde al ganado, para ensilaje o para henificación. No persiste bien con pastoreo intenso o continuo. Se adapta mejor al pastoreo en rotación. Se recomienda en mezcla con otras gramíneas y leguminosas⁴⁶.

4.4.4 Manejo. Según Vicuña;

El azul orchoro es un pasto que tiende a ser perenne cuando se cultiva bien. Pero si se pastorea continuamente o se sobrepastorea desaparece en un lapso de tiempo más o menos corto. El uso más recomendable es el pastoreo racional. Con períodos

⁴⁴ VICUÑA, Op. cit., p 15.

⁴⁵ Ibid., p. 16.

⁴⁶ Ibid., p. 16.

cortos de ocupación del potrero, de cinco a siete días y con periodos de descanso de 35 a 45 días en la época de lluvias, o cuando se cuenta con riego. Cuando los potreros son grandes se recomienda el uso de la cerca eléctrica⁴⁷.

4.4.5 Producción de forraje. Vicuña, menciona: “El crecimiento inicial de las plantas de pasto es lento, por eso durante los primeros meses la producción de forraje es baja. Una vez que está establecido, la producción es superior o igual a la del raigrás. En condiciones naturales se puede obtener de 1.5 a 2.5 toneladas por hectárea de forraje seco por corte”⁴⁸.

4.5 GENERALIDADES DEL TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus*)

4.5.1 Origen y distribución. Suttie J, citado por Cárdenas y Murillo afirma:

Es una especie nativa de Europa y Asia, usada para pastoreo y algunas veces para heno; es rústica, perenne, con una fuerte raíz principal, tallos procumbentes y flores amarillas o rojas. También se cultiva en América del Norte, Australia, Nueva Zelanda y América del Sur. Es más tolerante a los suelos pobres, a las inundaciones, a la salinidad y a las altas temperaturas que los tréboles más importantes de zona templada, pero no compete con estos ni con la alfalfa cuando las condiciones son favorables a estos últimos⁴⁹.

4.5.2 Usos. El mismo autor manifiesta:

Se usa en agricultura como planta forrajera, tanto para pastura, heno, ensilaje. Puede utilizarse como alternativa de alfalfa en suelo pobre. El corniculato, si bien se adapta a diversas texturas de suelos, de arcillosos a franco-arenosos, tolera inundaciones, drenaje pobre y condiciones de mala aireación. Desarrolla en pH de 6 a 8, el óptimo es 6,5, soporta ligera salinidad pero no alcalinidad y tolera sequía, debido a su profundo y ramificado sistema radical⁵⁰.

⁴⁷ Ibid., p. 18.

⁴⁸ Ibid., p. 19.

⁴⁹ CÁRDENAS E. Y MURILLO M. Potencial forrajero del género *Lotus* para el trópico de altura andino en Colombia [online] Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Grupo de Investigación en Nutrición Animal – Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. [Consulta: 26 de septiembre 2008] Disponible en Internet: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/nut8.pdf>.

4.5.3 Calidad Nutricional del *Lotus*. Para Cárdenas y Murillo⁵¹, el *L. corniculatus* posee una calidad nutricional alta, con DIVMS entre 681 – 765 g/Kg MS y PC de 183 a 349 g/kg MS; en Colombia se ha observado PC hasta del 34,9% y DIVMS entre 68 – 74%.

Por otro lado Murillo, cita que:

El valor nutricional de *L. corniculatus* ha sido comparado con otras leguminosas por diferentes autores y han sugerido la superioridad de esta leguminosa sobre ellas en muchos aspectos, coincidiendo en que la gran calidad nutricional se debe al incremento de proteína sobrepasante por el contenido de taninos que presenta. Igualmente, se ha reportado un aumento del 62% en la absorción de aminoácidos esenciales, lo que origina cambios al presentar una concentración mayor de proteína (14%). Además, la palatabilidad se asocia positivamente con el tipo de crecimiento debido a que se facilita más su consumo⁵².

4.5.4 Producción de forraje del *L. corniculatus*. Marten y Jordan, citados por Murillo afirman:

Aunque las praderas puras de *L. corniculatus* proveen una mejor calidad de forraje, asociado con gramíneas contribuye a aumentar la producción de forraje al ocupar espacios en los que frecuentemente permanecían malezas. Gramíneas no competitivas o de baja producción en la mezcla inicial pueden permitir un buen establecimiento de *L. corniculatus* y a largo plazo una alta composición de la pradera con la leguminosa.⁵³

⁵⁰ Ibid., <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/nut8.pdf>.

⁵¹ Ibid., <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/nut8.pdf>.

⁵² MURILLO Maritza. Potencial forrajero del trébol pata de pájaro (*Lotus Corniculatus*) en ecosistema de trópico de altura. Santa Fe de Bogotá, Colombia: 2003, p10. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

⁵³ Ibid., p. 63.

4.6 GENERALIDADES DEL TRÉBOL ROJO (*Trifolium pratense*)

4.6.1 Origen y adaptación. Según Estrada⁵⁴, el trébol rojo se encuentra muy bien adaptado al trópico desde los 1800 a 3200 msnm, es más resistente a la sequía que el trébol blanco.

4.6.2 Siembra. Al respecto Estrada manifiesta: “Sembrado con maquinaria, en mezcla con gramíneas, se utiliza de 5 a 10kg de semilla, para siembra al voleo se utilizan de 7 a 15kg por hectárea. Un método muy común para la siembra, es colocar la semilla sexual en los saladeros para que el animal en su tubo digestivo las escarifique y posteriormente las siembre con las heces en la pradera”⁵⁵.

4.6.3 Manejo. Según Estrada:

Debido a su hábito de crecimiento el trébol rojo resiste el pastoreo fuerte, ya que sus reservas alimenticias son acumuladas en los órganos de la planta que no pueden ser consumidos por el animal en un pastoreo racional. Cuando está mezclado con la gramínea y esta es pastoreada fuertemente, tiene desventajas para iniciar el nuevo crecimiento por el consumo que hace el animal de sus reservas y el trébol tendrá estos elementos disponibles para iniciar una rápida formación de área foliar, siguiendo a esto una competencia por luz, llevando la mejor parte la especie con una mayor área foliar⁵⁶.

4.6.4 Producción de forraje. Estrada, menciona: “El crecimiento es algunas veces lento después de la siembra, pero después de la siembra se puede cosechar 2.5Ton/Ha, de forraje seco, con una producción anual de 60 a 65 Ton/Ha de forraje verde, si la humedad y la fertilidad son adecuadas, es muy exigente en fósforo. Su persistencia de 2-3 años depende del tipo de manejo y de las condiciones ambientales en que se encuentre”⁵⁷.

4.6.5 Hábito de crecimiento. A propósito Estrada afirma: “Plantas muy persistentes pero no perenne, erectas y semirrectas con tallos decumbentes, los

⁵⁴ ESTRADA J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Ciencias Agropecuarias. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. 2002. p. 347

⁵⁵ Ibid., p. 347.

⁵⁶ Ibid., p. 348.

⁵⁷ Ibid., p. 348.

foliolos son por lo general elípticos y tienen una mancha blanquecina en forma de v, las flores son violáceas”⁵⁸.

4.6.6 Uso. En este aspecto Estrada se refiere: “Se usa en pastoreo en mezcla con gramíneas, algunos lo han usado para corte y como abono verde, para lo cual se siembra solo, también se puede utilizar en mezcla para henificación o ensilaje”⁵⁹.

4.6.7 Calidad del forraje. El mismo autor manifiesta⁶⁰, la calidad del forraje (Tabla 3.) es muy buena, pero esta disminuye cuando la planta avanza a la fase reproductiva.

Tabla 3. Calidad del forraje del trébol rojo (*Trifolium pratense*).

En Colombia	PC	FDN	Como % de materia seca				ED
			FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	
35 días, lluvia.							
Cundinamarca	28.26	33.46	24.14	9.32	21.48	8.8	3.06
45 días, lluvia.							
Cundinamarca	20.56	41.28	30.68	10.60	20.74	9.3	3.38

Fuente: Adaptado de Gohl. 1982 y Laredo, 1985.

4.7 GENERALIDADES DEL TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*)

4.7.1 Origen y adaptación. A propósito Estrada afirma: “Se encuentran muy bien adaptadas en el trópico desde los 1800 a 3200 m.s.n.m, en muchas regiones crece espontáneamente en suelos bien fertilizados con fósforo. Requiere suelos fértiles, pero crece bien en gran diversidad de suelos, cuando la humedad es adecuada”⁶¹.

⁵⁸ Ibid., p. 348.

⁵⁹ Ibid., p. 348.

⁶⁰ BERNAL, Op.cit., p. 486.

⁶¹ ESTRADA, Op. Cit., p. 344.

4.7.2 Siembra. Vicuña afirma: “Se efectúa al voleo conjuntamente con la siembra de los pastos. Para los climas fríos los tréboles no deben exceder de los 2kg/ha, dada la espontaneidad de su crecimiento”⁶².

4.7.3 Hábito de crecimiento. Según Estrada: “son plantas persistentes y perennes, rastreras, estoloníferas, emite raíces en los nudos, las hojas son trifoliadas con folíolos ovales, generalmente con manchas blanquecinas en forma de v, las flores son de color blanco”⁶³.

4.7.4 Usos. Vicuña afirma: “Se usa en pastoreo en mezcla con gramíneas, se recomienda sembrarlo con raigrás, pasto azul orchoro o festucas. Un buen método para lograr su establecimiento es el de sembrar estas mezclas simultáneamente con trigo, cebada o avena”⁶⁴.

4.7.5 Producción de forraje. Al respecto Bernal menciona⁶⁵, Las plantas se establecen lentamente, la producción de forraje varía con la variedad; se puede cosechar hasta una ton/ha de heno, (5 ton/ha de forraje verde) en tres o cuatro meses después de la siembra y de 10 a 12 ton/ha por año con buenas condiciones de clima y suelo (aproximadamente 50 a 60 ton/ha de forraje verde).

4.7.6 Calidad del forraje. El mismo autor afirma⁶⁶, el forraje es de excelente (Tabla 4.), las variedades de hoja pequeña se utilizan como pastoreo y las hojas grandes se utilizan para henificación.

Donckers⁶⁷, asevera, el pasto azul orchoro asociado con trébol rojo, puede rendir entre 12 - 14 T de MS/ha/año. Alcanza hasta 16% de proteína cruda y un 60% de

⁶² VICUÑA, Op. cit., p.53.

⁶³ ESTRADA, Op. Cit., p. 344.

⁶⁴ VICUÑA, Op. cit., p.54.

⁶⁵ BERNAL, Op.cit., p. 489.

⁶⁶ BERNAL, Op.cit., p. 490.

⁶⁷ DONCKERS, R. Tecnología productiva de lácteos. Producción de pastos y forrajes. [online], Perú [Consulta: 15 de marzo 2011] Disponible en Internet: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/nut8.pdf>.

digestibilidad, aproximadamente, antes de la floración. Son poco palatables cuando no están asociadas con Leguminosas. El contenido nutricional de algunas especies forrajeras con respecto a materia seca, proteína, fibra cruda, calcio y fósforo se resume a continuación (Tabla 5.).

Tabla 4. Calidad del forraje del trébol blanco (*Trifolium repens*).

En Colombia	PC	FDN	Como % de materia seca				ED
			FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	
35 días, lluvia.							
Cundinamarca	25.46	36.54	29.08	7.46	23.50	8.8	3.44
45 días, lluvia.							
Cundinamarca	23.19	36.85	30.20	6.24	22.04	7.4	3.41

Fuente: Adaptado de Gohl. 1982 y Laredo, 1985.

Tabla 5. Composición nutricional del trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) en la sierra Andina del Perú.

Alimento	% MS	% PROTEÍNA	% FIBRA CRUDA	% Ca	% P
Trébol blanco					
Pastoreando Floración	21	24	14	-	-
Trébol rojo					
Fresco floración	20	21,2	19	2,26	0,38
Fresco final floración	28	14,9	30	1,01	0,27
Fresco segundo corte	27	17,3	25	1,64	0,36

Fuente: Ing. Ciria Noli E.E.A. Santa Ana Huancayo INIA 2003.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La valoración productiva de las asociaciones de gramíneas, saboya (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), y leguminosas trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), y trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), se inició con la recuperación del material de *Lotus corniculatus* introducido por la Unidad de Recursos Genéticos Forrajeros (URGF) donados por la Universidad Nacional sede Bogotá, el material se encontró localizado en una granja en el corregimiento de Daza, situada a 8Km de la ciudad de Pasto.

5.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo en la granja Chimangual, propiedad de la Universidad de Nariño, localizada en el municipio de Sapuyes, situada a 3200 msnm, con una temperatura de 9°C y una precipitación media anual de 1200mm⁶⁸.

5.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

El lote destinado para el trabajo de campo se preparó mediante labranza mínima, el proceso se hizo de acuerdo al manejo que se lleva en la granja Chimangual el cual consiste en: Pase de cincel y pase de rastrillo, posteriormente se delimitó los lotes con cuerda y estacas. La investigación se realizó en condiciones naturales razón por la cual no hubo corrección de acidez.

5.3 ÁREA REQUERIDA PARA EL ENSAYO

Para La investigación se utilizó un área experimental total de de 1500m², dividido en 32 parcelas de 35m² (7mx5m).

⁶⁸ GRANJA CHIMANGUAL, Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de zootecnia, granjas. [online] Universidad de Nariño, San Juan de Pasto [Consulta: 26 de septiembre 2008] Disponible en Internet: http://akane.udenar.edu.co/ciencias_pecuarias/zootecnia/granjas.htm

5.4 EQUIPOS

Se usaron balanzas electrónica, de reloj, decámetro, bolsas plásticas para semillero, pala, manguera, guadaña, hoz, soga, estacas, tijeras, machete, entre otros.

5.5 ANÁLISIS EDÁFICOS

Los análisis de suelos (Anexos A y B) fueron tomados antes de iniciar y al finalizar el trabajo de campo para determinar las condiciones del área de investigación y se procesaron en el laboratorio de suelos y microbiología de la Universidad de Nariño, sede Torobajo según el protocolo de Cortés, F, y Viveros, M, publicado en el manual de toma de muestras de suelos, 1977.

5.5.1 Químicos del suelo. Se realizó acorde a la metodología de laboratorio; se determinó pH por medio de potenciómetro relación suelo: agua (1:1), materia orgánica por método de Walkley y Black, y minerales; método disulfónico para N, método de Bray II para P y de cobalnitrito de sodio para K.

5.5.2 Físicos del suelo. Se determinó el grado textural y densidad aparente. Se realizó su cálculo en el laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño.

5.6 TOMA DE MUESTRA DEL FORRAJE

Se realizó basado en lo estipulado por Basto y fierro⁶⁹; se determinó el aforo mediante el uso de un aforo metálico de 25 X 25 cm (0.0625m²), para lo cual se ubicó en 3 sitios diferentes por replica, de cada tratamiento, teniendo en cuenta los niveles alto, medio y bajo de la pastura. Para luego determinar las variables agronómicas.

⁶⁹ BASTO, G. y FIERRO, L. Manejo sostenible de praderas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA; Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Ed. Produmédios. Junio. 1999. P. 12.

5.7 VARIABLES AGRONÓMICAS

5.7.1 Producción de forraje verde o biomasa fresca. Se procedió a tomar las muestras, con el fin de comparar el rendimiento de biomasa en cada uno de los tratamientos. Luego del aforo, el pasto se introdujo en bolsas previamente pesadas en balanza de precisión, posteriormente se efectuó la conversión de producción de forraje verde en toneladas por hectárea.

5.7.2 Producción de biomasa seca. Se determinó mediante el análisis proximal de Weende, según la metodología descrita por la Oficial Association Análisis Center. Luego del secado se estableció el peso en seco y se calculó la producción de biomasa seca por hectárea⁷⁰.

5.7.3 Altura de la planta. Para esta variable se utilizó una cinta métrica, se midió en centímetros, la longitud de la planta desde el cuello de la raíz hasta la punta de la hoja más larga sin estirla⁷¹.

5.7.4 Índice de área foliar. Se realizó teniendo en cuenta la metodología de Bernal⁷², que lo define como “área foliar por unidad de superficie de terreno”. Se calculó de la siguiente manera: De las hojas intermedias se tomó un centímetro, se lo pesó y con base en la producción de biomasa y la relación hoja:tallo se calculó el índice.

5.7.5 Cobertura de la planta: Es la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos, sobre un espacio determinado; según Alcalá Juan et.al⁷³, es decir, la proporción en porcentaje de la superficie de terreno que está cubierta por vegetación enterrada, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales.

⁷⁰ OFICIAL ASSOCIATION ANALISIS CENTER. Oficial Methods of Analisis.ass. Off. Agricultural Chemist. Estados Unidos: s.n. 1995. p.58.

⁷¹ CASTRO E. Op. Cit p. 48.

⁷² BERNAL, Op.cit., p. 23.

⁷³ ALCALA, J, et al. Empleo de ovinos como agentes de control del zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) bajo condiciones de temporal. [online], México Pasto [Consulta: 26 de septiembre 2010] Disponible en Internet: <http://www.turevista.uat.edu.mx/3-ovinos.htm>

5.7.6 Composición botánica de la pradera: Es la cantidad relativa de las diferentes especies que componen una pradera; el porcentaje de composición puede basarse en frecuencias, coberturas, densidades o peso. Se expresó en porcentaje, como lo sugiere el INTA y el RLAC⁷⁴.

Para efectuar el cálculo de cobertura y composición botánica se basó en el manual de monitoreo de plantas y animales (monitoring plant and animal) descrito por Elzinga *et,al.*⁷⁵.

- Se elaboró una tabla, donde se consignó los datos con los nombres de las especies sembradas, casillas, donde se reporta las plantas de la asociación, las plantas consideradas como arvenses y suelo desprotegido o desnudo.
- Se realizó observaciones visuales respectivas al marco de aforo, se realizaron 10 observaciones y lanzamientos por replica, es decir 40 observaciones por tratamiento.
- Se consignaron las observaciones en la tabla en porcentaje, tomando el área de aforo como 100% en cada corte.
- El análisis de datos se efectuó teniendo en cuenta los promedios, agrupándolos según el porcentaje de cada especie en cada uno de los cortes.

5.7.7 Velocidad de crecimiento: Se estimó calculado el incremento de la altura durante un período determinado, para este caso cm/semana. La velocidad de crecimiento se obtuvo por la diferencia entre la altura al final del intervalo de corte, menos la altura inicial, dividido entre el número de días entre mediciones sucesivas.

⁷⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). Principios de manejo de praderas naturales. Santiago de Chile: 1986.p. 156.

⁷⁵ ELZINGA, Salzer; JW, WILLOUGHBY. Y Gibbs, J:P.. Monitoring plant and animal-Populations. [online]. 5 ed. [USA]: 2001. [Consulta: 21 de octubre 2010] Disponible en Internet: <http://www.blackwellscience,enc>.

5.8 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Se realizó en los tres cortes, luego de tomar las variables agronómicas, se recolectó 2 muestras por tratamiento, se trasladó al laboratorio de la Universidad de Nariño para su análisis.

La valoración bromatológica se realizó mediante un análisis proximal de Weende para materia seca; de Kedjhal para proteína cruda y van Soest para fibra detergente neutra y fibra detergente ácido y la energía se determinó por el método calorimétrico.

5.9 SISTEMA Y DENSIDAD DE SIEMBRA

El sistema y densidad de siembra de las gramíneas y leguminosas utilizada para este ensayo se realizó de la siguiente manera y teniendo en cuenta las recomendaciones reportadas en literatura:

Para el pasto Saboya Bernal⁷⁶, recomienda semilla sexual a razón de 15 Kg/ha regándola al voleo sobre terreno preparado.

Para el pasto azul orchoro Vicuña⁷⁷, sugiere semilla sexual a razón de 35 Kg/ha regándola al voleo en mezcla con tréboles, sobre terreno bien preparado y al comienzo de las lluvias

Para el trébol pata de pájaro se tuvo en cuenta las recomendaciones de Mera y Ruales⁷⁸, quienes sugieren la asociación con *L. corniculatus* a densidades de siembra de 1 planta/m cuadrado y el sistema de reproducción por raíz.

Para trébol rojo y blanco Vicuña⁷⁹, recomienda sembrar al voleo conjuntamente con la siembra de los pastos a razón de 1 – 4 kg/ha, para esta investigación se utilizó 2 kg/ha.

⁷⁶ BERNAL, Op.cit., p. 548.

⁷⁷ VICUÑA, Op. cit.,p 15.

⁷⁸ MERA Y RUALES, Op. cit.,p 67.

⁷⁹ VICUÑA, Op. cit.,p 53.

5.10 TRATAMIENTOS

T1 = S

T5 = AO

T2 = S + L

T6 = AO + L

T3 = S + TR

T7 = AO + TR

T4 = S + TB

T8 = AO + TB

Donde:

S = saboya (*Holcus lanatus*)

L = trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*)

TR = trébol rojo (*Trifolium pratense*)

TB = trébol blanco (*Trifolium repens*)

AO = azul orchoro (*Dactylis glomerata*)

5.11 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para efectos de determinar cuáles son las variables que mayormente condicionan la productividad de las asociaciones, se adoptó un diseño de bloques completos al azar, 8 tratamientos y 4 replicas por tratamientos. Para el procesamiento de información se utilizó el programa S.A.S (Statistical Analysis System). El análisis se hizo mediante el procedimiento de análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan.

5.11.1 Modelo matemático. El modelo matemático corresponde a:

$$X_{ij} = U + t_1 + B_j + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = respuesta del forraje en asociación

U = media general del experimento

Ti = efecto del tratamiento i

Bj = efecto del tratamiento j

Eij= error experimental asociado a la unidad experimental i sometida al tratamiento j.

5.11.2 Formulación de hipótesis. Con el análisis estadístico se planteó las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula: $H_0 = M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = M_6 = M_7 = M_8$

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables a evaluar.

Hipótesis alterna: $H_1 = M_1 \neq M_2 \neq M_3 \neq M_4 \neq M_5 \neq M_6 \neq M_7 \neq M_8$

La media de los tratamientos no es igual. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos muestra diferencias significativas en los promedios de las variables; al aceptar este tipo de hipótesis, se elige el tratamiento que presente mejores rendimientos respecto a las variables.

5.12 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para establecer la viabilidad económica, se basó en la metodología para la evaluación económica de proyectos de investigación agropecuarias, propuestos por Cino y De Armas⁸⁰.

Para el caso, se determinó por diferencia entre el ingreso y el costo de cada uno de los tratamientos, se obtuvo una razón beneficio costo y dedujo la utilidad. Se estimaron algunos costos como mano de obra y precio de la leguminosa, y se los

⁸⁰ CINO, María y DE ARMAS, Op.cit. p.127.

acondicionó a los reales; se tuvieron en cuenta los ingresos por concepto de producción de los Kg. MS/ha/año.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS

Los resultados obtenidos en este acápite corresponden al promedio de tres cortes consecutivos. Los respectivos andevas se consignan en anexos para mayor claridad y objetividad se centró la discusión sobre los resultados del promedio de los cortes de todas las variables al final del experimento. Los tratamientos que se evaluaron fueron:

T1 = S

T5 = AO

T2 = S + L

T6 = AO + L

T3 = S + TR

T7 = AO + TR

T4 = S + TB

T8 = AO + TB

Donde:

S = saboya (*Holcus lanatus*)

L = trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*)

TR = trébol rojo (*Trifolium pratense*)

TB = trébol blanco (*Trifolium repens*)

AO = azul orchozo (*Dactylis glomerata*)

6.1.1 Producción de biomasa fresca. El análisis de varianza (Anexo D.) mostró diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 6.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T1 15.14 Ton/FV/ha/corte y T3 14.73 Ton/FV/ha/corte (Figura 1.).

Tabla 6. Producción de biomasa fresca Ton/FV/ha/corte.

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	14.1800 B	14.7675 B	16.4825 B	15.1433 A
T2 (S + L)	9.9050 D	16.6375 A	14.0975 B	13.5475 C
T3 (S + TR)	13.1950 B	13.4675 C	17.5400 A	14.7341 A
T4 (S + TB)	17.9250 A	13.5650 BC	11.6175 C	14.3675 B
T5 (AO)	9.9475 D	13.1050 C	11.3175 CD	11.4575 D
T6 (AO + L)	9.6350 D	11.5450 D	10.0675 DE	10.4175 E
T7 (AO + TR)	9.7650 D	11.1100 D	9.7625 E	10.2125 E
T8 (AO + TB)	11.7550 C	10.7475 D	9.8075 E	10.7675 DE

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

Figura 1. Producción de biomasa fresca promedio de las asociaciones de gramíneas, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, y leguminosas *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.



En cuanto a la producción del pasto Saboya en monocultivo se encontraron resultados cercanos a los reportados en literatura. Al respecto López y Maigual⁸¹, analizaron la producción en condiciones similares y encontraron producciones de 12 y 15 Ton/FV/ha/corte. Este comportamiento productivo fue semejante al encontrado por Cárdenas⁸², quien obtuvo rendimientos en condiciones naturales para falsa poa de 10 a 15 Ton/FV/ha/corte.

⁸¹ MAIGUAL, P. Y LÓPEZ. Determinación de factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus*) en condiciones de no intervención en la zona andina del departamento de Nariño a una altura comprendida entre 2800 y 3049 msnm. San Juan de Pasto, Colombia: 2009, p35. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

⁸² CÁRDENAS, Op.cit., <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

Según Bernal⁸³, el crecimiento de las variedades nativas de saboya y la producción de forraje son bajos, el crecimiento ocurre principalmente en el invierno y puede ser continuo por encima de 3000 msnm. Además de su adaptación, rusticidad, el forraje producido es de muy buena calidad.

En cuanto a la producción de las asociaciones con Lotus se observó una baja producción en el primer corte con Saboya y azul orchoro, y con azul en el segundo y tercer corte.

En este sentido Seany y Henson⁸⁴, aseveran que el Lotus una especie de establecimiento lento si se la compara con los tréboles y no es adecuada para rotaciones cortas. El vigor de las plántulas es menor que el de la alfalfa o del trébol rojo y las poblaciones jóvenes se pueden perder por la competencia de otros cultivos, de las malezas o por la sombra, el trifolío pata de pájaro, a medida que se acerca la madurez, se vuelve muy susceptible al vuelco con pérdidas importantes durante el corte y el secado del heno; este será escaso si está asociado con pasto azul o fleo.

Al analizar la producción, durante los tres cortes, se observó que en el primer corte fue menor en la mayoría de tratamientos en comparación con el segundo y tercer corte, lo cual se explica por la baja pluviosidad durante esta época con 28.68 mm (Anexo C.) sin embargo, las asociaciones con trébol blanco mostraron tolerancia a estas condiciones.

En el segundo corte fue cuando hubo mayor pluviosidad (100.4 mm) y se observó que las asociaciones expresaron mayor rendimiento de forraje, que las gramíneas en monocultivo.

Crespo et al⁸⁵. Sostienen que las condiciones climáticas como precipitación y humedad relativa juegan un papel decisivo en la producción de biomasa.

⁸³ BERNAL, Op.cit., p. 548.

⁸⁴ SEANY Y HENSON. Cultivos para heno, leguminosas forrajeras y legumbres. Zootecnia Trop. Vol 13. 1995, p. 63.

⁸⁵ CRESPO, G., et al. Los pastos en Cuba. Ed: Pueblo y educación. La Habana cuba, p. 189.

Según Cobo⁸⁶, uno de los factores que perjudican mas el crecimiento de las gramíneas en el trópico es la distribución de anual de las precipitaciones, reduciendo hasta en un 40% la producción de forraje verde.

Bernal⁸⁷ menciona, el agua es uno de los factores ecológicos de mayor importancia. La cantidad y distribución de la precipitación determinan en gran parte la adaptación de una especie forrajera particular a un medio dado.

6.1.2 Producción de biomasa seca. El análisis de varianza (Anexo E.), mostró diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 7.) revelo los mejores resultados en el tratamiento T4 con 2.75 Ton/MS/ha/corte (Figura 2.).

Tabla 7. Producción de biomasa seca Ton/MS/ha/corte.

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	3.0375 B	2.3800 C	2.5746 B	2.6656 B
T2 (S + L)	1.8900 F	3.2900 A	2.4225 B	2.53250 C
T3 (S + TR)	2.9900 B	2.1050 D	2.8099 A	2.6358 BC
T4 (S + TB)	3.8700 A	2.4250 C	1.9575 C	2.75000 A
T5 (AO)	2.4050 CD	2.6525 BC	1.9800 C	2.34500 D
T6 (AO + L)	2.1125 E	2.7375 B	1.7550 CD	2.20500 DE
T7 (AO + TR)	2.2325 DE	2.4500 C	1.6300 D	2.10250 E
T8 (AO + TB)	2.5525 C	2.4175 C	1.6775 D	2.21500 DE

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

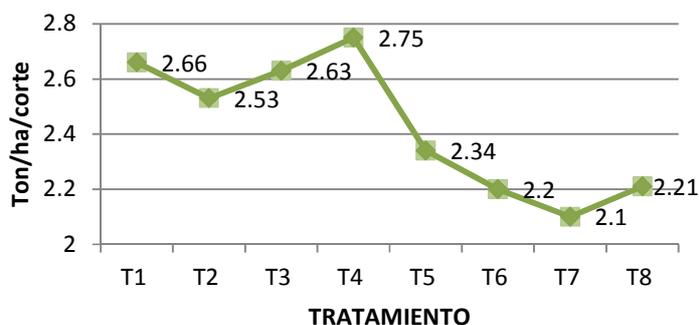
Los menores valores encontrados se obtuvieron el pasto azul orchoro en este aspecto, Bernal⁸⁸ manifiesta que el crecimiento inicial de las plantas de *dactylis glomerata* es lento y se obtiene poca producción de forraje durante los primeros meses. Una vez establecido, la producción es igual o superior a la del raigrás.

⁸⁶ COBO, A. El suelo y el agua en la producción de pastos. Abril 2003. P.75

⁸⁷ BERNAL, Op.cit., p. 23.

⁸⁸ Ibid., p.459.

Figura 2. Producción de biomasa seca promedio de las asociaciones de gramíneas, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, y leguminosas *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.



En cuanto a la producción de forraje se observaron los mejores resultados en el segundo corte que fue el periodo de mayor pluviosidad (100.4 mm). En el tercer corte la pluviosidad disminuyó respecto al segundo (70.65 mm), lo cual ocasionó una menor producción de materia seca.

En este sentido Bernal⁸⁹ afirma, cuando las plantas no están sometidas a estrés hídrico, la pérdida de agua por evaporación está controlada por factores climáticos, a medida que el suelo pierde humedad la evapotranspiración de la planta disminuye, este efecto se asocia usualmente con una reducción en el rendimiento de materia seca.

La adaptabilidad del trébol blanco y rojo por ser especies ya establecidas en la zona y la facilidad de prendimiento de el *Lotus* favoreció la producción de biomasa, debido quizá a la fijación de nitrógeno que es capaz de hacer la leguminosa; y al aprovechamiento de agua y otros nutrientes que están en horizontes más profundos y que la gramínea no puede explorar con su sistema radicular.

Lo anteriormente expuesto se apoya en lo encontrado por Murillo⁹⁰, acerca de la conveniencia de la asociación de leguminosas con gramíneas, debido al aumento en la producción de forraje y al mejoramiento en calidad de la dieta ofrecida a los animales. Las leguminosas incrementan la producción de materia seca en las

⁸⁹ Ibid., p.74.

⁹⁰ MURILLO, Op. cit., p.63.

praderas cuando éstas se asocian con gramíneas. Esta disponibilidad de forraje incrementa la carga animal por unidad de superficie. Al respecto Costa *et al* citado por Rojas⁹¹. Evaluaron tres gramíneas forrajeras, asociadas con cinco leguminosas, en el período de máxima precipitación, donde las asociaciones expresaron mayor rendimiento de forraje, que las gramíneas en monocultivo.

A propósito Cárdenas⁹², En cuanto a rendimientos de biomasa, se ha observado que las especies introducidas producen más forraje que las especies nativas, dado que en la mayoría de los casos las especies introducidas responden mejor a la fertilización que las especies nativas, lo que hace que estos sistemas productivos sean dependientes de insumos agrícolas tales como riego y fertilización.

Para el caso de producción de biomasa en asociación de gramínea leguminosa en otras latitudes, Leep *et al*. Citado por Cárdenas⁹³ reportaron rendimientos en la mezcla de *D.glomerata* y *F. arundinacea* con *L. corniculatus* con 9.59 y 10.0 TonMS/ha/año respectivamente, frente a lo reportado por Sleugh *et al*. (2000), en *D. glomerata* mezclado con *L. corniculatus* y *M. sativa*, con 9.3 y 11.2 Ton/MS/ha/año.

Los resultados encontrados en la asociación con Lotus son marcadamente inferiores a los reportados en literatura, lo cual se explica en que la investigación se llevó a cabo en condiciones naturales, es decir sin fertilización.

Tanto las gramíneas solas como en asociación de gramíneas y leguminosas requieren de una apropiada fertilización para producir alimentos óptimos. Aunque las mezclas no requieren mucho nitrógeno, su productividad está limitada por el fósforo, el análisis de suelo (Anexo A.) realizado en el área experimental muestra deficiencia de este elemento.

Bordoli⁹⁴ menciona, el P es el nutriente más importante puesto que limita el crecimiento de pasturas, especialmente de leguminosas, además las especies

⁹¹ ROJAS, Op.cit., <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

⁹² CÁRDENAS, Op. cit., Disponible en Internet: <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

⁹³ CÁRDENAS, Op.cit., <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

difieren en su capacidad de absorber P del suelo, así como en su eficiencia de utilización dentro de la planta para producir materia seca. Estas diferencias determinan requerimientos de niveles de P en el suelo muy distintos para lograr máximas producciones de una especie dada.

El análisis de suelo (Anexo A.) indica un pH de 4.9, es decir un suelo extremadamente ácido, este aspecto es muy importante puesto que el ensayo se llevó a cabo en condiciones naturales, lo que implica que no se realizó ninguna enmienda para corrección de acidez.

En este sentido Bernal⁹⁵ asevera que las gramíneas se desarrollan bien a pH de 5 en adelante y, por consiguiente solamente se recomienda encalar suelos extremadamente ácidos, para este tipo de plantas. Las leguminosas requieren un pH más alto y un mayor contenido de calcio, fósforo y potasio. Para establecer una mezcla de gramíneas y leguminosas, frecuentemente es necesario encalar.

Bordoli⁹⁶ manifiesta, la acidez del suelo limita el establecimiento y producción de pasturas, sobre todo de las leguminosas. La problemática de la acidez del suelo y los criterios de corregirla mediante el encalado difieren de acuerdo si los suelos presentan cantidades relevantes de aluminio intercambiable, o el problema de acidez se circunscribe solamente a un bajo pH, que puede afectar la fijación biológica de N por las leguminosas e influir en la dinámica de nutrientes en el suelo, especialmente en la disponibilidad de P.

El mismo autor afirma⁹⁷, entre las leguminosas forrajeras más usadas, la alfalfa es la más sensible a la acidez, luego el T. rojo, T. blanco, y Lotus. En suelos con aluminio intercambiable es imprescindible eliminarlo mediante encalado para poder producir alfalfa o t. rojo. A su vez, la eliminación de ese aluminio intercambiable produce incrementos de rendimiento de hasta 140% en especies menos sensibles como t. blanco y *Lotus*.

⁹⁴ BORDOLI, J.M. and A.P. Mallarino. Encalado y fertilización fosfatada de pasturas de trébol blanco-lotus en suelos arenosos. Jornadas Técnicas Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. Memorias 26-28. 1988.

⁹⁵ BERNAL, Op.cit., p. 76.

⁹⁶ Ibid., p. 27.

⁹⁷ Ibid., p. 27.

Respecto al Lotus y la capacidad de absorción de P Ayala *et al*⁹⁸, citado por Murillo, afirma que la alta capacidad de absorción de P de *Lotus corniculatus* resulta en una adquisición de nutrientes, el autor sugiere que se la siembre colocando fertilizante fosfato para beneficiar la leguminosa, puesto que la proximidad del fertilizante mejora la toma de nutrientes por su rápido contacto con la raíz y la competencia entre leguminosa y gramínea se puede reducir, beneficiando el establecimiento de pasturas asociadas.

Varios estudios realizados con *Lotus* muestran las bondades de esta leguminosa en suelos ácidos, sin embargo en todos se menciona la fertilización con fósforo, esto podría ser la razón de que el Lotus no mostró los resultados esperados en este ensayo puesto que se realizó en condiciones naturales, otro criterio a tener en cuenta es que quizás las condiciones de la zona no son las apropiadas para la producción de esta especie.

A propósito de la fertilización con fosforo Davis⁹⁹ citado por Murillo, comparó los requerimientos de fósforo de algunas leguminosas en Nueva Zelanda en suelo moderadamente ácido (pH 4,5) y con baja disponibilidad de fósforo, dentro de estas se encontraban *L. corniculatus*, *L. pendunculatus*, *T. repens*, *T. ambiguum*, *T. pratense*, *T. hybridum*, *M. sativa*, y *Lupinus polyphyllus*. El autor observó que en la etapa de establecimiento los Trifolium fueron más productivos que las especies de *Lotus* y *M. sativa*, en la segunda cosecha se observaron las mayores producciones de materia seca, exceptuando *T. repens*, los mayores incrementos se observaron en las especies de menor establecimiento, *L. corniculatus* (320%) y *T. ambiguum* (230%). En ambas cosechas la concentración crítica de fósforo fue mayor en *T. repens* (0.32%) que en *L. corniculatus* (0.22%). Durante el ensayo se presentó un periodo de sequía, donde proliferaron gramíneas y malezas y en estas condiciones *L. corniculatus* mostró gran tolerancia a la sequía a bajas (50 kgP/ha) y altas tasas (800 kgP/ha) de Suplementación fosfórica presentando la mayor producción de 2.8 y 2.5 Ton/MS/Ha respectivamente.

En estudios anteriores el mismo autor reporta una producción de materia seca mayor en *L. corniculatus*, *L. pendunculatus* y *L. poliphyllus* frente a *T. repens*, *T. ambiguum*, *C. varia* y *A. cicer* en suelos ácidos con baja disponibilidad con fósforo, además encontró una mejor respuesta la suplementación fosfórica en *L. corniculatus*, de otro lado, el principal efecto del fósforo fue incrementar el

⁹⁸ MURILLO, Op. cit., p.52.

⁹⁹ Ibid., p. 52.

contenido de nitrógeno tanto en la raíz como en el retoño, con una suplementación de 12.5 kg/ha de P la concentración de N fue de 2.92% en el retoño y de 1.69% en la raíz, en comparación con una suplementación de 400 kg/ha de P donde el nivel de N fue de 3.63% en el retoño y 2.29 en la raíz, siendo relevante este aspecto en la fijación de nitrógeno.

6.1.3 Altura de la gramínea. El análisis de varianza (Anexo F.) No mostró diferencias entre los tratamientos en el primer corte, en el segundo y tercer corte se observaron diferencias ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 8.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T4 60.5 y T5 60.410 cm (Figura 3.).

Los valores obtenidos son cercanos a los reportados por Castro¹⁰⁰, quien encontró valores en Saboya de 39.7cm y 42.3cm, mientras en asociación con Lotus se reportan valores de 52cm y 62.5 cm para Saboya y 40.5cm y 46.5cm para azul orchoro a 45 y 70 días de corte respectivamente.

Tabla 8. Altura en cm de las gramíneas.

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	57.250 A	39.750 C	44.750 BC	47.250 B
T2 (S + L)	64.500 A	46.000 BC	39.750 BC	50.083 B
T3 (S + TR)	51.250 A	45.250 BC	47.000 B	47.835 B
T4 (S + TB)	60.500 A	58.500 A	62.500 A	60.500 A
T5 (AO)	63.250 A	56.000 AB	62.000 A	60.410 A
T6 (AO + L)	56.250 A	45.500 BC	33.000 C	44.918 B
T7 (AO + TR)	52.000 A	43.500 C	41.750 BC	45.750 B
T8 (AO + TB)	56.250 A	41.500 C	44.250 BC	47.333 B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

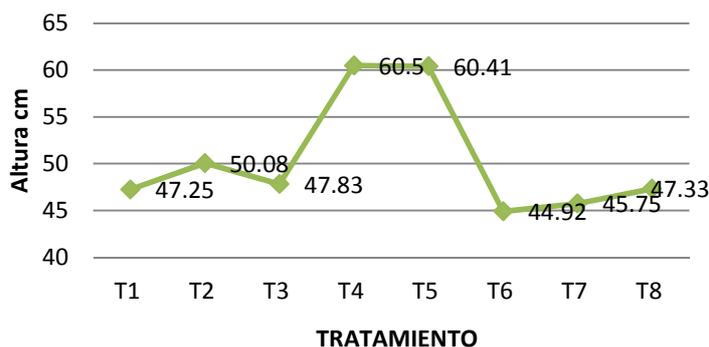
Respecto al hábito de crecimiento Bernal¹⁰¹ afirma, el *Holcus lanatus* crece como plantas aisladas o formando grupos pequeños perennes, posee tallos erectos que pueden alcanzar 60 a 70 cm de altura, se desarrollan durante todo el año. En cuanto al pasto azul orchoro este es perenne de crecimiento robusto, matas individuales en matojos, los tallos florales alcanzan hasta 1.3 m. Después de

¹⁰⁰ CASTRO, Op. cit., p.50.

¹⁰¹ BERNAL, Op. cit., p. 548.

varios años la población disminuye y solo quedan plantas aisladas. Tiene raíces profundas, y es resistente a la sequía.

Figura 3. Altura de las gramíneas.



Mansilla¹⁰², reportó en un ambiente sin competencia e incluso en invernadero, con condiciones controladas, *H. lanatus* alcanzó una altura de 78.2 cm.

El CIAT, citado por Acosta y Moncayo¹⁰³, afirma que el incremento en la altura de la planta puede producir sombra en la superficie del suelo, estimulando la absorción de nitrógeno y por ende crecimiento.

Bernal menciona¹⁰⁴, en general la defoliación disminuye la cantidad de materia seca producida por la planta. Esto es particularmente cierto para las especies de la zona templada, pero en pastos tropicales es frecuente encontrar la situación contraria, en la cual la producción de ms es mayor cuando se corta a intervalos adecuados. Si el corte es severo o muy frecuente puede encontrarse que la planta no pastoreada produce más que la pastoreada.

¹⁰² MANSILLA, H. Estudio fenológico en *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Lotus uliginosus* Schk y *Trifolium repens* L. en Valdivia. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 1981. 87 p.

¹⁰³ ACOSTA, E. Y MONCAYO, O. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes sistemas de fertilización orgánica y/o mineral en zona de ladera. San Juan de Pasto, Colombia: 2002, p112. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

¹⁰⁴ BERNAL, Op. cit., p. 52.

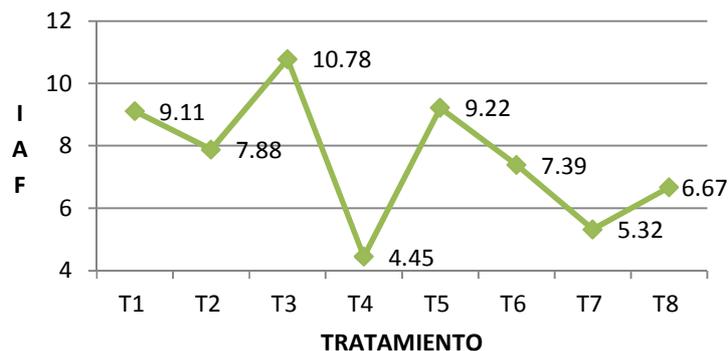
6.1.4 Índice de área foliar. Para esta variable en el caso de las asociaciones se midió en la gramínea con el fin de observar el efecto de la leguminosa en la asociación. El análisis de varianza (Anexo G.) mostró diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 9.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T3 con 10.78 (Figura 4.).

Tabla 9. Índice de área foliar de las gramíneas.

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	9.070 AB	8.840 AB	9.433 AB	9.115 AB
T2 (S + L)	7.185 AB	8.775 AB	7.695 AB	7.883 AB
T3 (S + TR)	10.835 A	10.880 A	10.628 A	10.783 A
T4 (S + TB)	5.058 B	4.208 B	4.103 B	4.455 B
T5 (AO)	10.100 AB	8.898 AB	8.660 AB	9.220 AB
T6 (AO + L)	8.275 AB	6.713 AB	7.178 AB	7.388 AB
T7 (AO + TR)	6.095 AB	4.610 B	5.265 AB	5.320 B
T8 (AO + TB)	6.720 AB	6.323 AB	6.958 AB	6.668 AB

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

Figura 4. Índice de área foliar de las gramíneas.



Los mayores resultados se observaron en el primer corte. En este sentido Bernal¹⁰⁵ menciona, el Índice de Área Foliar (superficie que ocupan las hojas) es el

valor por el cual una planta puede captar el 95% de la luz en un día sin nubes, se ha investigado y puesto de acuerdo que a partir del 95% la planta tiene un crecimiento óptimo. En palabras más sencillas es la cantidad de hojas, a partir del cual el árbol se desarrolla bien. Grandes cantidades de área foliar no producen aumentos adicionales en producción debido a que las hojas basales se hacen sombra unas a otras y las hojas viejas se hacen ineficientes. Adicionalmente, a medida que se forman nuevas hojas, las hojas viejas mueren anulando el incremento de producción.

Lo anterior explica porque las mayores producciones de forraje se observaron en el segundo corte, y no en el primero donde se encontró valores de IAF más altos.

Los valores encontrados en esta investigación en la mayoría de tratamientos se encuentran cercanos a los reportados por Bernal¹⁰⁶, quien afirma que El IAF crítico para interceptar el 95% de la luz incidente al medio día varía con la especie; por ejemplo, en raigrás perenne y trébol blanco es de 5.0 y para otros pastos es de 9.0 y 10.0, bajo condiciones climáticas y fertilidad de suelos adecuados. Urbano¹⁰⁷, citado por Mera y Rúaless afirma que los pastos tropicales tienen bajo Índice de área foliar.

Bernal¹⁰⁸ afirma, cuando el IAF está por debajo de cierto nivel no se utiliza toda la luz disponible y en consecuencia el crecimiento es relativamente lento. Con valores muy altos de IAF, el sombreado también puede determinar una reducción sustancial del crecimiento. Una cantidad de hojas suficiente para interceptar el 95% de la luz incidente es la que determina un crecimiento óptimo de los forrajes. Las prácticas de manejo de pastos que permitan mantener áreas foliares óptimas para una interceptación máxima de la luz incidente serán por lo tanto, las que conduzcan a una mayor productividad de los forrajes.

6.1.5 Cobertura forrajera y composición botánica de la pradera

La cobertura forrajera fue mejor para las asociaciones, los mejores resultados se observaron en T4 96.69% y T3 94.46% de cobertura, en cuanto a gramíneas en

¹⁰⁵ Ibid., p. 48.

¹⁰⁶ Ibid., p. 23.

¹⁰⁷ MERA Y RUALES, Op. cit., p 58.

¹⁰⁸ BERNAL, Op. cit., p. 23

monocultivo la de mayor proporción fue en el tratamiento T1 (S) con 85.54%, (Tabla 10.), respecto a las leguminosas en las de mayor cobertura fueron: T3 (S+TR) con 31.10%, y T2 (S + L) con 30.52%. En los tratamientos las mayores coberturas se obtuvieron en las asociaciones, los mejores resultados se observaron en T4 96.69% y T3 94.46% de cobertura. En las praderas crecieron tres especies de plantas acompañantes siendo la grama (*Paspalum sp.*) la de mayor invasión en el segundo y tercer corte principalmente, otra arvense que se observó fue la manzanilla (*Matricaria chamamilla L.*), y rojo (*Rumex acetocella L.*) (Anexo H.).

Tabla 10. Cobertura y composición botánica (%) de la pradera promedio de tres cortes.

Tratamiento	Asociación		Arvenses			Suelo desnudo
	Gramínea	Leguminosa	<i>Paspalum</i>	<i>Matricaria</i>	<i>Rumex</i>	
T1 (S)	85,54	3,07	4,83	4,49	0,86	1,21
T2 (S+L)	61,68	30,52	3,36	1,61	1,41	1,43
T3 (S+TR)	63,36	31,10	2,11	1,45	1,02	0,97
T4 (S+TB)	75,92	20,77	0,98	1,04	0,60	0,68
T5 (AO)	83,00	2,98	7,29	4,41	1,04	1,29
T6 (AO+L)	65,87	26,60	2,00	2,67	1,24	1,63
T7 (AO+TR)	66,20	27,64	2,45	1,05	0,56	2,11
T8 (AO+ TB)	70,43	23,90	1,36	1,35	1,69	1,28

Durante el ensayo en las gramíneas en monocultivo se observó una mayor cobertura en el pasto saboya, en las leguminosas las de mayor cobertura fueron las asociaciones de saboya con Lotus y trébol rojo en los tres cortes.

La mayor cobertura en los en las asociaciones con *Holcus lanatus* explican los resultados obtenidos en producción de biomasa fresca y seca, ya que al existir mayor cobertura se incrementa la producción de forraje.

Los mejores resultados se obtuvieron en el tercer corte (Anexo H.) debido a que las plantas se encontraban establecidas y adaptadas a las condiciones del medio, los menores valores de cobertura fueron en el primer corte, esto ocasionado a que este fue el período de menor pluviosidad.

Por otro lado Bernal¹⁰⁹ sostiene, en mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío, como por ejemplo raigrás y trébol se puede mantener la proporción entre los distintos componentes de la mezcla mediante una altura de corte o pastoreo apropiada. Cuando se pastorea bajo se favorece la leguminosa que almacena sus reservas en los estolones y rizomas en cambio cuando se pastorea alto se favorece la gramínea que rebrota rápidamente debido a el área foliar remanente y a que acumula sus reservas en la base de los tallos. Por lo tanto con un pastoreo controlado se puede aumentar o disminuir a voluntad la cantidad de trébol o raigrás presente en la mezcla. El estado de desarrollo y la altura de la planta antes de su utilización, así como los residuos que se dejan en la pradera influyen tanto el rendimiento como las proporciones de gramíneas y leguminosas en la mezcla.

El grado de invasión se dio seguramente porque las arvenses son plantas oportunistas y agresivas que compiten por nutrientes y luz, pero la incorporación de la leguminosa mejoró las condiciones de la pradera, puesto que previa preparación del terreno se observó gran cantidad de arvenses, en su mayoría grama.

Respecto a la proporción de suelo desnudo se observó una tendencia a disminuir en cada corte, en el primer corte existió un porcentaje mayor debido quizá a que para la preparación de terreno para la siembra se extrajo cespeditos de grama (*Paspalum sp.*).

Un aspecto importante es la competencia de especies a propósito, Muslera y Ratera citados por Rojas¹¹⁰, manifiestan; A partir de la experiencia generada, en el manejo de asociaciones de gramíneas y leguminosas, se coincide en señalar la dificultad de asociar las leguminosas con las gramíneas en cualquier pradera. Esto se debe a que las gramíneas tienen mayor capacidad, que las leguminosas, para absorber fosfatos, sulfatos, nitratos y potasio, de la solución nutritiva del suelo, resulta que para que la leguminosa persista en una mezcla, es necesario proveerlas en abundancia de los elementos necesarios para un buen crecimiento y desarrollo.

Argel, citado por Rojas¹¹¹, menciona, la mayoría de las leguminosas tropicales disponibles, tienen una historia relativamente corta de domesticación, al

¹⁰⁹ Ibid., p. 50.

¹¹⁰ ROJAS, Op.cit., <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

compararlas con leguminosas de zonas templadas como la alfalfa (*Medicago sativa*). Por esta razón, el rango de adaptación y los rendimientos de forraje de las leguminosas tropicales, en los diferentes ecosistemas, puede ser muy variable y, a veces, errático.

6.1.6 Velocidad de crecimiento. El análisis de varianza (Anexo I.) No mostró diferencias entre los tratamientos en el primer corte, en el segundo y tercer corte se observaron diferencias ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 11.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T4 con 7.9 y T5 con 7.95 cm/semana (Figura 5.).

Tabla 11. Velocidad de crecimiento (cm/semana) de las gramíneas

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	8.0250 A	5.0500 C	5.6250 BC	6.2000 B
T2 (S + L)	9.0250 A	5.8500 BC	5.0000 BC	6.6250 B
T3 (S + TR)	7.1750 A	5.7500 BC	5.8750 B	6.3000 B
T4 (S + TB)	8.4750 A	7.4500 A	7.8000 A	7.9000 A
T5 (AO)	9.0000 A	7.1250 AB	7.7750 B	7.9500 A
T6 (AO + L)	7.8750 A	5.8000 BC	4.1500 C	5.9000 B
T7 (AO + TR)	7.2750 A	5.5250 C	5.2250 BC	6.0250 B
T8 (AO + TB)	7.8750 A	5.3000 C	5.5750 BC	6.2500 B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

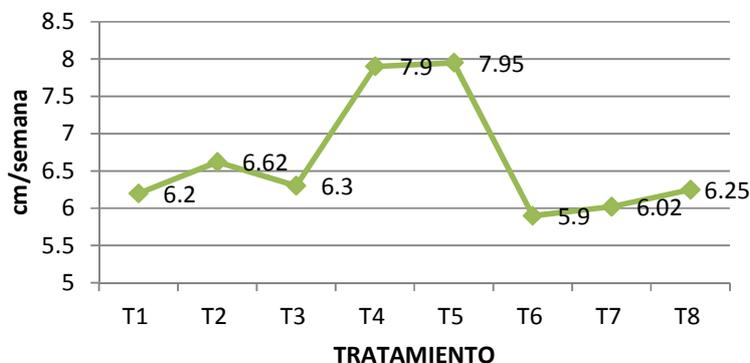
Los valores más altos de velocidades de crecimiento se obtuvieron en el primer corte, al igual que en la altura de las gramíneas, en el segundo corte se observaron mejores resultados respecto al tercer corte, esto se debió a que fue la época de mayor pluviosidad.

Bernal afirma¹¹², la temperatura tiene un efecto marcado en la velocidad de crecimiento pero también acelera la lignificación del pasto.

¹¹¹ ROJAS, Op.cit., <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

¹¹² BERNAL, Op. cit., p. 91.

Figura 5. Promedio Velocidad de crecimiento de las gramíneas cm/semana.



López *et al*¹¹³ encontraron valores de tasas de crecimiento de *Holcus lanatus* en monocultivo de 1.0 cm/día, 0.7 cm/día, y 1.5 cm/día para el primer, segundo y tercer corte respectivamente.

6.1.7 Producción de proteína verdadera. En este acápite se hace una proyección de proteína por unidad de área, para tener referentes que apoyen la bondad de la asociación. El análisis de varianza (Anexo K.) mostró diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$). La prueba de Duncan (Tabla 12.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T2 con 378.90 y T3 con 386.10 kg/prot/Ha/corte.

Los resultados más altos se obtuvieron en las asociaciones con saboya al igual que en otras variables como producción de forraje verde y seco, altura de la planta, índice de área foliar, cobertura y composición botánica de la pradera y velocidad de crecimiento.

En el tercer corte se observó los valores de proteína más bajos, lo cual se explica por lo afirmado por Bernal¹¹⁴, que a medida que aumenta la edad del pasto presentan grandes aumentos en la producción de materia seca acompañados por

¹¹³ LÓPEZ et al. Caracterización fenológica y productiva de *agrostis capillaris* y *holcus lanatus* en el dominio húmedo de Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. . [online] Chile. [Consulta: 2 de noviembre 2010] Disponible en Internet: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88021999000200006&script=sci_arttext

¹¹⁴ BERNAL, Op. cit., p. 102.

incrementos en componentes de la pared celular (fibra y lignina) y disminuciones en proteína y carbohidratos no estructurales.

Tabla 12. Producción de proteína verdadera (kg/prot/ha/corte)

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	481.85 C	318.73 C	312.55 B	371.05 B
T2 (S + L)	235.23 C	545.70 A	355.80 A	378.90 A
T3 (S + TR)	551.60 B	280.78 D	325.95 B	386.10 A
T4 (S + TB)	688.53 A	207.85 D	193.78 E	363.40 AB
T5 (AO)	403.45 D	365.58 B	256.10 CD	341.70 BC
T6 (AO + L)	377.95 D	381.48 B	275.13 C	344.85 BC
T7 (AO + TR)	421.00 D	351.35 BC	234.35 D	335.55 CD
T8 (AO + TB)	421.08 D	325.88 C	200.50 E	315.83 D

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P < 0.05$).

Teniendo en cuenta lo anterior se corroboró lo afirmado por Mera y Rúaless¹¹⁵, quienes manifiestan que la producción de biomasa seca es determinante en el rendimiento por unidad de área.

Según Bernal¹¹⁶, siempre se ha aceptado que los forrajes tropicales son de baja calidad, sin embargo se ha encontrado que esta es muy variable, y es necesario considerar un gran número de factores diferentes, antes de aceptar esta afirmación. La calidad de los pastos tropicales varía con la edad, fertilidad del suelo, época del año, parte de la planta, método de suministrarlos al ganado y especie.

Así mismo Argel¹¹⁷, citado por Rojas afirma, dado que las leguminosas asociadas, mejoran la disponibilidad de nitrógeno a la gramínea, ésta puede lograr ventaja comparativa y eliminarla por competencia; sin embargo puede ocurrir que la

¹¹⁵ MERA Y RUALES, Op. cit., p 64.

¹¹⁶ BERNAL, Op. cit., p. 102.

¹¹⁷ ROJAS, Op.cit., <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

gramínea o la leguminosa tengan una palatabilidad demasiado contrastante y los animales pastoreen selectivamente una u otra, hasta eliminarla de la pradera.

Bernal¹¹⁸ manifiesta; existe evidencia de que el corte afecta menos la producción de proteína que la producción de ms de tal manera que si se tiene un sistema de manejo que no afecte demasiado la producción de materia seca se puede obtener un aumento en la producción de proteína.

6.1.8 Producción de NDT. El análisis de varianza (Anexo L.) Mostró diferencias entre los tratamientos (P<0.05). La prueba de Duncan (Tabla 13.) reveló los mejores resultados en el tratamiento T1 con 1673.9, T3 con 1623.73 y T4 con 1659.10 Kg/ha/corte.

Tabla 13. Producción de NDT (Kg/ha/corte).

TRATAMIENTO	CORTE I	CORTE II	CORTE III	PROMEDIO
T1 (S)	1956.55 B	1362.38 EF	1702.75 A	1673.90 A
T2 (S + L)	1302.10 D	2012.35 A	1583.00 B	1632.48 B
T3 (S + TR)	1982.73 B	1284.78 F	1603.65 A	1623.73 A
T4 (S + TB)	2421.43 A	1452.95 DE	1102.95 BC	1659.10 A
T5 (AO)	1427.05 CD	1665.78 BC	1185.00 B	1425.95 B
T6 (AO + L)	1276.80 D	1734.40 B	1133.48 BC	1381.58 B
T7 (AO + TR)	1343.03 D	1542.35 DC	966.45 D	1283.95 C
T8 (AO + TB)	1561.73 C	1475.00 DE	1024.33 DC	1353.70 BC

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias (P<0.05).

Los resultados globales indican que las asociaciones producen una respuesta positiva en el contenido energético, posiblemente se incrementó el área foliar y con ella se dio una buena disponibilidad de nutrientes, permitiéndole a la planta optimizar los procesos de fotosíntesis y síntesis de reservas energéticas, especialmente carbohidratos no estructurales, polisacáridos, que constituyen para la planta una fuente importante para el almacenamiento de energía¹¹⁹.

¹¹⁸ BERNAL, Op. cit., p. 102.

¹¹⁹ BERNAL, Op. cit.,p. 98.

6.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

En la tabla 14, se detallan los datos correspondientes el promedio del análisis del pasto en los tres cortes, como un dato informativo de las asociaciones evaluadas.

Tabla 14. Análisis bromatológico promedio de tres cortes.

ANÁLISIS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Materia								
seca %	17,73	18,68	18,11	18,76	20,63	21,03	20,53	20,43
E. etéreo %	3,75	3,95	3,59	3,13	3,65	3,52	3,88	3,43
Ceniza%	8,75	7,08	9,15	8,81	7,59	7,01	7,87	7,82
Fibra cruda%	33,34	30,44	26,46	31,25	38,92	33,97	38,85	33,43
P. cruda%	21,31	23,98	20,41	17,33	22,17	23,2	23,31	21,65
P. verdadera%	13,79	14,57	14,46	12,09	14,5	15,82	15,86	13,98
E.N.N %	32,84	34,54	40,38	39,48	27,67	32,3	26,08	33,66
FDN %	55,57	41,09	58,83	55	59,22	46,3	55,35	56,2
FDA %	29,16	25,65	31,86	31,46	33,18	29,21	34,6	33,28
Lignina %	5.43	6.78	8.36	7.22	7.99	8.55	12	9.36
Celulosa %	23.73	18.86	23.49	24.23	25.15	20.66	22.6	23.91
Hemicelulosa%	26.41	15.44	26.97	23.54	26.03	17.1	20.75	22.92
ED kcal/kg	451	466	457	456	457	468	461	457

Los mayores valores para materia seca (MS) se encontraron en las asociaciones con azul orchero, Bernal¹²⁰ reportó valores de 26.7% MS para este pasto. El menor valor de materia seca se obtuvo con el pasto saboya en monocultivo (T1 17.73%) sin embargo es superior a los reportados por López y Maigual¹²¹, quienes encontraron valores de MS en diferentes altitudes en el departamento de Nariño; 13.84% (3005 m.s.n.m), 15.97% (2963 m.s.n.m) y 14.54% (2964 m.s.n.m).

En relación a la proteína cruda (PC) los valores obtenidos se encuentran en rangos comprendidos entre 17.33 y 23.98%, al respecto Cárdenas¹²², reportó valores de PC de 11.60 y 18.38% para *Dactylis glomerata*, 24.24 y 20.56% para

¹²⁰ Ibid., p. 459.

¹²¹ MAIGUAL, P. Y LÓPEZ. Op. cit., p. 45.

¹²² CÁRDENAS, Op.cit., <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

Trifolium pratense, 25.46 y 23.19% para *Trifolium repens*, a 35 y 45 días de rebrote respectivamente. En cuanto a saboya en monocultivo se obtuvo valores de 21.31% PC y 13.79% PV, estos resultados coinciden con los encontrados por Guerrero, Jaramillo y López¹²³ quienes obtuvieron para esta gramínea un contenido proteico de 8 a 16.08%.

Jaime (2002) citado por Castro¹²⁴, evaluó leguminosas de clima frío como *T. repens*, *M. sativa*, *T. pratense*, y *L. corniculatus* y encontró en las dos últimas contenidos más altos de proteína cruda (23.9 y 23.8%).

En general se observó un rango de 12.09 - 15.86% y 17.33 – 23.98% para proteína verdadera y proteína cruda respectivamente, es importante resaltar que estos valores confirman un contenido importante de nitrógeno no proteico (NNP).

Al respecto Bernal¹²⁵, afirma que la proteína verdadera constituye entre 75 y 85% de la proteína cruda, en algunos casos puede ser un porcentaje mucho menor. Lo anterior se corrobora con los resultados obtenidos para la producción de proteína verdadera como se observa en la tabla 14.

El mismo autor sostiene¹²⁶, en cuanto a la proporción de nitrógeno no proteico, esta varía de acuerdo con el estado de madurez (declinan con la edad), con la especie de plantas y con otros factores tales como duración e intensidad de la luz, temperatura, especialmente las muy bajas (heladas), y déficit de humedad (stress). Los pastos en general contienen menos aminoácidos no proteicos que las leguminosas. Las plantas toman nitrógeno como nitrato o como amonio, pero como resultado de la deficiencia de otros elementos minerales, se presenta un incremento en la concentración de nitrógeno no proteico.

¹²³ GUERRERO, JARAMILLO Y LÓPEZ. Estudio de la vegetación natural de las zonas ganaderas del altiplano de Pasto. Revista de ciencias agrícolas. Pasto Colombia, 1976. p.112.

¹²⁴ CASTRO, Op. cit., p.81.

¹²⁵ BERNAL, Op. cit.,p. 97.

¹²⁶ Ibid., p. 97.

Respecto al efecto del NNP Bernal afirma¹²⁷, si los rumiantes están adaptados a consumir forrajes con alto contenidos de nitratos en forma continua, los microorganismos del rumen se adaptan a estas condiciones y pueden transformar los nitratos en amonio que es utilizada por el animal.

En el tercer corte se observó los porcentajes de proteína más bajos (Anexo L.) lo que coincide con lo afirmado por Bernal¹²⁸, quien menciona que el porcentaje de proteína decrece al aumentar la edad del pasto. Existe una correlación negativa entre MS y contenido de nitrógeno del forraje. El problema fisiológico que se presenta desde el punto de vista del manejo es encontrar el momento de corte adecuado en el cual el aumento en el porcentaje de nitrógeno compense por la disminución en la producción de MS para maximizar la producción de proteína. Si se cosecha demasiado tierno el contenido de nitrógeno será alto pero el rendimiento de ms será muy bajo.

Bernal¹²⁹ afirma, cuando los pastos perennes y leguminosas pasan del estado vegetativo al de floración y producción de semilla, los contenidos de proteína y minerales disminuyen dramáticamente al disminuir la proporción de hojas. De manera similar, al aumentar la proporción de tallos, aumentan rápidamente los contenidos de pared celular.

Fibra (FC): Los tratamientos se encuentran en un rango entre 26.46 y 38.97%. Se ha encontrado que los forrajes tropicales tienen un alto contenido de FC y relativamente bajos contenidos de extracto libre de nitrógeno (ELN), la digestibilidad de estas fracciones ha demostrado ser mayor para FC que para ELN.

Según Bernal¹³⁰, el animal extrae del forraje vitaminas, minerales, proteína y energía. En los forrajes la mayor parte de la energía se encuentra en forma de fibra. El rumiante tiene la capacidad de utilizar esta fuente de energía mediante las reacciones que ocurren en el rumen, pero su eficiencia de utilización varía mucho. Cuando mayor es el grado de utilización de la fibra mayor es la digestibilidad del forraje.

¹²⁷ Ibid., p. 97.

¹²⁸ Ibid., p. 97.

¹²⁹ Ibid., p. 103.

¹³⁰ Ibid., p. 53.

A propósito Bernal¹³¹ menciona, a medida que las mezclas de gramíneas y leguminosas pasan del estado vegetativo a plena floración, la producción animal disminuye, al disminuir la digestibilidad y el consumo. La producción de materia seca aumenta con la edad, así como la proporción de tallos y el contenido de fibra y lignina. Cuando el pastoreo se hace a intervalos prolongados se obtiene mayor cantidad de forraje pero su calidad decrece por la edad debido a una disminución en el contenido celular y un aumento en las paredes celulares, constituidas por elementos menos digeribles como celulosa, hemicelulosa y lignina, las cuales al aumentar en la planta con la edad, producen el fenómeno llamado lignificación.

FDN: Los tratamientos se encuentran en un rango entre 41.09 y 59.22%. En cuanto a las gramíneas en monocultivo Bernal¹³² reportó valores de 64.74% para azul orchoro y un rango de 42.58 y 62.62% para saboya similares a los encontrados en esta investigación.

Lignina: Como el factor más crítico en la digestibilidad en rumiantes presenta valores entre 5.43 – 12%. Según Cárdenas¹³³, rangos entre 7 y 15% son considerados como adecuados.

6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para este análisis (Tabla 15.) se tuvo en cuenta los costos que incluyó: Recuperación de material vegetativo de trébol pata de pájaro mediante la implementación de semillero, transporte de material vegetativo de *L. corniculatus* de Daza a granja Chimangual, compra de semilla de trébol rojo, trébol blanco y azul orchoro, las labores de mano de obra en la recolección de semilla de Saboya y en la preparación de terreno y los cortes.

Los ingresos se calcularon a partir de la producción de biomasa seca (Tabla 7.) y un valor de referencia, reportado por la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño (COLACTEOS)¹³⁴, de \$ 85 /kgMS, se asumió un desperdicio de 6% (Anexo M.)

¹³¹ Ibid., p. 53.

¹³² Ibid., p. 459.

¹³³ CÁRDENAS, Op.cit., <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

Los mayores ingresos netos se obtuvieron en T4 (\$1.138.350) y T3 (\$1.280.658) que corresponden a las asociaciones de Saboya con trébol blanco y rojo, el de menor fue T6 (\$990.950). Los resultados permiten afirmar que las asociaciones de Saboya con trébol rojo y blanco, leguminosas adaptadas a las condiciones de la zona fueron las que generaron una mayor producción de biomasa y mayor cobertura de la pradera, lo que posibilitan mayores ingresos de la asociación. El Lotus no obstante ocasionó los mayores costos de implantación por implementación de semillero y transporte de material vegetativo.

En cuanto a la razón costo beneficio, el mayor fue T1 (24,30) lo cual se explica porque el pasto Saboya en monocultivo fue el de menor costo de implantación y mostró una adecuada producción de forraje. El de menor T6 (7.71) presentó el mismo comportamiento del ingreso neto.

El tratamiento T4 fue el que indicó un menor costo de producción de 1 kg de proteína verdadera (\$ 0.43). Todos los tratamientos tienen una promisoriosa rentabilidad económica, sin embargo los tratamientos asociados a Saboya fueron superiores.

¹³⁴ COLACTEOS, Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño [online]: 2011 [consulta 8 de Enero 2011]. Correo@colacteos.com

Tabla 15. Análisis económico de las asociaciones de gramíneas, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, y leguminosas *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.

DETALLE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Gastos de semillero de Lotus		8.000				8.000		
Costo de semilla de trébol blanco				4.000				4.000
Costo de semilla de trébol rojo			4.000				4.000	
Costo de semilla de azul orchero					8.000	8.000	8.000	8.000
Mano de obra recolección de semilla de saboya	7.000	7.000	7.000	7.000				
Gastos de introducción de Lotus		30.000				30.000		
Mano de obra de preparación de terreno	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Mano de obra de siembra	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Guadañada	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250
Costo parcial	25.250	63.250	29.250	29.250	26.250	64.250	30.250	30.250
Costo total	50.500	126.500	58.500	58.500	52.500	128.500	60.500	60.500
Kg MS/ha	15.034	15.135	15.755	16.440	14.010	13.170	12.555	13.230
Ing/MS	1.277.889	1.286.475	1.339.158	1.397.400	1.190.850	1.119.450	1.067.175	1.124.550
Ingreso neto	1.227.389	1.159.975	1.280.658	1.338.900	1.138.350	990.950	1.006.675	1.064.050
Costo: beneficio	24,30	9,17	21,89	22,89	21,68	7,71	16,64	17,59
Rentabilidad	96,05	90,17	95,63	95,81	95,59	88,52	94,33	94,62
% PV	13,79	14,57	14,46	12,09	14,5	15,82	15,86	13,98
\$ Kg MS	3,36	8,36	3,71	3,56	3,75	9,76	4,82	4,57
\$ Kg PV	0,46	1,22	0,54	0,43	0,54	1,54	0,76	0,64

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones donde se llevó a cabo la investigación, las asociaciones de saboya (*Holcus lanatus*) con trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*), especies establecidas y adaptadas a la zona, mostraron ser las de mejor potencial forrajero.

El trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) demostró adaptarse a suelos pesados, ácidos, con bajos porcentajes de fósforo y nitrógeno, característicos del trópico alto del departamento de Nariño, sin embargo tales condiciones climáticas fueron un factor determinante en su productividad.

La cantidad y distribución de la precipitación determinaron en gran medida la adaptación de las especies forrajeras. Lo que explica los mejores resultados obtenidos en la producción de biomasa en el segundo corte, el cual corresponde al período de mayor pluviosidad.

La incorporación de enmiendas para corrección de acidez en suelos extremadamente ácidos puede ser adecuada para lograr máximas producciones de las especies a forrajeras.

Es necesario implementar un programa de fertilización en las pasturas ya que tanto las gramíneas solas como en asociación con leguminosas, requieren de una apropiada provisión de nutrientes.

La producción de biomasa seca, altura, velocidad de crecimiento, cobertura y rentabilidad económica fue mejor en las asociaciones de saboya (*Holcus lanatus*) con trébol blanco (*Trifolium repens*), por encontrarse mejor adaptadas a las condiciones de la zona.

No obstante las asociaciones reportaron un porcentaje de proteína cruda alto, el contenido de proteína verdadera, revela que las especies contienen un elevado porcentaje de nitrógeno no proteico (NNP).

Los menores indicadores agronómicos se obtuvieron el pasto azul orchoro, lo que permite concluir que las condiciones edafoclimáticas de la zona no son propicias para esta especie.

Todos los tratamientos demostraron viabilidad económica, aunque los resultados superiores se obtuvieron en las asociaciones con saboya (*Holcus lanatus*). El *Lotus* ocasionó los mayores costos en razón a que es una especie que hasta ahora se está introduciendo a esta región.

7.2 RECOMENDACIONES

En las condiciones donde se llevó a cabo el ensayo, se recomienda la asociación de el pasto saboya (*Holcus lanatus*) con trébol blanco (*Trifolium repens*).

Emplear otras densidades de siembra de *L. Corniculatus* para establecer su incidencia, en las variables agronómicas, alimentarias y de producción animal.

Realizar enmiendas para corrección de acidez en suelos extremadamente ácidos, para optimizar la productividad de las praderas.

Utilizar fertilización en diferentes niveles en las asociaciones de pastos para establecer su comportamiento y productividad.

Evaluar el *Lotus Corniculatus* en la alimentación de especies herbívoras para establecer su valor nutricional.

Realizar investigaciones con el *Lotus corniculatus* en otras altitudes en el departamento de Nariño para evaluar su adaptabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, E. y MONCAYO, O. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum hoechst*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes sistemas de fertilización orgánica y/o mineral en zona de ladera, Pasto, Colombia. 2002. p.112. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

ALCALA, J, et al. Empleo de ovinos como agentes de control del zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) bajo condiciones de temporal. [online], México Pasto [Consulta: 26 de septiembre 2010] Disponible en Internet: <http://www.turevista.uat.edu.mx/3-ovinos.htm>

ARGÜELLES, Germán. Principales pastos corte en Colombia. Su manejo y capacidad de sostenimiento. Boletín técnico N° 49. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, ICA. Produmedio Ediciones. Santa fe de Bogotá, Colombia: 2006. p 19.

ARTOLA Alberto. Lotus corniculatus - Morfología, Desarrollo y Producción de Semillas [Online] Publicado el 05-05-2004. [Consulta: 26 de septiembre de 2008] Disponible en Internet: <http://www.ciencia.net/VerArticulo/Lotus-corniculatus---Morfolog%C3%ADa,-Desarrollo-yProducci%C3%B3n-de-Semillas?idArticulo=5130>

BASTO G. y FIERRO L. Manejo sostenible de praderas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.; Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Ed. Produmedios. Junio. 1999. p. 12.

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. 4ª ed. Bogotá: Ángel agro-ideagro, 2003. p. 549.

BERNAL. Manual de pastos y forrajes. Medellín: Confagan, 1986. p.112 - 116

BORDOLI, J.M. and A.P. Mallarino. Encalado y fertilización fosfatada de pasturas de trébol blanco-lotus en suelos arenosos. Jornadas Técnicas Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. Memorias 26-28. 1988.

BURGOS, A. Y LUNA, E. Digestibilidad aparente de los pastos Raigras *aubade* (*Lolium s.p*) y raigras tetralite (*Lolium hybridum*) en cuyes de engorde. San Juan de Pasto, Colombia: 1986, p.12. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia

CÁRDENAS, E. A. El trébol pata de pájaro, nueva alternativa forrajera para clima frío en Colombia. EN : Ayrshre. La raza lechera ideal. Publicación oficial de la asociación de criadores de Ayrshre de Colombia. Bogotá, Colombia. 2007. Pág. 24-29.

CÁRDENAS Edgar. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [Online] Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. Santa Fe de Bogotá. 2002 [consulta: 1 de octubre 2008] Disponible en Internet: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FIL E_EVENTOSENTI10332.pdf

CÁRDENAS, Edgar. El trébol de la abundancia. [Online] Santa fe de Bogotá, Colombia: 2004. [Consulta: 26 septiembre de 2008] Disponible en Internet: <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/66/13.htm>

CÁRDENAS E. Y MURILLO M. Potencial forrajero del género *Lotus* para el trópico de altura andino en Colombia [Online] Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Grupo de Investigación en Nutrición Animal – Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. [Consulta: 26 de septiembre 2008] Disponible en Internet: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/nut8.pdf>.

CASTRO Edwin. Evaluación de adaptación y compatibilidad de 10 gramíneas para clima frío asociadas a *Lotus Corniculatus* en Mosquera, Cundinamarca. Santa Fe de Bogotá, Colombia: 2004, 99p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

COBO Alirio. El suelo y el agua en la producción de pastos. Abril 2003. P.75

COLACTEOS, Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño [online] : 2011 [consulta 8 de Enero 2011]. Correo@colacteos.com

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. En: Encuesta nacional agropecuaria – ENA 2004, citado por VILORIA DE LA HOZ, Joaquín. Economía del departamento de Nariño: ruralidad y aislamiento geográfico, 2007. p.45.

CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DEL CAMPO DE COLOMBIA CONFECAMP O. Análisis del mercado de la leche en Colombia [online] Bogotá: 2008. [Consulta: 13de febrero de 2010] Disponible en Internet: <http://www.confecampo.com/estadisticas/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt>

CRESPO, G., et al. Los pastos en Cuba, La Habana cuba: Ed: Pueblo y educación. 1998. 345 – 416pp

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. DANE. Producto interno bruto, segundo semestre de 2006 [online Bogotá: 2006. [Consulta: 13de febrero de 2010] Disponible en Internet: <http://www.dane.gov.co>.

ESTRADA J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Ciencias agropecuarias. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. 2002. 508p.

GRANJA CHIMANGUAL. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de zootecnia, Granjas. [Online] [Consulta: 26 de septiembre de 2008] Disponible en Internet: http://akane.udenar.edu.co/ciencias_pecuarias/zootecnia/granjas.htm.

GUERRERO, JARAMILLO Y LÓPEZ. Estudio de la vegetación natural de las zonas ganaderas del altiplano de Pasto. Revista de ciencias agrícolas. Pasto Colombia, 1976. p.112.

SEANY Y HENSON. Cultivos para heno, leguminosas forrajeras y legumbres. Zootecnia Trop. Vol 13. 1995, p. 63.

HIDALGO L. Y OTERO M.J. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales [Online] Facultad de Ciencias Veterinarias. Tandil. UNICEN, Buenos Aires, Argentina. 2004. [consulta: 2 de octubre 2008] Disponible en Internet: <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd16/2/oter1602.htm>

Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria (INTA) y oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). Principios de manejo de praderas naturales. Santiago de Chile: 1986.p. 156.

LAGLER Juan. Lotus: Un género que no acaba en dos especies [Online]. Revista Forrajes & Granos - núm. 62 Pág. 72-76. [Consulta: 26 de septiembre de 2008] Disponible en Internet: <http://www.inta.gov.ar/bn/ph/info/documentos/artic173.htm>.

LÓPEZ et al. Caracterización fenológica y productiva de *agrostis capillaris* y *holcus lanatus* en el dominio húmedo de Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. . [Online] Chile I. [Consulta: 2 de noviembre 2010] Disponible en Internet: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S030488021999000200006&script=sci_arttext

MAIGUAL P Y LÓPEZ D. Determinación de factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus*) en condiciones de no intervención en la zona andina del departamento de Nariño a una altura comprendida entre 2800 y 3049 msnm. San Juan de Pasto, Colombia: 2009, p35. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, programa de zootecnia.

MANSILLA, H. Estudio fenológico en *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Lotus uliginosus* Schk y *Trifolium repens* L. en Valdivia. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 1981. 87 p.

MERA R. Y RUALES J. 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 de Pasto- Nariño. San Juan de Pasto, Colombia: 2007. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, facultad de ciencias pecuarias, programa de zootecnia. 80p.

MURILLO Maritza. Potencial forrajero del trébol pata de pájaro (*Lotus Corniculatus*) en ecosistema de trópico de altura. Santa Fe de Bogotá, Colombia: 2003, 120p. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de medicina veterinaria y de zootecnia, departamento de ciencias para la producción animal

OFICIAL ASSOCIATION ANALISIS CENTER. Oficial Methods of Analisis.ass.Off. Agricultural Chemist. Estados Unidos: s.n. 1995. p.58.

OSORIO D. Y ROLDAN. Volvamos al campo. Cultivo de pastos y forrajes. Grupo Latino Ltda. Santa fe de Bogotá. Colombia. 2003. 66p.

SUTTIE J.M. Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Capítulo VI cultivos para heno - leguminosas forrajeras y legumbres. [Online] Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 29. 2003. [consulta: 26 de septiembre 2008] Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s0a.htm#TopOfPage>

VICENTIN I. Cornezuelo del Raigrás Anual (*Lolium multiflorum*), [Online] Instituto nacional de tecnología agropecuaria. Argentina.2003. [Consulta: 26 de septiembre de 2008] Disponible en Internet: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/raigras/enfermedades/cornezuelo.htm

VICUÑA, P. Pastos y forrajes de clima frio, cartilla 3. Santa Fe de Bogotá: SENA, 1985. 56p

ANEXOS

Anexo A. Análisis físico químico del suelo antes de iniciar el experimento.

PARAMETROS	UNIDAD	
Ph.Potenciometro Suelo: Agua(1:1)		4,9
Materia Organica	%	24,6
Densidad Aparente	g/cc	0,7
Fosforo Disponible	mg/Kg	8,9
Capacidad Intercambio Cationico (CIC)	cmolcarga/Kg	44
Calcio de Cambio	cmolcarga/Kg	3,01
Magnesio de Cambio	cmolcarga/Kg	0,5
Potasio de Cambio	cmolcarga/Kg	0,25
Aluminio de Cambio	cmolcarga/Kg	1,1
Hierro	mg/Kg	244
Manganeso	mg/Kg	4,6
Cobre	mg/Kg	0,82
Zinc	mg/Kg	1,98
Boro	mg/Kg	0,26
F=Franco-Ar=Arcilloso-Ar=Arenoso- L=Limoso		F
Nitrogeno Total%	%	0,75
Carbono Organico%	%	14,26
Azufre Disponible%	mg/Kg	4,41

Anexo B. Análisis físico químico del suelo al finalizar experimento.

PARAMETROS	UNIDAD	
Ph.Potenciometro Suelo: Agua(1:1)		4.7
Materia Organica	%	25.4
Densidad Aparente	g/cc	0.64
Fosforo Disponible	mg/Kg	13.2
Capacidad Intercambio Cationico (CIC)	cmolcarga/Kg	39.7
Calcio de Cambio	cmolcarga/Kg	3.29
Magnesio de Cambio	cmolcarga/Kg	0.469
Potasio de Cambio	cmolcarga/Kg	0.292
Aluminio de Cambio	cmolcarga/Kg	1.07
Hierro	mg/Kg	227
Manganeso	mg/Kg	5.55
Cobre	mg/Kg	0.942
Zinc	mg/Kg	2.52
Boro	mg/Kg	0.186
F=Franco-Ar=Arcilloso-Ar=Arenoso- L=Limoso		F
Nitrogeno Total%	%	0.724
Carbono Organico%	%	14.8
Azufre Disponible%	mg/Kg	8.60

Anexo C. Comportamiento climático mm de pluviosidad granja Chimangual

MES	TOTAL
Enero	28.68
Febrero	48.39
Marzo	7.1
Abril	100.4
Mayo	36.3
Junio	76.78
Julio	70.65
Agosto	22.35
Septiembre	75.1
Octubre (parcial)	12.58

Fuente: Ruales 2010

Anexo D. Análisis de varianza para producción de biomasa fresca

Producción de biomasa fresca Corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	243.47815625	24.34781562	33.57	0.0001
Error	21	15.23166563	0.72531741		
Corrected Total	31	258.70982188			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBFC1 Mean	
	0.941125	7.074470	0.851655	12.03843750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	242.09794687	34.58542098	47.68	0.0001
BLOQ	3	1.38020937	0.46006979	0.63	0.6012

Producción de biomasa fresca Corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	112.96782500	11.29678250	16.11	0.0001
Error	21	14.72746250	0.70130774		
Corrected Total	31	127.69528750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBFC2 Mean	
	0.884667	6.383848	0.837441	13.11812500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	110.22208750	15.74601250	22.45	0.0001
BLOQ	3	2.74573750	0.91524583	1.31	0.2991

Producción de biomasa fresca Corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	268.67463125	26.86746312	34.95	0.0001
Error	21	16.14569062	0.76884241		
Corrected Total	31	284.82032187			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBFC3 Mean	
	0.943313	6.966450	0.876836	12.58656250	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	266.36639687	38.05234241	49.49	0.0001
BLOQ	3	2.30823438	0.76941146	1.00	0.4120

Promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	123.48875625	12.34887563	46.48	0.0001
Error	21	5.57971563	0.26570074		
Corrected Total	31	129.06847188			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBFX Mean	
	0.956769	4.097164	0.515461	12.58093750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	122.81624688	17.54517813	66.03	0.0001
BLOQ	3	0.67250938	0.22416979	0.84	0.4853

Anexo E. Análisis de varianza para producción de biomasa seca

Producción de biomasa seca corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	11.50757500	1.15075750	33.06	0.0001
Error	21	0.73097500	0.03480833		
Corrected Total	31	12.23855000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBSC1 Mean	
	0.940273	7.077095	0.186569	2.63625000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	11.45195000	1.63599286	47.00	0.0001
BLOQ	3	0.05562500	0.01854167	0.53	0.6649

Producción de biomasa seca corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	3.56300625	0.35630062	12.13	0.0001
Error	21	0.61684062	0.02937336		
Corrected Total	31	4.17984687			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBSC2 Mean	
	0.852425	6.702152	0.171386	2.55718750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	3.45182187	0.49311741	16.79	0.0001
BLOQ	3	0.11118437	0.03706146	1.26	0.3130

Producción de biomasa seca corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	5.50975000	0.55097500	25.47	0.0001
Error	21	0.45423750	0.02163036		
Corrected Total	31	5.96398750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBSC3 Mean	
	0.923837	7.001375	0.147072	2.10062500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	5.44418750	0.77774107	35.96	0.0001
BLOQ	3	0.06556250	0.02185417	1.01	0.4078

Producción de biomasa seca promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	1.74985000	0.17498500	16.67	0.0001
Error	21	0.22050000	0.01050000		
Corrected Total	31	1.97035000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PBSX Mean	
	0.888091	4.214684	0.102469	2.43125000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	1.72330000	0.24618571	23.45	0.0001
BLOQ	3	0.02655000	0.00885000	0.84	0.4857

Anexo F. Análisis de varianza para altura de plantas

Altura de plantas corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	2427.31250000	242.73125000	2.69	0.0267
Error	21	1892.15625000	90.10267857		
Corrected Total	31	4319.46875000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTC1 Mean	
	0.561947	16.42789	9.492243	57.78125000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	701.71875000	100.24553571	1.11	0.3917
BLOQ	3	1725.59375000	575.19791667	6.38	0.0030

Altura de plantas corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	1432.75000000	143.27500000	2.72	0.0257
Error	21	1107.25000000	52.72619048		
Corrected Total	31	2540.00000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTC2 Mean	
	0.564075	15.44953	7.261280	47.00000000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	1258.50000000	179.78571429	3.41	0.0136
BLOQ	3	174.25000000	58.08333333	1.10	0.3705

Altura de plantas corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	3086.25000000	308.62500000	5.70	0.0004
Error	21	1137.25000000	54.15476190		
Corrected Total	31	4223.50000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTC3 Mean	
	0.730733	15.69918	7.358991	46.87500000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	3015.50000000	430.78571429	7.95	0.0001
BLOQ	3	70.75000000	23.58333333	0.44	0.7299

Altura de plantas promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	1444.07655625	144.40765562	3.86	0.0044
Error	21	785.89539063	37.42359003		
Corrected Total	31	2229.97194688			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTX Mean	
	0.647576	12.10132	6.117482	50.55218750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	1146.55842187	163.79406027	4.38	0.0039
BLOQ	3	297.51813437	99.17271146	2.65	0.0753

Anexo G. Análisis de varianza para índice de área foliar

Índice de área foliar corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	139.63570625	13.96357063	1.58	0.1803
Error	21	185.34994063	8.82618765		
Corrected Total	31	324.98564688			
	R-Square	C.V.	Root MSE	IAFC1 Mean	
	0.429667	37.52456	2.970890	7.91718750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	112.81137188	16.11591027	1.83	0.1349
BLOQ	3	26.82433437	8.94144479	1.01	0.4067

Índice de área foliar corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	165.27785000	16.52778500	1.61	0.1702
Error	21	214.91373750	10.23398750		
Corrected Total	31	380.19158750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	IAFC2 Mean	
	0.434723	43.19771	3.199060	7.40562500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	151.70678750	21.67239821	2.12	0.0867
BLOQ	3	13.57106250	4.52368750	0.44	0.7254

Índice de área foliar corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	139.87750625	13.98775063	1.35	0.2688
Error	21	217.62059063	10.36288527		
Corrected Total	31	357.49809688			
	R-Square	C.V.	Root MSE	IAFC3 Mean	
	0.391268	42.98101	3.219143	7.48968750	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	127.34052188	18.19150313	1.76	0.1501
BLOQ	3	12.53698438	4.17899479	0.40	0.7521

Índice de área foliar promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	140.93272500	14.09327250	1.49	0.2107
Error	21	198.36442500	9.44592500		
Corrected Total	31	339.29715000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	IAFX Mean	
	0.415367	40.41982	3.073422	7.60375000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	124.52705000	17.78957857	1.88	0.1236
BLOQ	3	16.40567500	5.46855833	0.58	0.6353

Anexo H. Cobertura y composición botánica (%) de la pradera

Primer corte	ASOCIACIÓN		ARVENSES			SUELO DESNUDO
	GRAMÍNEA	LEGUMINOSA	<i>Paspalum</i>	<i>Matricaria</i>	<i>Rumex</i>	
T1 (S)	81,6	0,6	6,8	7,1	1,9	2
T2 (S + L)	60,5	28,4	1,9	3,5	2,6	3,1
T3 (S + TR)	61,2	30,9	1,4	2,1	2,3	2,1
T4 (S + TB)	73,4	20,2	1,2	2,6	1,2	1,4
T5 (AO)	80,7	0,8	7,4	7,6	1,6	1,9
T6 (AO + L)	63,1	24,6	2,1	4,4	2,9	2,9
T7 (AO + TR)	63,6	27,1	2,8	1,7	1,1	3,7
T8 (AO + TB)	71,7	20,1	1,3	1,9	2,3	2,7

Segundo corte	ASOCIACIÓN		ARVENSES			SUELO DESNUDO
	GRAMÍNEA	LEGUMINOSA	<i>Paspalum</i>	<i>Matricaria</i>	<i>Rumex</i>	
T1 (S)	83,87	3,77	5,4	5,435	0,615	0,91
T2 (S + L)	62,82	31,45	1,83	1,255	1,575	1,07
T3 (S + TR)	63,6	30,775	2,405	2	0,605	0,615
T4 (S + TB)	73,81	23,48	1,155	0,51	0,54	0,505
T5 (AO)	81,1	3,895	6,93	5,62	1,405	1,05
T6 (AO + L)	65,93	26,4	1,575	3,51	0,805	1,78
T7 (AO + TR)	65,9	27,22	2,645	1,435	0,57	2,23
T8 (AO + TB)	68,295	25,56	1,705	1,335	1,955	1,15

Tercer corte	ASOCIACIÓN		ARVENSES			SUELO DESNUDO
Tratamiento	GRAMÍNEA	LEGUMINOSA	<i>Paspalum</i>	<i>Matricaria</i>	<i>Rumex</i>	
T1 (S)	91,145	4,83	2,3	0,94	0,07	0,715
T2 (S + L)	61,72	31,695	6,345	0,06	0,055	0,125
T3 (S + TR)	65,29	31,625	2,51	0,235	0,16	0,18
T4 (S + TB)	80,555	18,635	0,595	0,015	0,06	0,14
T5 (AO)	87,205	4,245	7,525	0	0,115	0,91
T6 (AO + L)	68,58	28,79	2,32	0,11	0	0,2
T7 (AO + TR)	69,1	28,605	1,895	0	0	0,4
T8 (AO + TB)	71,285	26,035	1,06	0,82	0,8	0

Anexo I. Análisis de varianza para velocidad de crecimiento

Velocidad de crecimiento corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	47.69062500	4.76906250	2.70	0.0263
Error	21	37.03656250	1.76364583		
Corrected Total	31	84.72718750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	VCC1 Mean	
	0.562873	16.41435	1.328023	8.09062500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	13.79468750	1.97066964	1.12	0.3890
BLOQ	3	33.89593750	11.29864583	6.41	0.0030

Velocidad de crecimiento corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	23.23500000	2.32350000	2.75	0.0242
Error	21	17.71375000	0.84351190		
Corrected Total	31	40.94875000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	VCC2 Mean	
	0.567417	15.35514	0.918429	5.98125000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	20.43375000	2.91910714	3.46	0.0127
BLOQ	3	2.80125000	0.93375000	1.11	0.3685

Velocidad de crecimiento corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	47.60812500	4.76081250	5.67	0.0004
Error	21	17.62656250	0.83936012		
Corrected Total	31	65.23468750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	VCC3 Mean	
	0.729798	15.58602	0.916165	5.87812500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	46.52718750	6.64674107	7.92	0.0001
BLOQ	3	1.08093750	0.36031250	0.43	0.7341

Velocidad de crecimiento promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	24.42750000	2.44275000	3.75	0.0051
Error	21	13.67125000	0.65101190		
Corrected Total	31	38.09875000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	VCX Mean	
	0.641163	12.14454	0.806853	6.64375000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	18.76375000	2.68053571	4.12	0.0054
BLOQ	3	5.66375000	1.88791667	2.90	0.0590

Anexo J. Análisis de varianza para proteína verdadera

Producción de Proteína verdadera corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	494964.58812500	49496.45881250	50.84	0.0001
Error	21	20443.65406250	973.50733631		
Corrected Total	31	515408.24218750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PPVC1 Mean	
	0.960335	6.970994	31.201079	447.58437500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	493394.14968750	70484.87852679	72.40	0.0001
BLOQ	3	1570.43843750	523.47947917	0.54	0.6616

Producción de Proteína verdadera corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	266616.00812500	26661.60081250	43.83	0.0001
Error	21	12773.22406250	608.24876488		
Corrected Total	31	279389.23218750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PPVC2 Mean	
	0.954282	7.104016	24.662699	347.16562500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	264112.65468750	37730.37924107	62.03	0.0001
BLOQ	3	2503.35343750	834.45114583	1.37	0.2787

Producción de Proteína verdadera corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	98516.19500000	9851.61950000	33.72	0.0001
Error	21	6134.97375000	292.14160714		
Corrected Total	31	104651.16875000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PPVC3 Mean	
	0.941377	6.347618	17.092150	269.26875000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	97716.66375000	13959.52339286	47.78	0.0001
BLOQ	3	799.53125000	266.51041667	0.91	0.4519

Producción de Proteína verdadera promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	16878.14312500	1687.81431250	6.26	0.0002
Error	21	5659.02156250	269.47721726		
Corrected Total	31	22537.16468750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PPVX Mean	
	0.748903	4.628436	16.415761	354.67187500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	16234.46718750	2319.20959821	8.61	0.0001
BLOQ	3	643.67593750	214.55864583	0.80	0.5097

Anexo K. Análisis de varianza para NDT

Producción de NDT corte I

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	4870272.86250000	487027.28625000	34.77	0.0001
Error	21	294181.77750000	14008.65607143		
Corrected Total	31	5164454.64000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PNDTC1 Mean	
	0.943037	7.134630	118.358168	1658.92500000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	4844734.37000000	692104.91000000	49.41	0.0001
BLOQ	3	25538.49250000	8512.83083333	0.61	0.6174

Producción de NDT corte II

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	1562970.07312500	156297.00731250	13.78	0.0001
Error	21	238154.08656251	11340.67078869		
Corrected Total	31	1801124.15968752			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PNDTC2 Mean	
	0.867775	6.799221	106.492585	1566.24687500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	1518850.84718750	216978.69245536	19.13	0.0001
BLOQ	3	44119.22593750	14706.40864583	1.30	0.3017

Producción de NDT corte III

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	2423040.56750000	242304.05675000	31.98	0.0001
Error	21	159087.01250000	7575.57202381		
Corrected Total	31	2582127.58000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PNDTC3 Mean	
	0.938389	6.759165	87.037762	1287.70000000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	2401304.60500000	343043.51500000	45.28	0.0001
BLOQ	3	21735.96250000	7245.32083333	0.96	0.4315

Producción de NDT promedio de tres cortes

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	714308.96562500	71430.89656250	18.43	0.0001
Error	21	81374.72406249	3874.98686012		
Corrected Total	31	795683.68968748			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PNCTX Mean	
	0.897730	4.138106	62.249392	1504.29687500	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	7	703411.96718750	100487.42388393	25.93	0.0001
BLOQ	3	10896.99843750	3632.33281250	0.94	0.4402

Anexo L. Análisis bromatológico de las asociaciones de gramíneas, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, y leguminosas *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.

ANÁLISIS	CORTE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Materia seca %	C1	21.44	19.09	22.67	21.58	24.17	21.95	22.86	21.71
	C2	16.13	19.77	15.64	17.88	20.23	23.72	22.07	22.51
	C3	15.62	17.18	16.02	16.83	17.50	17.44	16.67	17.08
	Promedio	17,73	18,68	18,11	18,76	20,63	21,03	20,53	20,43
Ceniza %	C1	8.19	7.12	7.67	8.86	7.84	7.38	7.99	8.17
	C2	8.84	7.14	9.99	8.11	7.45	6.08	7.23	8.11
	C3	9.23	6.98	9.81	9.46	7.47	7.57	8.40	7.20
	Promedio	8,75	7,08	9,15	8,81	7,59	7,01	7,87	7,82
Extracto etéreo %	C1	3.68	3.90	3.68	3.35	3.81	3.68	4.06	3.73
	C2	3.30	3.98	3.18	2.68	3.50	3.29	3.42	3.05
	C3	4.28	3.96	3.91	3.35	3.65	3.58	4.15	3.52
	Promedio	3,75	3,95	3,59	3,13	3,65	3,52	3,88	3,43
Fibra cruda %	C1	25.74	20.72	22.81	25.96	50.45	43.62	47.22	34.19
	C2	46.46	45.19	28.45	32.02	31.68	32.70	31.77	34.17
	C3	27.82	25.43	28.11	35.77	34.62	25.60	37.57	31.92
	Promedio	33,34	30,44	26,46	31,25	38,92	33,97	38,85	33,43
Proteína %	C1	22.45	26.63	22.07	18.47	24.49	25.07	25.14	23.12
	C2	22.39	25.94	22.15	19.11	24.29	24.11	24.30	24.14
	C3	19.10	19.38	17.02	14.41	17.75	20.43	20.50	17.70
	Promedio	21,31	23,98	20,41	17,33	22,17	23,2	23,31	21,65
E.N.N %	C1	39.95	41.63	43.76	43.36	13.40	20.24	15.59	30.79
	C2	19.01	17.75	36.23	38.09	33.09	33.83	33.28	30.54
	C3	39.57	44.24	41.15	37.00	36.52	42.82	29.39	39.65
	Promedio	32,84	34,54	40,38	39,48	27,67	32,3	26,08	33,66
FDN %	C1	52.80	38.57	53.78	55.46	57.49	44.36	58.80	57.96
	C2	57.08	42.40	59.81	50.97	57.33	41.42	52.08	52.89
	C3	56.83	42.30	62.91	58.57	62.83	53.13	55.16	57.74
	Promedio	55,57	41,09	58,83	55	59,22	46,3	55,35	56,2
FDA %	C1	24.70	21.22	30.04	28.89	28.43	24.05	38.61	29.21
	C2	33.62	31.82	33.81	34.85	37.85	32.90	34.72	36.87
	C3	29.15	23.92	31.72	30.65	33.26	30.68	30.47	33.76
	Promedio	29,16	25,65	31,86	31,46	33,18	29,21	34,6	33,28
Lignina %	C1	4.19	5.03	9.55	6.00	5.97	5.97	17.84	6.73
	C2	8.20	11.49	8.64	11.10	11.11	11.93	11.38	13.81
	C3	3.90	3.83	6.91	4.58	7.02	7.75	6.78	7.56
	Promedio	5,43	6,78	8,36	7,22	7,99	8,55	12	9,36
Celulosa %	C1	20.51	16.19	20.49	22.89	22.46	18.08	20.77	22.47
	C2	25.42	20.32	25.17	23.74	26.75	20.97	23.34	23.06
	C3	25.25	20.09	24.82	26.07	26.23	22.93	23.69	26.20
	Promedio	23,73	18,86	23,49	24,23	25,15	20,66	22,6	23,91
Hemicelulosa %	C1	28.10	17.35	23.74	26.57	29.06	20.32	20.19	28.75
	C2	23.46	10.58	26.00	16.13	19.48	8.52	17.36	16.02
	C3	27.68	18.38	31.19	27.91	29.57	22.45	24.69	23.98
	Promedio	26,41	15,44	26,97	23,54	26,03	17,1	20,75	22,92
Prot verdadera %	C1	15.85	12.44	18.44	17.80	16.78	17.87	18.86	16.50
	C2	13.38	16.59	13.33	8.57	13.79	13.93	14.33	13.47
	C3	12.14	14.69	11.60	9.91	12.93	15.67	14.40	11.97
	Promedio	13,79	14,57	14,46	12,09	14,5	15,82	15,86	13,98
ED kcal/kg	C1	448	467	457	457	464	467	478	452
	C2	454	474	454	449	455	462	433	442
	C3	451	458	460	463	451	476	473	477
	Promedio	451	466	457	456	457	468	461	457

Anexo M. Producción kg MS/año para análisis económico

Tratamientos	Ton/ha corte	Ton/ha año (6 cortes)	Ton - (6%)	kg MS/año
T1	2,67	15,99	15,03	15034
T2	2,53	15,20	15,14	15135
T3	2,64	15,81	15,75	15755
T4	2,75	16,50	16,44	16440
T5	2,35	14,07	14,01	14010
T6	2,21	13,23	13,17	13170
T7	2,10	12,62	12,56	12555
T8	2,22	13,29	13,23	13230