

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

**RAMIROALEXANDER MERA ERASO
JHON HADER RUALES ORTEGA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2007**

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DEL TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus*) ASOCIADO CON KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) BAJO DOS SISTEMAS DE REPRODUCCIÓN Y DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL MUNICIPIO DE PASTO-NARIÑO

**RAMIRO ALEXANDER MERA ERASO
JHON HADER RUALES ORTEGA**

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

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

***Copresidente
EDGAR CARDENAS R.
Zootecnista M.Sc.***

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2007**

“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 ACEPTACION

EDMUNDO APRAEZ G. Zoot. M.Sc, Ph.D.
Presidente

HERNAN OJEDA JURADO Zoot.
Jurado Delegado.

ARTURO GALVEZ CERON. Zoot. M.Sc
Jurado.

San Juan de Pasto, octubre de 2007.

AGRADECIMIENTOS

Extendemos nuestro más sincero agradecimiento a;

HERNAN OJEDA JURADO, Zootecnista. Esp.

ARTURO GALVEZ CERON, Zootecnista. M.Sc.

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

EDGAR A. CARDENAS ROCHA, Zootecnista. M.Sc. UNAL.

CARLOS SOLARTE PORTILLA, Zootecnista. M.Sc, Ph. D.

LUIS RAFAEL BOADA C, Zootecnista. M.Sc.

JULIO CESAR RIVERA, Zootecnista. M.Sc.

OSCAR MONCAYO OTERO, Zootecnista.

LUIS SOLARTE PORTILLA, Zootecnista.

ALBERTO UNIGARRO, I. A. M.Sc.

HERNANDO CRIOLLO, I.A. M.Sc.

EDISON GAVIRIA, I.A.

SANDRA ESPINOSA, Tec. Química lab. Bromatología.

OSCAR MEJIA SANTACRUZ, Economista.

GLORIA PANTOJA, Bióloga.

Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.

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 forma contribuyeron a la culminación de este proyecto.

DEDICATORIA.

De RAMIRO:

A mi padre, Edgar Mera y mi madre, Socorro Eraso, seres bondadosos de gran sabiduría y entereza, por concederme el milagro de la vida, entregándome su amor y confianza incondicional; permitiendo de esta manera, la transformación de mis anhelos en realidad.

A mis hermanos, Mauricio, Andrés, Luís, Marcelo, Jesús, Adriana, Claudia y Daniel, amigos leales por siempre y ejemplo de vida a seguir por generaciones.

A mi novia Andrea Pantoja, compañera inquebrantable, por entregarme su amor y apoyo absoluto en la construcción de este triunfo.

A mi hija Sofía Mera, inspiración constante en mi sendero, dueña de mi ser y mi quehacer.

A todos los seres, hoy centinelas desde el cielo, porque durante su existencia corporal me colmaron de cariño y enseñanzas

A todas las personas que, con su amistad desinteresada, creyeron en mí, por ayudar en la consecución de este logro.

De JHON HADER:

Dedico este triunfo a Dios y a la Virgen por su inmensa generosidad, al condescenderme disfrutar del placer de aprender.

A mi padre Pablo Ruales y mi madre Maria Edilma Ortega; inagotable ejemplo de tenacidad, amor y ternura.

A Pablo Andrés, Mary Cristina y Cristian Jasmany, mis hermanos, por su apoyo incondicional e inquebrantable.

A mis familiares y amigos que contribuyeron con su enseñanza moral, intelectual y espiritual.

A mis amigas, incluso aquellas a quienes amo, por haberme dado su amor, ternura, compañía y comprensión.

A todas aquellas personas que lo hicieron posible; incluyendo a aquellas a quienes no me acompañan, por su partida al la vida eterna.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1 ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA	21
2 DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	22
3 OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4 MARCO TEORICO	24
4.1 PRODUCTIVIDAD LECHERA EN COLOMBIA	24
4.1.2 Productividad lechera en Nariño.	25
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA	26
4.3 PASTOS Y FORRAJES	27
4.3.1 Características fisiológicas de los forrajes.	27
4.3.2 Generalidades de las leguminosas.	28
4.3.2.1 Fijación biológica del nitrógeno.	28
4.4 GENERALIDADES DEL TRÉBOL PATA DE PÁJARO (<i>Lotus corniculatus</i>)	28
4.4.1 Origen y distribución.	29
4.4.2 Taxonomía del género <i>Lotus</i> .	29
4.4.2.1 Clasificación taxonómica de <i>Lotus corniculatus</i> .	29

4.4.3	Descripción morfológica.	30
4.4.4	Desarrollo reproductivo.	30
4.4.4.1	Frutos y semillas.	31
4.4.5	Calidad nutricional en <i>Lotus corniculatus</i> .	32
4.4.5.1	Importancia de los taninos en <i>Lotus corniculatus</i> .	33
4.4.5.2	Toxicidad en <i>Lotus comiculatus</i> .	33
4.4.5.3	Calidad nutricional de diversas variedades de <i>L. comiculatus</i> .	33
4.4.6	Productividad en monocultivo.	34
4.4.8	Fertilización y fijación de nitrógeno en <i>L. corniculatus</i> .	35
4.4.9	Enfermedades e insectos que afectan a <i>L. comiculatus</i> .	35
4.5	GENERALIDADES DEL PASTO KIKUYO (<i>Penisetum clandestinum</i>)	36
4.5.1.	Producción de forraje.	36
4.5.2	Método de siembra.	36
4.5.3	Riego y fertilización.	37
4.5.4	Renovación de potreros.	37
4.5.5	Manejo.	37
4.5.6	Valor nutritivo	37
4.6	MEZCLA DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS	38
4.6.1	Productividad de <i>L. corniculatus</i> bajo asociación con gramíneas.	40
4.6.2	Producción en mezcla de kikuyo y trébol pata de pájaro.	40

4.7	COMPETENCIA ENTRE CULTIVOS Y ARVENSES	42
4.7.1	Descripción de algunas arvenses de interés.	43
4.7.1.1	Corazón herido (<i>Poyigonum nepalense M</i>).	43
4.7.1.2	Orejuela (<i>Alchemilla obtusa B</i>).	44
4.7.1.3	Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>).	44
5	DISEÑO METODOLÓGICO	45
5.1	LOCALIZACIÓN	45
5.2	MATERIAL BIOLÓGICO.	45
5.3	ÁREA REQUERIDA PARA EL EXPERIMENTO.	45
5.4	EQUIPOS.	46
5.5	INSUMOS.	46
5.6	PREPARACIÓN DEL TERRENO	46
5.7	SIEMBRA.	47
5.8	ANÁLISIS EDÁFICOS	47
5.8.1	Químicos del suelo.	47
5.8.2	Físicos del suelo.	47
5.9	TOMA DE MUESTRA DEL FORRAJE	47
5.10	VARIABLES AGRONÓMICAS	48
5.10.1	Producción de forraje verde.	48
5.10.2	Producción de biomasa seca.	48
5.10.3	Índice de área foliar (IAF).	48
5.10.4	Altura.	48

5.10.5	Cobertura.	49
5.10.5.1	Composición botánica.	49
5.11	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.	50
5.12	SISTEMAS DE REPRODUCCIÓN Y DENSIDADES DE SIEMBRA.	50
5.12.1	Sistemas de reproducción.	50
5.12.2	Densidades de siembra.	50
5.13	TRATAMIENTOS	50
5.14	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
5.14.1	Modelo propuesto.	51
5.14.2	Formulación de hipótesis.	51
5.15	ANÁLISIS ECONOMICO	52
6	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
6.1	VARIABLES AGRONOMICAS	53
6.1.1	Producción de biomasa.	53
6.1.2	índice de área foliar (IAF).	56
6.1.3	Altura.	58
6.1.4	Cobertura y composición botánica.	60
6.2	ANÁLISIS BROMATOLOGICO	62
6.3	ANÁLISIS ECONOMICO	63
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
7.1	CONCLUSIONES	66

7.1	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	68
	ANEXOS	74

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición nutricional de algunas variedades de <i>L. corniculatus</i> .	34
Tabla 2. Capacidad de carga y desarrollo de animales con algunas leguminosas.	35
Tabla 3. Calidad del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) como % de materia seca.	38
Tabla 4. Fertilización de establecimiento para la leguminosa en la pradera a cultivar.	46
Tabla 5. Producción de biomasa.	53
Tabla 6. Cobertura forrajera y composición botánica (%) de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	61
Tabla 7. Calidad nutricional de la mezcla <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> al final del tercer corte.	63
Tabla 8. Análisis económico de cada tratamiento de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. TRÉBOL PATA DE PÁJARO (<i>Lotus corniculatus</i>)	28
Figura 2. Asociación <i>P. clandestinum</i> y <i>L. corniculatus</i> .	39
Figura 3. Corazón herido (<i>Poyigonum nepalense M</i>).	43
Figura 4. Orejuela (<i>Alchemilla obtusa B</i>).	44
Figura 5. Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>).	44
Figura 6. Plántulas Trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i>).	45
Figura 7. Producción de biomasa de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> en diferentes densidades y sistemas de siembra.	55
Figura 8. Índice de área foliar de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> en diferentes densidades de siembra.	57
Figura 9. Índice de área foliar de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> en diferentes sistemas de reproducción.	57
Figura 10. Altura de plantas de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> en diferentes densidades de siembra.	59
Figura 11. Altura de plantas de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> en diferentes sistemas de reproducción.	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis físico químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento	75
Anexo B. Análisis de varianza para variables agronómicas de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	75
Anexo C. Producción de biomasa seca de los tres cortes en <i>t/ha</i> de la mezcla <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	76
Anexo D. Prueba de Tukey para índice de área foliar de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	76
Anexo E. Índice de área foliar (I.A.F.) en los tres cortes de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	76
Anexo F. Prueba de Tukey para altura de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	77
Anexo G. Altura en cm de las plantas de la mezcla <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	77
Anexo H. Fuentes de variación para cobertura y composición botánica.	77
Anexo I. Cobertura y composición botánica en los tres cortes de la mezcla <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	78
Anexo J. Costos de fertilización para análisis económico de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	79
Anexo K. Producción Kg MS /año para análisis económico de la asociación <i>L. corniculatus</i> y <i>P. clandestinum</i> .	79

GLOSARIO

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

Asociación: juntar o reunir, adecuando un elemento con otro para conseguir un determinado fin.

Densidades de siembra: magnitud que expresa en número los individuos de plantas de la misma especie que vegetan por unidad de superficie.

Forraje: fuente de alimento vegetal más abundante y barata en un ecosistema para el sustento y productividad animal, que conforman un tapete permanente del suelo.

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

Raíz adventicia: raíz que se origina fuera del sistema radical; se producen a partir de yemas de los tallos de la planta o surgida de otra parte que no es la raíz existente.

Rhizobium: bacterias que se hospedan en las raíces de las leguminosas formando nódulos, que efectúan la fijación de nitrógeno al suelo.

Trópico alto: Region de tierra que se encuentra en determinadas alturas sobre el nivel del mar.

Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*): leguminosa forrajera de clima frío, que prospera bien en suelos pobres, zonas de mal drenaje, tolera la sequía, heladas y tiene buena calidad nutricional para algunos animales.

RESUMEN

El ensayo se realizó en el Corregimiento de Daza, municipio de San Juan de Pasto, Colombia, con altitud de 2745 m.s.n.m, temperatura promedio de 12°C, precipitación anual promedio de 1300 ml, y una humedad relativa de 77%*.

Se evaluó la adaptación del trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), asociado con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de reproducción: tallo (RT) y raíz (RR), y diferentes densidades de siembra: 1planta/m² (DA), 1planta/1.5m² (DB) y 1planta/3m² (DC). Se hizo un diseño de bloques con arreglo factorial, 6 tratamientos y 5 réplicas por tratamiento, aplicando análisis de varianza y una prueba Tukey's. Los tratamientos fueron: T1: RT-DA, T2: RT-DB, T3: RT-DC, T4: RR-DA, T5: RR-DB, T6: RR-DC.

En cuanto a la producción de biomasa fresca y seca, los mayores resultados se observaron en el T4 con 23.41 tFV/ha y 4.16 tMS/ha (P<0.01).

Para índice de área foliar (IAF) y la altura, hubo diferencias (P<0.01) para el sistema de reproducción, densidad de siembra, mas no para la interacción de las dos. Los mayores valores correspondieron a densidad de siembra 1planta / m², con 9,92 de IAF y 27.592cm, de altura y el sistema de reproducción de raíz, con 9,82 de IAF y 27.592cm de altura de la asociación.

La cobertura fue mejor para los lotes de densidad 1planta/3 m², debido a la menor extracción de *P. clandestinum* para la siembra de *L. corniculatus*. Los sistema de siembra, raíz y tallo, tuvieron comportamiento semejante. La composición botánica de la pradera estuvo constituida por las especies de la asociación, acompañado de diferentes arvenses: corazón herido (*Polygonum nepalense*), orejuela (*Alchemilla obtusa*) y trébol (*Trifolium repens*).

Todos los tratamientos fueron altamente rentables, destacándose el T4 con DA y sistema raíz, que fue el mayor en cuanto a ingresos y razón beneficio costo.

* INSTITUTO DE HIDROLÓGICA Y MEDIO AMBIENTE. (IDEAM). [online]. s.n [Nariño, Colombia] : 2006. [Septiembre del 2006]. Disponible en internet : [http:// WWW.IDEAM.gov.co](http://WWW.IDEAM.gov.co)

ABSTRACT

The experiment was done at Corregimiento of Daza, municipality of San Juan de Pasto, Colombia, with altitude of 2,745 m.a.s.l, average temperature 12°C, average annual precipitation 1300 ml, and relative humidity of 77%*.

The adaptation of the Bird Foot Trefoil (*Lotus corniculatus*), associated with Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) was evaluated under two reproduction systems: stem (RT) and root (RR) together with different seeding densities: 1plant/m² (DA), 1plant/1.5m² (DB) and 1plant/3m² (DC). A variance analysis was done through a design of blocks with factorial arrangement, 6 treatments and 5 replicas for treatment. A Tukey's Studentized test was used. The treatments were: T1: RT-DA, T2: RT-DB, T3: RT-DC, T4: RR-DA, T5: RR-DB, T6: RR-DC.

In the production of fresh and dry biomass. The best results were observed in T4 with 23.41 tons of fresh fodder per hectare and 4.16 tons of dry fodder per hectare (P<0.01).

The area index to foliate (IAF) and the height had differences (P<0.01) for the reproduction system and the seeding density, but there are not differences for the interaction between both of them. The highest values were the seeding density 1plant/m² with 9,92 IAF and 27.592 cm of height, and the root reproduction system with 9,82 IAF and 27.592 cm of height of the association.

The covering was better for the lots of density 1plant/3m² due to the smallest extraction in *P. clandestinum* for the seeding of *L. corniculatus*. The seeding, root and stem systems had similar behavior. The botanical composition of the prairie was constituted by the species of the association, accompanied by different arbenses: wounded heart (*Poygonum nepalense*), orejuela (*Alchemilla obtuse*) and clover (*Trifolium repens*).

All treatments were highly profitable; nevertheless the T4 with DA and root system was the best including both revenues and cost-benefit.

*INSTITUTO DE HIDROLÓGICA Y MEDIO AMBIENTE (IDEAM). [online]. s.n. [Nariño, Colombia] : 2006. [Search: September, 2006]. Available in internet : <http://www.ideam.gov.co>

INTRODUCCIÓN

Actualmente el reto de los productores que practican la ganadería moderna consiste en incrementar su producción en forma acelerada y sostenible, de tal manera que responda a la demanda de la población y, además, garantice la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

En Colombia, la producción de leche especializada se encuentra establecida en diferentes regiones del trópico alto, afectado por factores como: estacionalidad de las lluvias, el comportamiento variable del clima con épocas de sequía prolongada y algunos factores edáficos perjudiciales, lo cual afecta la producción y calidad de la biomasa forrajera y repercute negativamente sobre la competitividad y rentabilidad del sector.

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 que los pastos tradicionales 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 considerablemente los parámetros productivos, requieren de gran cantidad de insumos, en su mayoría fertilizantes nitrogenados para su establecimiento. Lo anterior afecta negativamente la economía del productor y desgasta los recursos naturales.

En esta zona predominan pastizales de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), solo o en asociación con leguminosas como trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y alfalfa (*Medicago sativa*). *P. clandestinum* se encuentra adaptado al trópico alto, con excelentes rendimientos de forraje de buena calidad; cuando la fertilización es adecuada y el riego es abundante; por otro lado, ve limitada su persistencia y alta producción de biomasa durante el año, debido a la susceptibilidad a heladas, plagas y enfermedades.

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 la proteína y la digestibilidad, además fijan nitrógeno para la gramínea asociada, reduciendo la necesidad de fertilización nitrogenada y suplementación proteica al animal, bajando los costos de producción.

Cárdenas comenta que: 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 orden; sin embargo, presenta problemas por su lento establecimiento, razón por la cual se debe buscar propagarse de forma rápida para que su establecimiento sea acorde con la renovación de *P. clandestinum*¹.

Basados en estos antecedentes, se desarrolló este proyecto de investigación, que tiene el propósito de evaluar la adaptación y producción del Trébol Pata de Pájaro (*Lotus corniculatus*) en asociación con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de reproducción y diferentes densidades de siembra.

¹ CARDENAS, E. A. El trébol pata de pájaro, nueva alternativa forrajera para clima frío en Colombia. EN : Ayrshre. La raza lechera idea. Publicación oficial de la Asociación de criadores Ayrshire de Colombia. Bogotá, Colombia. 2007. Pag. 24-29.

1 ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

En la zona de trópico alto andino colombiano, la producción de pasto ha incrementado progresivamente su importancia económica y social, lo cual lleva a los productores lecheros a introducir técnicas de manejo para mejorar los índices productivos, obteniendo como resultado altos costos de producción, principalmente por la incorporación de forrajes mejorados, en su mayoría gramíneas que requieren gran cantidad de fertilizantes nitrogenados para su establecimiento y que, al mismo tiempo, son una desventaja ambiental.

Coyne y Oehme, citados por Murillo, afirman que: las leguminosas forrajeras suministran nitrógeno al suelo mejorando la calidad de las praderas cuando éstas se asocian con gramíneas, elevando la producción en forma sostenible. En Nariño su uso es escaso debido a algunos problemas nutricionales que pueden ser la causa de intoxicaciones y timpanismo en rumiantes, razón por la cual el productor es cauteloso al incluir leguminosas en la dieta de los animales².

Alison y Hoveland, citados por Castro, aseveran que: la introducción de la leguminosa forrajera *L. corniculatus* en ecosistemas de trópico de altura, prospera bien en suelos pobres, zonas de mal drenaje, tolera la sequía y heladas, reduce el problema de chinche por el incremento en la diversidad, y posee un nivel benéfico de taninos condensados en hojas y tallo, previniendo el meteorismo con respecto a otras de su mismo orden³.

En este orden de ideas, se hace necesario evaluar una alternativa forrajera pionera en el departamento de Nariño, como la leguminosa trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) que favorezca tanto ambiental como económicamente el manejo de las praderas usadas como fuente de alimento animal.

² MURILLO, Maritza. Potencial forrajero de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) en ecosistema de trópico de altura. Santafé de Bogotá, Colombia. 2003. p. 8. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogota, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

³ CASTRO, Edwin. Evaluación de adaptación y compatibilidad de diez gramíneas para clima frío asociadas a *Lotus corniculatus* en Mosquera Cundinamarca. Santafé de Bogotá. Colombia. 2004. p. 30. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿La asociación de la leguminosa trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en una densidad de siembra y sistema de reproducción apropiados, sería una alternativa de pastura promisoría, de fácil adaptación, propagación y alta producción de biomasa, para la zona lechera del trópico alto de Nariño?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la adaptación del trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), asociado a kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), con dos sistemas de reproducción y tres densidades de siembra en el corregimiento de Daza, Municipio de Pasto, Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar índices agronómicos de la asociación *L. corniculatus* con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).
- Establecer la calidad nutricional a través de un análisis bromatológico al finalizar el experimento.
- Determinar las características edáficas del área de trabajo.
- Estipular un análisis económico, para especificar los ingresos y la rentabilidad de los tratamientos.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 PRODUCTIVIDAD LECHERA EN COLOMBIA

El DANE ostenta: 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 al sector agropecuario del PIB un crecimiento porcentual en 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, factores que inciden en el precio final al consumidor, restándole competitividad. La producción de leche fresca presenta una variabilidad en los volúmenes producidos a lo largo del año, como consecuencia de la estacionalidad climática (periodo de lluvias y de sequía), que afecta la disponibilidad de pastos y ocasiona una variación en la producción de leche cercana al 10%⁴.

Según la OMS, el consumo de leche per cápita en el año debería ser de 300 litros, pero es de 151,5 para Colombia, lo que ha conllevado, como una de sus líneas de acción prioritaria, una motivación para conseguir que la población incremente ostensiblemente su consumo de productos lácteos. En este contexto, si realmente se quiere dar un auge al consumo de productos lácteos, se debe trabajar desde la alimentación animal, para lo cual se debe buscar un mejoramiento de las praderas⁵

Según Bernal, para la obtención de un producto como la leche, es fundamental el uso adecuado del medio ambiente natural, el pasto, el manejo y el animal, en la medida que el hombre pueda modificar estos factores, en el caso de que lo sean, dependerá el éxito de su empresa⁶.

⁴ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE. Producto interno bruto, segundo semestre 2006. [online]. s.n. P. 4 [Santafé de Bogotá, Colombia] : 2006 [Consulta: 20 de septiembre del 2007] disponible en Internet : <<http://www.dane.gov.co>>

⁵ ORGANIZACION MUNDIAL DE SALUD. OMS [online]. s.n. [Latinoamérica] : 2006 [Consulta: 20 de septiembre del 2007] disponible en Internet : <<http://www.oms.gov>>

⁶ BERNAL J. Pastos y forrajes tropicales - Producción y manejo. Colombia : IDEAGRO. 2003. p. 12.

4.1.2 Productividad lechera en Nariño. En Nariño, el sector agropecuario ha tenido una participación considerable dentro de su economía, pero en los últimos años ha descendido de 34% a 32%, donde la tenencia de tierra es mayoritariamente minifundista. La agricultura, dentro del PIB agropecuario departamental, disminuyó, mientras la ganadería de leche incrementó su participación en 5% entre 2003 y 2005⁷.

El consolidado agropecuario⁸ para el 2005 registró 302.000 cabezas de ganado, con un 34% dedicado a ganadería de leche, de las cuales, el mayor inventario ganadero en el departamento se encuentra en Pasto (26 mil cabezas), Guachucal, Cumbal (20 mil cabezas cada uno) e Ipiales (17.000), y los de mayor producción lechera son los tres primeros, además de Ipiales.

En la cuenca lechera de Nariño se encuentran algunas lecherías especializadas con un alto nivel técnico, con razas seleccionadas, manejo de praderas, suplementación alimenticia basada en concentrados comerciales, asesoría técnica e inseminación artificial⁹.

La producción total de leche en el departamento es aproximadamente de 815 mil litros/día y el promedio de producción de 6.9 litros/vaca/día, superior al promedio nacional (4.5 l/v/d), pero inferior a departamentos lecheros como Cundinamarca (10.1), Antioquia (7.9) y Risaralda (8)¹⁰.

Según Villaria, “el área cubierta de pastos dedicada a la ganadería es cercana a 500 mil hectáreas, afectadas principalmente por la época de sequía y heladas, lo que conlleva a un deficiente manejo de las praderas, con sobrepastoreo y aumento de la presión sobre los bosques, perjudicando la sostenibilidad del sistema de producción”¹¹.

⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Encuesta nacional agropecuaria 2004. Santafé de Bogotá, Colombia : s.n. 2005. P. 63.

⁸ NARIÑO. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado agropecuario 2005. San Juan de Pasto, Colombia : s.n. 2006. P. 88.

⁹ Ibid, p. 88.

¹⁰ Ibid, p. 87.

¹¹ VILLARIA, J. Economía del Departamento de Nariño, ruralidad y aislamiento geográfico. [online]. Banco de la república 4 ed. [Nariño, Colombia] : 2005 [Consulta: 10 de febrero del 2007] disponible en Internet : <http://www.banrep.gov.co/public/pub_ec_reg_4.htm>

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

Loterio argumenta:

La región de clima frío en Colombia comprende zonas que están entre los 2000-3000 m.s.n.m., presenta características edafológicas con un relieve que varía desde plano a ligeramente plano (pendiente de 0-3%), hasta escarpado a muy escarpado (pendiente mayor a 50%). El material parental es muy variable e incluye rocas de origen ígneo (diabasas, basaltos, granitos y andesitas), sedimentarias (areniscas) y metamórficas (enquistas y pizarras). Los suelos son principalmente Andepts, Tropepts y Orthents, con grados variables de evolución, profundidad efectiva, drenaje, erosión y fertilidad. Con pocas excepciones, los suelos son ácidos, bajos en fósforo disponible y con alta capacidad para fijar este elemento, altos en materia orgánica y en saturación de aluminio, bajos a medios en los contenidos de potasio, calcio y magnesio y en varias zonas con problemas de deficiencia de azufre, boro, zinc y molibdeno. En general, la fertilidad varía de moderada a muy baja¹².

Según Sierra¹³, en el altiplano nariñense, el 18% de su área corresponde a piso térmico frío, 9% páramo. La zona dedicada a ganadería de leche está localizada a 2300-3300 m.s.n.m., es montañosa, topografía quebrada, fuertemente ondulada y en algunos casos planas, predominio de pH ácido, el 24% son pobres en materia orgánica (menos de 5%), la tercera parte tiene valores medios y el 46 % tiene valores altos (mas de 15%). El 59% de los suelos son bajos en fósforo y calcio, el potasio se encuentra en cantidades apreciables, hay frecuencias altas de la relación $(Ca+Mg)/K$ y una frecuencia del 72% con alta relación Ca/Mg .

¹² LOTERO J. Producción y utilización de los pastizales de las zonas alto andinas de Colombia. Red de pastizales Andinos. Quito, Ecuador : REPAAN..1993. p. 47.

¹³ SIERRA, J. Principales especies forrajeras de clima frío. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

4.3 PASTOS Y FORRAJES

Mila asevera: “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”¹⁴.

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”¹⁵.

4.3.1 Características fisiológicas de los forrajes. Bernal asevera que:

El pasto que se usa en una explotación ganadera debe estar bien adaptado a las condiciones del medio ambiente y ser productivo. Debe poseer buenas características como:

- Facilidad de propagación.
- Alto poder competitivo con malezas.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Capacidad de recuperación después del corte.
- Resistencia a condiciones climáticas adversas.
- Tolerancia al pisoteo.
- Latencia de la semilla por periodos prolongados.
- Floración y formación de semillas.
- Gran eficiencia fotosintética.
- Alta relación hoja-tallo
- Buena gustosidad y alto valor nutritivo¹⁶.

¹⁴ MILA, A. Suelos, pastos y forrajes. Santafé de Bogotá. Colombia : 1996. Facultad de Ciencias Agrarias. Unisur. p. 8.

¹⁵ Ibíd. p. 8.

¹⁶ BERNAL, J. Op. cit. p. 14.

4.3.2 Generalidades de las leguminosas. Las leguminosas son originarias de los trópicos e importantes por su uso como plantas forrajeras en la alimentación animal. Son plantas de crecimiento anual o perenne, herbáceas, arbustivas o en forma de árbol. Existen aproximadamente unas 14 000 especies y 500 géneros, de los cuales la gran mayoría se encuentran en el continente americano. Las plantas de leguminosas poseen características propias que se diferencian entre sí por su unidad morfológica, hábito de crecimiento y por la forma de sus hojas. Están compuestas por raíz, tallo, hoja, flor y fruto¹⁷.

4.3.2.1 Fijación biológica del nitrógeno. Bermúdez¹⁸ dice que las leguminosas se diferencian de otras especies vegetales por la relación simbiótica con bacterias del genero *Rhizobium*, las cuales se hospedan en la raíces y forman nódulos en los cuales efectúa la fijación de nitrógeno. En muchos casos, las especies de *Rhizobium* y las leguminosas no son compatibles, o son inefectivas, por lo cual puede fracasar el cultivo de leguminosas.

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

Figura 1. Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*)



¹⁷ CURSO DE recursos forrajeros. [online]. Costa Rica: s.n. [consulta: 3 noviembre de 2006]. Disponible en internet: [http:// www.uned.ac.cr/ PMD/recursos/cursos /agroestologia /files/ biograf%EDa.htm](http://www.uned.ac.cr/PMD/recursos/cursos/agroestologia/files/biograf%EDa.htm)

¹⁸ BERMÚDEZ, G. Leguminosa espontánea de posible valor forrajero en Colombia. Boletín Técnico. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 1997. 82 p. (Biblioteca de literatura Colombiana No121)

4.4.1 Origen y distribución. Tome y Jonson, citados por Murillo, afirman que:

El lotus 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 suelos pobres, mal drenados, salinidad y 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 últimos¹⁹.

4.4.2 Taxonomía del género *Lotus*. Brand, citado por Murillo, expone:

El género *Lotus* está conformado por un diverso grupo de especies anuales y perennes. Dependiendo del sistema de clasificación, éstas son aproximadamente entre 80 y 200 especies. La mayor diversidad de especies se encuentra en el Mediterráneo, lo cual indica que esta área fue probablemente el origen de las especies del Viejo Mundo. De las 200 especies de *Lotus* que se encuentran distribuidas por el mundo, cerca de 60 son endémicas. Otras tienen como centro geográfico el Sudeste de los Estados Unidos, extendiéndose a lo largo de la costa occidental, hacia Canadá y a México²⁰.

4.4.2.1 Taxonomía de *Lotus corniculatus*. Según Murrillo, se clasifica así:

- Reino: Vegetal
- División: Espermatofitas
- Subdivisión: Angiosperma
- Orden: Leguminosa
- Clase: Dicotiledónea
- Familia: *Fabacea* (Pea)
- Género: *Lotus*
- Especie: *Lotus corniculatus*²¹

¹⁹ MURILLO, Op. cit, p. 10.

²⁰ Ibid, p.10.

²¹ Ibid, p.10.

4.4.3 Descripción morfológica. Artola²² describe el Lotus como una planta leguminosa perenne herbácea con varios tallos aéreos ramificados que se elevan a partir de una corona que une la parte aérea con las raíces. Los tallos se clasifican entre aquellos que se elevan directamente de la corona (tallos primarios), aquellos que emergen de los nudos situados inmediatamente arriba de la corona en los tallos primarios (tallos primarios laterales) y las ramificaciones de estos últimos (tallos secundarios laterales). Dichos tallos pueden ser rastreros a semirectos y alcanzan una longitud entre 60 y 100 cm, en condiciones de crecimiento favorables. Las hojas están compuestas de cinco folíolos; uno terminal, dos apicales y dos basales que se asemejan a estipulas.

El mismo autor expone:

Las inflorescencias son umbelas simples, compuestas de 4 a 8 flores de color amarillo; el cáliz, compuesto de 5 sépalos unidos; la corola es la típica de las leguminosas, con 5 pétalos que varían en la forma. El fruto es una vaina cilíndrica, alargada y angosta de 4 a 5 cm de largo. Cada vaina contiene entre 15 y 20 semillas; cuando llegan a la madurez, se abren violentamente y expulsan la semilla a distancias considerables; Miden aproximadamente 1.4 mm de longitud y 1.2 mm de ancho y en un kilo hay entre 800.000 y 900.000. Sus formas son ovales y algo aplastadas. Los colores más comunes son el marrón oscuro, así como diferentes tonalidades de castaño²³.

4.4.4 Desarrollo reproductivo. Según reportes de McDonald, "*L. corniculatus* presenta floración de agosto a septiembre, o en días largos (16 a 18 horas de luz); en días cortos (15 horas de luz), la floración es fuertemente retardada y con 14 horas de luz es dispersa y con un crecimiento más postrado. Factores como temperatura, bajo nivel nutricional, insectos y enfermedades puede producir aborto en las flores, a pesar de un buen fotoperíodo"²⁴.

²² **ARTOLA, A; GARCÍA DE LOS SANTOS, G. y CARRILLO C.** A seed vigor test for birdsfoot trefoil. [online]. Seed Science & Technology. [Estados Unidos] : 2003 [Consulta: 13 de febrero 2007]. Disponible en internet: < http://www.ciencia.net/perfil_ver.jsp?id..>

²³ Ibid. s.p.

²⁴ **McDONALD,** Seed Technology and its Biological Basis. [online]. Ubi dubium, ibi libertas.[Estados unidos] : A. Tennyson. Locksley Hall. [Consulta: 13 de octubre 2006]. Disponible en internet : http://www.ciencia.net/perfil_ver.jsp?id.

En el caso de *L. corniculatus*, Artola afirma que:

El requerimiento básico para florecer es la inducción secundaria que consiste en un incremento en la longitud del día para que ocurra la inducción floral. Esta especie, previo a estar capacitadas para recibir la inducción floral, debe pasar por el estado juvenil, el cual se define como la fase durante la cual las plántulas son insensibles a las condiciones ambientales; más tarde, en la fase adulta, promueven la floración; florece en el año de siembra, siempre y cuando el fotoperíodo sea adecuado, luego que las plantas han superado su estado juvenil²⁵.

4.4.4.1 Frutos y semillas. Seaney y Henson afirman:

Se han identificado tres estados fisiológicos durante el desarrollo de las vainas y semillas: elongación de las vainas, desarrollo de la semilla, maduración de estas últimas. Durante la elongación de las vainas, éstas alcanzan su máxima longitud, las semillas son inmaduras y no germinan. En el estado de desarrollo de semillas, se producen incrementos marcados en el diámetro de las vainas, tamaño de semillas y viabilidad, aunque el tamaño del embrión ha alcanzado su máximo, la acumulación de reservas no ha finalizado y por consecuencia la semilla no ha logrado su máxima calidad fisiológica. En el tercer estado, las semillas logran su máxima calidad fisiológica y peso al finalizar la acumulación de reservas, en otras palabras, tienen su máximo poder germinativo y vigor²⁶.

Según McDonald²⁷, la falta de sincronía en la maduración de los frutos hace muy difícil la elección del momento de cosecha. Una cosecha temprana resulta en bajos rendimientos por la proporción muy alta de semillas inmaduras e inviábiles y una cosecha tardía presenta un gran número de vainas dehiscentes y bajos rendimientos de semilla por desgrane. Por lo tanto, se debe buscar un equilibrio entre semillas inmaduras, semillas maduras y desgrane.

²⁵ ARTOLA. Op. Cit. s.p.

²⁶ SEANEY, R.R. y HENSON, P.R. Birdsfoot trefoil. Advances in Agronomy [online]. Vol.: 22. Ubi dubium, ibi libertas.[Estados unidos] : A. Tennyson. Locksley Hall. [Consulta: 5 de diciembre 2006]. Disponible en internet : [http/ /www.ciencia.net/ht](http://www.ciencia.net/ht) .

²⁷ McDONALD, Op. Cit. s.p.

Artola asevera que:

El trébol pata de pájaro es la especie que, a pesar de ser una gran productora de semillas, los rendimientos que se obtienen son generalmente bajos, ya que el elevado porcentaje de dehiscencia natural cuando la semilla se encuentra madura y su hábito de crecimiento indeterminado, hacen difícil la elección de método y momento de cosecha. Otra de las limitantes de la especie es el lento crecimiento de sus plántulas y su difícil establecimiento, esto quiere decir que no compete satisfactoriamente con plántulas de crecimiento rápido, ya sean cereales, forrajeras o malezas. Por todo esto se debe cuadruplicar la densidad de siembra para lograr la población de plantas requeridas para compensar el bajo vigor de semilla. Generalmente al segundo año se obtiene la mayor producción de semilla y forraje²⁸.

4.4.5 Calidad nutricional en *Lotus corniculatus*. Laredo y Cuesta, citados por Castro²⁹, compararon la calidad nutricional de varias gramíneas y leguminosas en diferentes estados de desarrollo en la Sabana de Bogotá; en *Lotus corniculatus* se dieron valores representativos de proteína y otros nutrientes con un rebrote de 45 días.

Por otro lado, Murillo cita que:

El valor nutricional de *L. comiculatus* 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 consumo³⁰.

²⁸ ARTOLA, A., Op. Cit. s.p.

²⁹ CASTRO Edwin. Op. Cit. p.26.

³⁰ MURILLO, Maritza. Op. Cit., p.78.

4.4.5.1 Importancia de los taninos en *Lotus corniculatus*. Morris y Robbins, citados por Murillo, manifiestan que:

Los principales son los taninos condensados (TC) de interés nutricional. El contenido de taninos en *L. corniculatus* está generalizado en sus principales tejidos, hojas, tallo, raíz, pétalos, semilla, a diferencia de otras leguminosas que presentan taninos únicamente en la semilla y raramente en los pétalos. En *L. comiculatus* el nivel de TC extractables varía entre 20-40 g/kgMS, siendo benéfico al prevenir el timpanismo e incrementar el flujo de nitrógeno no amoniacal, al formar complejos estables con la proteína de microorganismos y liberándola para su digestión y absorción, además bajan la concentración de grasa en un 2.5% por aumento de secreción de proteína, siendo un aspecto relevante en la producción³¹.

4.4.5.2 Toxicidad en *Lotus comiculatus*. Phillips, citado por Murillo³², asevera que: algunas variedades de *L. comiculatus* contienen glucósidos cianogénicos que en esta forma no es tóxico, pero al ser hidrolizados por acción enzimática o actividad de microorganismos produce ácido cianhídrico libre (HCN), el cual se fija a la enzima citocromooxidasa, inhibiendo la transferencia de oxígeno a nivel celular, produciendo anoxia histotóxica, temblor, convulsiones, y muerte súbita. La concentración de HCN en algunas especies de *Lotus* es venenosa para los animales, sin embargo, no son probados.

4.4.5.3 Calidad nutricional de diversas variedades de *L. comiculatus*. McGraw, citado por Murillo³³, afirma que muchos investigadores han reportado diferencias en la calidad nutricional entre las variedades de *L. comiculatus*; determinaron la composición nutricional de 48 condescendencias de *L. corniculatus*, no encontraron diferencias significativas entre variedades para la concentración de PC, mientras que para DIVMS observaron diferencias entre las variedades.

En la tabla 1 se resume algunos valores nutricionales encontrados por diferentes autores.

³¹ Ibid, p. 79.

³² Ibid, p. 79.

³³ Ibid, p. 81.

Tabla 1. Composición nutricional de algunas variedades de *L. corniculatus*.

Variedad	Fuente	Valor nutricional (g/kgMS)			
		PC	DIVM	FDN	FDA
Leo	Hopkins <i>et al.</i> 1996	207	661	-	-
	Sheaffer <i>et al.</i> 1984	183	681	460	-
Viking	Monson y Reid 1968	-	718	-	-
	Beuselinck <i>et al.</i> 1992	188	729	468	300
Norcen	Buxton <i>et al.</i> 1985	205	658	-	-
	Marten <i>et al.</i> 1987	202	765	-	-
	Sheaffer <i>et al.</i> 1992	214	743	-	-
	Sleugh <i>et al.</i> 2000	184	667	442	-
	Cassida <i>et al.</i> 2000	206	-	360	282
Dawn	Marten <i>et al.</i> 1990	217	731	-	-
	Barnett y Posler 1983	190	-	-	-
Empire	Beuselinck <i>et al.</i> 1992	215	725	451	262
	Monson y Reid 1968	-	702	-	-

Fuente : Murillo Maritza. 2003.

4.4.6 Productividad en monocultivo. Corpoica y el IGAC enuncian que “los agroecosistemas en trópico alto en Colombia están compuestos en su mayoría por praderas con pastos naturalizados y/o mejorados, principalmente *Pennisetum clandestinum* y *Lolium spp*³⁴.”

Marten, citado por Murillo³⁵, reporta ensayos que muestran el buen desempeño de *L. corniculatus* en producción de leche y otros rendimientos productivos, además presenta una mejor persistencia, y buena calidad nutricional. El producto de la capacidad de carga y la ganancia diaria promedio se expresa como producto animal/ha, donde *L. corniculatus* presentó un rendimiento superior (11 %) sobre las otras leguminosas; de esta manera, el autor concluye que esta leguminosa es una buena alternativa forrajera por presentar una buena calidad nutricional que puede compensar la menor persistencia y capacidad de carga. El mayor rendimiento en animales que consumieron *L. corniculatus* se debió a la mayor proporción de proteína sobrepasante (tabla 2).

³⁴ CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, (CORPOICA). (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, (IGAC). Cobertura y uso actual de la tierra en Colombia. Capítulo II. Santafé de Bogotá, Colombia, 2002. s.p.

³⁵ MURILLO, Op. cit, p. 76.

Tabla 2. Capacidad de carga y desarrollo de animales con algunas leguminosas.

	<i>M. sativa</i>	<i>L. comiculatus</i>	<i>A. cicer</i>	<i>O. viciifoli</i>
Días/ha	584	538	458	654
	100%	92%	78%	112%
Ganancia diaria (Kg./ha)	0,67	0,81	0,80	0,42
	100%	121%	119%	63%
Producción (kg./ha)	392	434	366	282
	100%	111 %	93%	72%

Fuente : Marten et al, 1987, citado por Murillo, 2003.

4.4.8 Fertilización y fijación de nitrógeno en *L. corniculatus*. Murillo menciona que:

L. corniculatus presenta tolerancia a condiciones de acidez del suelo, presenta alta capacidad de absorción de fósforo frente a leguminosas y gramíneas, también obtiene una mayor respuesta a la suplementación fosfórica. El aporte de nitrógeno por parte de *L. comiculatus* en praderas en asociación, tiene una tasa de fijación de nitrógeno que varía entre 50 y 205 *kg/ha/año*, siendo este valor medio frente a otras leguminosas. Además, favorece la remoción de fósforo fijado, siendo este uno de los grandes problemas que se tienen en los suelos colombianos³⁶.

4.4.9 Enfermedades e insectos que afectan a *L. comiculatus*. El mismo autor afirma que:

Se encuentran gran variedad de organismos para los cuales se debe implementar prácticas de manejo para su control, como realizar cosechas cuando se observen los primeros síntomas de infección o establecer asociaciones con gramíneas. Han sido encontrados infecciones por virus del tabaco en especies de *Lotus*, los cuales pueden jugar un papel importante en la persistencia de la pradera. Igualmente, un gran número de insectos causa pérdidas en *L. comiculatus*, los cuales atacan el follaje causando disminución en el crecimiento de la planta³⁷.

³⁶ Ibid, p. 91.

³⁷ Ibid, p. 92.

4.5. GENERALIDADES DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*).

Murillo³⁸ expresa que se calcula que en el mundo existen más de 10 000 especies de gramíneas, de las cuales el 60%, aproximadamente, se encuentran como pasturas naturales; una de las más abundantes es el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), son plantas herbáceas de crecimiento anual o perenne. Los órganos vegetativos son la raíz, el tallo y hojas. La composición química varía dependiendo, principalmente, del estado de madurez de la planta, de condiciones climáticas y del tipo de suelo donde se encuentre. El consumo voluntario de éstas se ve afectado por su estado de crecimiento, su valor nutritivo y el manejo que se le brinde a la pastura, en cuanto a sistema de pastoreo, carga animal, fertilización y control de malezas.

Bernal³⁹ certifica que esta gramínea de origen africano es de las más comunes y de mejor adaptación a las zonas de clima frío, a una altitud entre 1000 y 3200 m.s.n.m. Se adapta a cualquier tipo de suelo, pero no prospera bien si éstos son muy pobres, en buenas condiciones resiste la sequía, su óptima producción se obtiene en suelos de alta fertilidad, con un mínimo de 750 mm de precipitación anual.

4.5.1. Producción de forraje “El kikuyo es uno de los cultivos forrajeros conocidos que produce mayor cantidad de forraje, aun cuando los rendimientos pueden ser bajos si el manejo no es el adecuado o no se fertiliza anualmente con nitrógeno”⁴⁰.

4.5.2 Método de siembra. El kikuyo se reproduce mediante estolones que se cortan en trozos de 0.15 a 0.20 m, ya que la multiplicación mediante semilla resulta difícil, debido al largo tiempo que requiere para formarse después de la floración; las plantas se extienden superficialmente, en los nudos y estolones se forman raíces, retoños y ramificaciones. El crecimiento puede formar un césped denso con un espesor de 15 a 30 cm, semejando un colchón. Los tallos crecen erectos o semierectos y alcanzan de 60 a 80 cm de altura ⁴¹.

³⁸ Ibid, p. 92.

³⁹ BERNAL, J. Op. cit. p. 470.

⁴⁰ CURSO DE recursos forrajeros. Op. cit.. s.p.

⁴¹ EFECTO DEL nitrógeno (n), fósforo (p), potasio (k), calcio (ca) y micro elementos (mi) sobre el contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca en el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y alfalfa (*Medicago sativa*), [online]. Venezuela : 2005. [Consulta: 3 de diciembre 2006]. Disponible en internet : [http/ /www.elergonomista.com](http://www.elergonomista.com) .

4.5.3 Riego y fertilización. Con la aplicación de agua adicional se logra una excelente producción de hasta 4.25 tMS/ha en las épocas secas, especialmente si se fertiliza. El intervalo entre pastoreo o corte puede ser de 35 a 40 días con aplicación de riego, mientras que durante el verano los lapsos se amplían a 60 y 75 días. Cuando crece solo, el kikuyo necesita la aplicación de nitrógeno. Igualmente, es conveniente la aplicación anual de fósforo, potasio y cal, de acuerdo con los análisis de suelo respectivo, para favorecer la persistencia y alta producción total de forraje seco⁴².

4.5.4 Renovación de potreros. En ocasiones, no es económico cambiar totalmente el pasto de un potrero, sino más bien es aconsejable mejorar el pasto existente mediante prácticas culturales sencillas, aplicación de fertilizantes, manejo racional y asociación con leguminosas⁴³.

4.5.5 Manejo: el forraje de mejor calidad se obtiene cuando se corta frecuentemente a intervalos de seis a ocho semanas; con frecuencias mayores a 12 semanas se obtiene mayor producción de forraje, pero su calidad disminuye. Si los cortes son muy frecuentes (cada 2 semanas), la producción es muy baja y se afecta su persistencia. Si no se utiliza riego, es mejor cortar de acuerdo con el desarrollo de las plantas y no con una frecuencia fija. Se recomienda una altura de corte o pastoreo entre 5 y 10 cm. sobre el nivel del suelo⁴⁴.

4.5.6 Valor nutritivo. Bernal, citado por Acosta y Moncayo, dice que:

La eficiencia potencial de un forraje para el crecimiento y producción de cada especie, es la respuesta de su valor nutritivo. Por lo tanto, un pasto se considera de buena calidad si posee todos los nutrientes esenciales disponibles en proporciones balanceadas, tiene alta digestibilidad y es gustoso para el animal, además puede estar determinado por el estado de madurez de la planta; por esto, un forraje usado en el momento oportuno, puede dar excelentes resultados aunque no sea de muy alta calidad.

⁴² CURSO DE recursos forrajeros. Op. cit p. 92 .

⁴³ Ibid. p. 92 .

⁴⁴ Ibid. p. 92.

El valor nutritivo de un pasto se determina por factores como: la genética, el manejo, y otros externos como el clima y el suelo, los cuales interactúan y se cruzan para darle las características determinadas a cada uno de los forrajes⁴⁵.

Tabla 3. Calidad del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a diferentes periodos de corte.

Días	Proteína	DIVMS	FDN	FDA	Hc	Celulos	Lignin	ED	EM
	%	%	%	%	%	%	%	Mcl/Kg.	Mcl/Kg.
40	11.89	41.59	63.84	36.64	27.20	25.42	7.5	2.1	1.72
50	14.73	53.42	65.56	31.78	33.88	24.38	4.9	2.66	2.1
60	16.62	79.18	57.48	32.7	24.78	26.76	4.2	3.25	2.66

DIVMS: Digestibilidad *in Vitro* de la materia seca.

FDN: Fibra detergente neutro.

FDA: Fibra detergente ácido.

Fuente : Bernal et al, 1989, citados por Acosta y Moncayo, 2002.

Hc: Hemicelulosa.

ED: Energía digestible.

EM: Energía metabolizable.

4.6 MEZCLA DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS.

Basto y Fierro testifican que: “las praderas en proceso de formación deben quedar básicamente constituidas por gramíneas en mezcla con leguminosas, como un aporte económico por el ahorro de nitrógeno y el aporte de proteínas y minerales como calcio y fósforo en los animales”⁴⁶.

⁴⁵ ACOSTA, W. y MONCAYO, O. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandenstinum* hoechst) bajo dos sistemas de labranza y diferentes niveles de fertilización orgánica y /o mineral en zona de Ladera, Pasto. Colombia. 2002. p. 29. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Departamento de Producción y Procesamiento Animal.

⁴⁶ 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.

Figura 2. Asociación *P. clandestinum* y *L. corniculatus*.



Según Cárdenas:

El empleo de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para disminuir los costos por fertilizantes aplicados, e incrementar la calidad de la dieta. Las mezclas de gramíneas y leguminosas son muy importantes por las ventajas que se obtienen en 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 sequía, a la incidencia de plagas y enfermedades, y heladas en el caso del kikuyo⁴⁷.

Mila afirma que: “la contribución de las leguminosas al fijar N de la atmósfera al sistema es sostenible desde el punto de vista ambiental en el ciclo de suelo - planta-animal. Por otro lado, se certifica su aporte en la protección del suelo y control de procesos erosivos, aporte de hojarasca, favorecimiento de la humedad del suelo y, por lo tanto, enriquecimiento de la población microbiana en el suelo”⁴⁸.

⁴⁷ CARDENAS, E . Sistemas de producción bovina en Colombia. En : Alzate, H. y Parra, L.G. Medicina Veterinaria y Zootecnia en Colombia. Trayectoria durante el siglo XX y perspectivas para el siglo XXI. Bogotá, Colombia : EDIVEZ. P. 563.

⁴⁸ MILA, Op. Cit, p. 104

Bernal dice: “la asociación de gramíneas y leguminosas presenta una serie de características favorables que hacen que actualmente se esté reconsiderando su utilización”⁴⁹.

Basto y Fierro afirman que: “la relación de las leguminosas frente a las gramíneas debe ser 50% y 50%, ó 30% y 70% del total de pradera; porcentajes inferiores traen mínimos beneficios y porcentajes mayores posibles complicaciones digestivas al animal”⁵⁰.

Bernal, citado por Basto y Fierro, dice que: “es importante resaltar que las praderas con estas mezclas son más resistentes al ataque de algunas enfermedades y plagas que las praderas de gramíneas en monocultivo”⁵¹.

4.6.1 Productividad de *L. corniculatus* bajo asociación con gramíneas.

Guldan, citado por Castro⁵², encontró producciones en asociación de gramíneas de 8.8 tMS/ha. Además, su experiencia resultó en un incremento de materia seca, mayor calidad nutricional y consumo de forraje, con mejor distribución estacional del pasto, disminuyendo la fertilización nitrogenada en praderas de gramíneas.

Además, Murillo⁵³ ha sugerido que: las praderas de *L. corniculatus* proveen una mejor calidad de forraje asociado con gramíneas en comparación con otras leguminosas, ya que aumenta la producción al ocupar espacios en los que frecuentemente permanecían malezas.

4.6.2 Producción en mezcla de kikuyo y trébol pata de pájaro. Castro concluye que: “de las asociaciones en asociación+, una de las gramíneas evaluadas con mayor adaptación y resistencia a plagas y enfermedades fue *P. clandestinum* junto con *L. corniculatus*, la cual presentó un desarrollo lento al inicio, pero luego se desarrolló y fue compatible totalmente”⁵⁴.

⁴⁹ BERNAL, J. Op. cit, p. 563.

⁵⁰ BASTO, G. Y FIERRO, L. Op. cit. p. 12.

⁵¹ Ibid, p. 13.

⁵² CASTRO E. Op. cit p. 31.

⁵³ MURILLO M. Op. cit, p. 84.

⁵⁴ CASTRO E. Op. cit p. 62.

Cárdenas y Castro⁵⁵ 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, otras gramíneas asociadas con la misma leguminosa presentaron mayores rendimientos y calidad de la biomasa ofrecida que el kikuyo testigo. 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.

Según Murillo⁵⁶, *L. corniculatus* con algunas gramíneas no competitivas o de baja producción en la mezcla inicial, pueden permitir un buen establecimiento y a largo plazo una alta composición de la pradera. Pero en cuanto a la asociación con *P. clandestinum*, se deben tener presentes prácticas de manejo que favorezcan el establecimiento de *L. corniculatus* debido a la agresividad de la gramínea, además de una constante evaluación del comportamiento de la pradera (densidad, composición botánica, presencia de enfermedades e insectos).

McIlroy asevera que: “las leguminosas más usadas como mezcla son alfalfa (*Medicago sativa*), el trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*); a pesar de su alta calidad nutricional y otras ventajas como leguminosas, presentan ciertos aspectos negativos que hacen que el productor tenga prudencia al momento de incluirlas en la dieta de los animales”⁵⁷.

Laredo, citado por Murillo, afirma que: “la alfalfa requiere un manejo exigente en cuanto a riego y fertilización; además, esta planta puede llegar a contribuir a la producción de intoxicaciones por nitratos y timpanismo. En ciertas circunstancias genera fotosensibilización en todas las especies animales, igualmente posee un potencial elevado para producir meteorismo y puede contener suficientes estrógenos para causar esterilidad”⁵⁸.

⁵⁵ CÁRDENAS, E. y CASTRO E. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [online]. Unal. s.n.[Colombia]. 2004 [Consulta : 3 de diciembre del 2007]. Disponible en internet : [http // www.unal.edu.co](http://www.unal.edu.co).

⁵⁶ MURILLO M. Op. Cit. p. 64.

⁵⁷ McILROY, Introducción al cultivo de pastos tropicales. Limusa. México. 1980. p. 65.

⁵⁸ MURILLO M. Op. Cit. p. 7.

Guard, citado por Murillo⁵⁹, demostró que: los tréboles contienen cumestrol, estrógeno activo que ocasiona esterilidad, distocia y prolapso uterino y vaginal; también puede llegar a producir meteorismo por generar espuma en su contenido ruminal a causa de la digestión rápida de las hojas por los microorganismos, lo cual impide la coalescencia de burbujas de gas.

Murillo manifiesta que: “en *L. corniculatus* el valor nutritivo y la ausencia de timpanismo es atribuida a la presencia de taninos condensados, los cuales, en niveles bajos, forman complejos con la PC, disminuyendo su degradación por los microorganismos del rumen”⁶⁰.

Por otro lado, según Castro, “*L. corniculatus* puede crecer en suelos infértiles, mal drenados, secos, ácidos, deteriorados, de baja fertilidad y bajo pH; tolera la sequía, las heladas, conjuntamente con las bondades de las leguminosas en general. Además, muchos estudios han demostrado que presenta mejor calidad nutricional frente a las otras leguminosas”⁶¹.

4.7 COMPETENCIA ENTRE CULTIVOS Y ARVENSES.

Muñoz *et. al.* citan que:

Las arvenses o mal llamadas malezas proliferan en todos los climas; unas, fuentes de proteína; otras, fuentes de fibra; algunas con características forrajeras de buena palatabilidad y abundantes. Muchas son usadas en alimentación animal cuando hay escasez de pastos. Para algunos autores éstas son una alternativa importante a tener en cuenta en mezclas de pastos tradicionales como las gramíneas y leguminosas⁶².

⁵⁹ Ibid. P. 8.

⁶⁰ Ibid. P.8.

⁶¹ CASTRO E. Op. Cit p. 30

⁶² MUÑOZ, I. Et. Al. El cuy historia, cultura y futuro regional : Secretaria de Agricultura y mercadeo / Alcaldía San Juan de Pasto. Ed. Colombia gráfica. Pasto. Colombia 2004. p. 92.

Para Santana y Díaz⁶³, la competencia juega un rol central en el balance productivo de los agrosistemas. En todo tipo de pasturas, la estructura y productividad de la comunidad se halla fuertemente influenciada por las relaciones competitivas entre los distintos componentes. La competencia puede definirse como una interacción entre individuos, provocada por la demanda común de un recurso limitado, que conduce a la reducción de la concordia de esos individuos; en condiciones de campo, pueden competir por luz, agua o nutrientes; por otro lado, hay experiencias que demuestran que el resultado de la competencia es altamente dependiente de la tasa de crecimiento relativo de las especies.

4.7.1 Descripción de algunas arvenses de interés.

4.7.1.1 Corazón herido (*Polygonum nepalense* M). De la familia de las Polygonoaceae, son plantas que crecen en lugares sombreados de 10 a 30 cm de altura, con tallo ligeramente acanulado, hojas simples alternas, inflorescencia en racimos terminales o axilares, flores pequeñas trímeras y unisexuales de color púrpura⁶⁴.

Figura 3. Corazón herido (*Polygonum nepalense* M).



⁶³ SANTANA M. y DIAZ A. El suelo y las praderas en el trópico húmedo, manejo y conservación. Seminario CRESED, Bajo Cauca antioqueño, Colombia : CORPOICA .1999. Regional 4. p. 21.

⁶⁴ HERBARIO VIRTUAL DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL. [online]. España : 2005[Consulta: 25 de mayo 2007]. Disponible en internet : <http://WWW.herbarivirtual.uib.es/cas-med/especie/6997.html>

4.7.1.2 Orejuela (*Alchemilla obtusa* B). Del orden de los Rosales, de la familia de Rosáceas, hierba rastrera, de ciclo perenne, de clima frío; de tallo cilíndrico ramificado, glabro y estolonífero; hojas palmadas, anchas, irregulares, pilosas en las dos superficies y con el limbo en arcos; los lóbulos foliares son mas o menos profundos de forma ojival ⁶⁵.

Figura 4. Orejuela (*Alchemilla obtusa* B).



4.7.1.3 Trébol blanco (*Trifolium repens*). Para Cárdenaz *et. al.* se considera planta forrajera; de la familia de las leguminosas, de ciclo perenne, crece de 10-40 cm de altura, con raíz pivotante; tallo rastrero, estolonífero, glabro; hoja trifoliada, glabra, en forma de V; flor blancas en racimos pendulados; fruto legumbre de semilla acorazonada amarilla, habita en clima frío y en taludes⁶⁶

Figura 5. Trébol blanco (*Trifolium repens*).



⁶⁵ Ibid. s.p.

⁶⁶ CARDENAZ, J. FRANCO. ROMERO, C. VARGAS, D. Malezas de clima frío : Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. En: Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Ed Carvajal. 1970. p. 74.

5 DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La prueba de campo se llevó a cabo en la granja de propiedad del señor Arturo Gálvez, en el Corregimiento de Daza, localizada a 8 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto, vía panamericana al Norte. El IDEAM⁶⁷ reporta una altitud de 2745 m.s.n.m, temperatura promedio de 12°C, con presencia de heladas en febrero, marzo y agosto, precipitación anual promedio de 1300 ml, y una humedad relativa de 77%.

5.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se introdujeron 50 plántulas a la ciudad de Pasto, de la variedad Wisconsin, accesión 0018 *Lotus corniculatus*, donadas por la Universidad Nacional sede Bogotá, de la Unidad de Recursos Genéticos Forrajeros (URGF); las cuales se sometieron a multiplicación para su posterior propagación en el ensayo.

Figura 6. Plántulas de Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*).



5.3 ÁREA REQUERIDA PARA EL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en un área experimental total de 900m², dividido en lotes de 30m² (5mx6m), cada lote ocupa un tratamiento y réplica respectiva establecida de forma aleatoria.

⁶⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. (IDEAM). [online] . s.n [Nariño, Colombia] : 2006. [Septiembre del 2006]. Disponible en internet : [http:// WWW.IDEAM.gov.co](http://WWW.IDEAM.gov.co).

5.4 EQUIPOS

Se utilizarón balanzas electrónica, de reloj, manguera, surtidores, guadaña, hoz, tridentes, rastrillos, palas, tijeras, estacas, cuerda, entre otros.

5.5 INSUMOS

La fertilización se hizo con base en la recomendada por los estudios agronómicos, según metodología de la RIEPT del CIAT para el establecimiento de las leguminosas; se empleó calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), y azufre (s).

Tabla 4. Fertilización de establecimiento para la leguminosa en la pradera a cultivar.

Elemento	fuelle	Dosis ^a (Kg / ha)	Cantidad ^{aa} (Kg / área total)
Ca	Cal dolomita	500	45
P	SFT*	25	2.2
Mg	MgSO4	15	1.35
S**			

*Súper fosfato triple

**Está incluido en la dosis de Mg

^a Fuente: manual para la evaluación agronómica–Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

^{aa} Fuente: esta investigación.

5.6 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Sobre el área experimental establecida de *P. clandestinum*, se uniformizó cortando con guadaña y hoz a 10 cm del suelo, luego se rastrilló, posteriormente se delimitó los lotes con cuerda y estacas. Se procedió a realizar huecos de 25cm de ancho x 25cm de largo y 30cm de profundidad; para la siembra de la leguminosa, finalmente se fertilizó toda el área experimental.

5.7 SIEMBRA

Luego de cinco días de realizada la fertilización, se procedió a dividir las plantas, en tallos y raíces, para su posterior siembra en los respectivos huecos.

5.8 ANÁLISIS EDAFICOS

Los análisis de suelos (Anexo A) fueron tomados antes de iniciar el trabajo de campo para determinar las condiciones del área de trabajo y se procesaron en el laboratorio de suelos y microbiología de la Universidad de Nariño.

5.8.1 Químicos del suelo. Se realizó acorde a la metodología del laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño: pH por método de potenciómetro relación suelo : agua (1:1), materia orgánica por método de Walkley y Black., N por método de disulfónico, P por método de Bray II; K, Mg y Ca por cobalnitrito de sodio; Fe, Mn, Cu, Zn por extracción con DTPA.

5.8.2 Físicos del suelo. Se determinó el grado textural por medio del método de Bouyoucos, la densidad por el método del hidrómetro; con este dato la porosidad, y la capacidad de campo por método de columnas de Chapingo.

5.9 TOMA DE MUESTRA DEL FORRAJE

Se realizó basado en lo estipulado por Basto y Fierro⁶⁸; se determinó el aforo mediante el uso de un marco metálico de 25 x 25 cm (0.0625m²), para tal efecto se ubicó en 5 sitios diferentes por réplica, de cada tratamiento, teniendo en cuenta los niveles alto, medio y bajo de la pastura. Para luego determinar las variables agronómicas.

⁶⁸ BASTO, G. y FIERRO, L. Op. Cit p. 23.

5.10 VARIABLES AGRONÓMICAS

5.10.1 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 procedió a efectuar la conversión de producción de biomasa en toneladas por hectárea.

5.10.2 Producción de biomasa seca. Se determinó por medio de 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 unidad de área⁶⁹.

5.10.3 Índice de área foliar (IAF). Se tuvo en cuenta la metodología de Bernal⁷⁰, que lo define como “área foliar por unidad de superficie de terreno”. Se calcula de la siguiente manera:

- Relación hoja-tallo, peso de la planta menos peso del tallo.
- De las hojas intermedias, se toma una hoja al azar y de ésta un centímetro del centro. Se calcula su área, y su peso.
- Con la relación hoja-tallo multiplicado por área sobre el peso nos da el área foliar.
- El índice de área foliar es: el número de área foliar en metros cuadrados sobre el número de plantas de un metro cuadrado de terreno.

5.10.4 Altura. Para esta variable se utilizó una cinta métrica, se mide en centímetros, la longitud de la planta desde el suelo hasta la punta de la hoja principal, sin estirarla y sin cortar la inflorescencia⁷¹.

⁶⁹ OFICIAL ASSOCIATION ANÁLISIS CENTER. Official Methods of Análisis.ass. Off. Agricultural Chemist. Estados unidos : s.n.1995. p.58

⁷⁰ BERNAL, J. Op. Cit p.25

⁷¹ CASTRO E. Op. Cit p. 48

5.10.5 Cobertura. Es la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos, sobre un espacio determinado; según Alcalá Juan *et. al*⁷², es decir, la proporción en porcentaje de la superficie de terreno que está cubierta por vegetación enterrada, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales.

5.10.5.1 Composición botánica. Es la cantidad relativa de diferentes especies de plantas presentes; el porcentaje de composición puede basarse en frecuencias, coberturas, densidades o peso. Se expresa en porcentaje, como lo sugiere el INTA y el RLAC⁷³.

Para efectuar las mediciones correspondientes a cobertura y composición botánica, se basó en el Manual de monitoreo de plantas y animales (monitoring plant and animal) descrito por Elzinga *et.al.*⁷⁴,

- Se elaboró una tabla, donde se consignó los datos con los nombres de las especies sembradas, en casillas, donde se reporta las plantas de la asociación, las plantas consideradas como arvenses y suelo desprotegido o desnudo.
- Haciendo observaciones visuales respectivas al marco de aforo, el número de lanzamientos del aforo y de observaciones, es de mínimo 40 por tratamiento. En este trabajo se realizaron 10 por cada réplica, registrando un total de 50 observaciones por tratamiento.
- Las observaciones se consignaron 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, agrupando según los porcentajes de cada especie, por corte.

⁷² ALCALÁ, J, *et. al.* Empleo de ovinos como agentes de control del zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) en praderas de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) bajo condiciones de temporal. [online]. s. n. [mexico] : 2003 [Consulta: 2 de marzo 2007]. Disponible en internet [http/ /www.tu-revista.uat.edu.mx /3-ovinos.htm](http://www.tu-revista.uat.edu.mx/3-ovinos.htm)

⁷³ 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, Chile : 1986. p. 156.

⁷⁴ ELZINGA, Salzer; JW, WILLOUGHBY. y Gibbs, J.P. . Monitoring Plant and Animal- Populations. [online]. 5 ed. [USA] :2001. [Consulta: 2 de marzo 2007]. p. 56 disponible en internet. [http/ /www. . Blackwell science, inc](http://www. . Blackwell science, inc)

5.11 ANALISIS BROMATOLÓGICO

Se realizó al tercer corte, 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, fibra cruda, extracto etéreo, y ceniza; de Kedjhal para proteína cruda y Van Soest para fibra detergente neutra, fibra detergente ácido; la energía bruta se determinó por el método calorímetro.

5.12 SISTEMAS DE REPRODUCCION Y DENSIDADES DE SIEMBRA

5.12.1 Sistemas de reproducción.

RT = REPRODUCCIÓN POR TALLO.
RR = REPRODUCCIÓN POR RAÍZ.

5.12.2 Densidades de siembra.

DA = 1 planta / m²
DB = 1 planta / 1.5 m²
DC = 1 planta / 3 m²

5.13 TRATAMIENTOS

T1 = RT - DA
T2 = RT - DB
T3 = RT - DC
T4 = RR - DA
T5 = RR - DB
T6 = RR - DC

5.14 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

Se adoptó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial, 6 tratamientos y 5 réplicas por tratamiento, La información obtenida de las variables se procesó con el programa S.A.S (Statiscal Análisis System).

El análisis se hizo mediante los procedimientos de análisis de varianza; la comparación de medias para efectos simples y las interacciones se realizó mediante la prueba de Tukey.

5.14.1 Modelo matemático: $Y_{ij} = M + T_i + U_j + E_{ij}$

En donde:

Y_{ij} = respuesta del forraje.

M = media general del experimento.

T_i = efecto del sistema.

U_j = efecto de la densidad.

E_{ij} = error experimental asociado a la i sistema sometida al j densidad.

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

Hipótesis nula: $H_0: M_1 = m_2 = \dots MT$

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

Hipótesis alterna: $H_1: M_1 \neq m_2 \neq \dots MT$

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 elije el tratamiento que presente mejores rendimientos respecto a las variables.

5.15 ANÁLISIS ECONOMICO.

Para establecer la viabilidad económica, se basó en la metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias, propuestos por Cino y De Armas, citado por Acosta y Moncayo⁷⁵.

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 se dedujo la utilidad. Se estimaron algunos costos como fertilización, mano de obra y precio de la leguminosa, y se los adicionó a los reales; se tuvieron en cuenta los ingresos por concepto de producción de los Kg.MS/ha/año.

⁷⁵ ACOSTA Y MONCAYO, Op.cit. p.47

6 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 VARIABLES AGRONOMICAS

6.1.1 Producción de biomasa. El análisis de varianza (Anexo B) mostró diferencias ($P < 0.01$) para sistema de reproducción, densidad de siembra y la interacción entre las dos. La prueba de Tukey (Tabla 6), reveló los mejores resultados en el tratamiento T4 con 4.16 tMS/ha, seguido de T5 con 3.61 tMS/ha, y finalmente T2 con 2.34 tMS/ha, T3 con 1.44 tMS/ha

Tabla 5. Producción de biomasa.

Tratamiento	Biomasa fresca	Biomasa seca
	t/ ha /corte	t/ ha/corte
T1 (RT-DA)	20,32 c (±0.18)	3,15 c (±0.03)
T2 (RT-DB)	14,99 d (±0.21)	2,34 d (±0.02)
T3 (RT-DC)	9,12 e (±0.14)	1,44 e (±0.02)
T4 (RR-DA)	23,41 a (±0.26)	4,16 a (±0.05)
T5 (RR-DB)	21,26 b (±0.18)	3,61 b (±0.03)
T6 (RR-DC)	19,78 c (±0.4)	3,20 c (±0.07)

(RT-DA) Tallo- 1planta/m²

(RR-DA) Raíz- 1planta/m²

(RT-DB) Tallo- 1planta/1.5m²

(RR-DB) Raíz- 1planta/1.5m²

(RT-DC) Tallo- 1planta/3m²

(RR-DC) Raíz- 1planta/3m²

abcde Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La facilidad de prendimiento y adaptación presentado por *L. corniculatus* en el sistema de reproducción por raíz, favoreció la producción de biomasa del *P. clandestinum*, debido quizá a la fijación de nitrógeno que es capaz de hacer esta leguminosa; al aprovechamiento de agua y otros nutrientes que están en horizontes más profundos y que la gramínea no puede explorar con su sistema

radicular, y al mejoramiento de algunas condiciones físicas del suelo por la penetración de la raíz del *L. corniculatus*.

Lo anteriormente expuesto se apoya en lo encontrado por Murillo⁷⁵, según el cual *L. corniculatus*, en asociación con gramínea, contribuye a aumentar la producción de forraje y mejora la calidad. La cantidad de nitrógeno fijado en el suelo por *L. corniculatus* aumenta la producción de la asociación, en comparación con otras leguminosas, hecho que lo atribuyen al crecimiento abundante de nódulos, esencial en la simbiosis con las bacterias *Rhizobium loti* (de rápido crecimiento) y *Bradirhizobium* (lento crecimiento).

Además, la especie asociada se beneficia por la tolerancia de *L. corniculatus* a la acidez, la remoción de fósforo fijado e incremento en el contenido de otros nutrientes en el suelo.

Los mayores valores de biomasa fresca obtenidos están dentro de los reportados por Acosta y Moncayo⁷⁶, quienes reportan producciones 23-30 tFV/ha de *P. clandestinum* con fertilización orgánica y/o mineral, en Nariño. Por otro lado, Benavides⁷⁷ alcanzó producciones de 15-18 tFV/ha en *P. clandestinum* con diferentes fuentes de fertilización nitrogenada a los 70 días de corte. El ICA⁷⁸ refiere, la producción de biomasa debe oscilar entre 5 y 10 t/ha en condiciones naturales y 20-30 tFV/ha en con fertilización adecuada de nitrógeno, fósforo y potasio y la aplicación de riego. Además, Mera y Zamora⁷⁹ consiguieron de 4 a 10 tFV/ha en asociación de *P. clandestinum* con árboles forrajeros como botón de oro, colla, entre otros.

⁷⁵ MURILLO, M. Op. cit, p. 58 – 91.

⁷⁶ ACOSTA, E. Y MONCAYO, O. Op. cit, p. 96

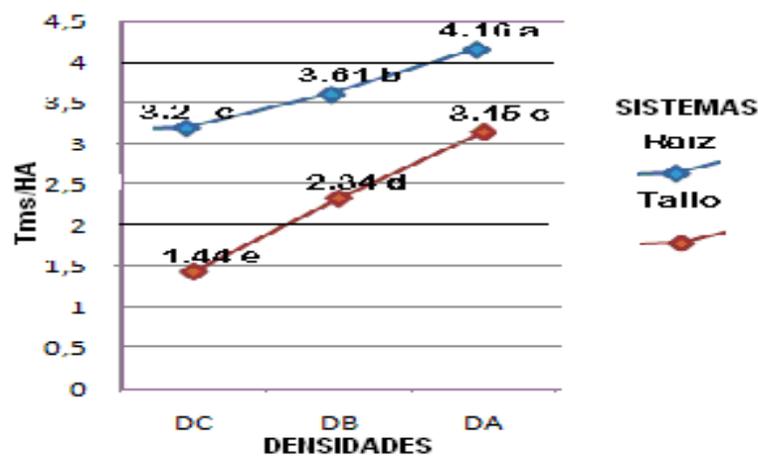
⁷⁷ BENAVIDES, S. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Bogotá p.1 Trabajo de grado (Ms. Sc.). Universidad Nacional de Colombia.

⁷⁸ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, (ICA). Informe anual de progreso del programa de pastos y forrajes. Satafé de Bogota. Colombia. 1969. p.130

⁷⁹ MERA, Fanur. Y ZAMORA, Ana Cristina. Establecimiento y evaluación inicial de arreglo árboles dispersos en asociación con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el altiplano de Pasto. Colombia. 2003. p.33. Trabajo de grado (ing. Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agronómicas. Programa de Ingeniería Forestal.

Los rendimientos en biomasa seca (Figura 7) superaron a los obtenidos por Urbano⁸⁰, que oscilaron entre 2.7 y 2.5 tMS/ha de *P. clandestinum* con aplicación de 150 y 300 Kg/ha de nitrógeno respectivamente, y son similares a los rangos reportados por Castillo *et. al.*⁸¹, que oscilan entre 0.8 y 5 tMS/ha, con aplicación de nitrógeno de 0 y 500Kg/ha en época lluviosa. El ICA⁸² reporta producciones de 1.2 y 2.32 tMS/ha con dosis de 0 y 100 Kg/ha de nitrógeno respectivamente.

Figura 7. Producción de biomasa seca de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum* en diferentes densidades de siembra y sistemas de reproducción.



Los resultados muestran que el *L. corniculatus* optimiza el aprovechamiento de nutrientes por sus raíces extendidas que son capaces de explorar con más eficiencia los estratos del suelo que otras leguminosas forrajeras, razón por la cual se observaron producciones superiores en aquellas parcelas donde se sembró en mayor densidad (DA 4.16 tMS/ha). Por otra parte, el sistema de reproducción por raíz favoreció un mejor desarrollo de la gramínea con 4.16 tMS/ha. En el caso de establecimiento por tallo, con 3.15 tMS/ha, su productividad y persistencia fue menor, como consecuencia del largo tiempo requerido para la formación de las raíces adventicias.

⁸⁰ URBANO, Diannelys. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. [online]. Centro de Investigaciones de Mérida : Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1997. [Consulta 21 de julio 2007]. Disponible en Internet : www.revfacagronluz.org.ve/v14_1/v141z011.html

⁸¹ CASTILLO, Edgar, *et. al.* Fertilización nitrogenada en época lluviosa sobre la productividad, composición química y digestibilidad in Vitro del pasto kikuyo bajo pastoreo. [online]. 1ed. [Costa Rica] : 2006 [21 de agosto 2007] . Disponible en Internet : www.mag.go.cr/rev_agr/v07n1-2_009.pdf

⁸² ICA, Instituto Colombiano Agropecuario, Op. cit, p.130.

Al analizar la producción durante los tres cortes (Anexo C), se observó que en el primer corte fue menor para todos los tratamientos en comparación con el segundo y tercer corte, lo cual se explica por el estrés causado en la siembra y la incidencia de un verano intenso en el establecimiento, caracterizado por altas temperaturas en el día (20-23°C) y heladas en las noches (IDEAM⁸³), que afectaron especialmente a la gramínea. Sin embargo, *L. corniculatus* mostró tolerancia a estas condiciones climáticas.

La producción al tercer corte demuestra la buena adaptación y adecuado crecimiento y producción de *L. corniculatus* en asociación con el kikuyo, lo que deja entrever su potencial para mejorar la disponibilidad y calidad del recurso forrajero del trópico alto de Nariño.

En este sentido Bernal⁸⁴ asevera que cuando las praderas de gramíneas y leguminosas son compatibles con ciclos vegetativos de aproximadamente la misma duración, la cantidad de forraje que se cosecha va en aumento.

6.1.2 Índice de área foliar (IAF). La ANAVA (Anexo B) mostró diferencias ($P < 0.01$) para sistema y densidad de siembra, mas no para la interacción. Las figuras 8 y 9 ilustran el comportamiento de esta variable.

Según la prueba de Tukey (Anexo D), cuando el *L. corniculatus* se siembra a mayor densidad (DA) se logra un mayor índice de área foliar (9.92), índice que decrece en la medida en que la densidad disminuye (DB con 8.86 y DC con 7.63). Los resultados obtenidos resultan lógicos debido a la buena adaptación de la leguminosa en el lugar de experimentación.

La densidad de siembra DA (1planta/m²) resultó ser la mejor, probablemente por estar relacionada con la actividad fotosintética que, a su vez, depende del grado de intercepción de la radiación solar por la planta y elaboración de nutrientes que necesita para su desarrollo fisiológico. Soto⁸⁵ asevera que a un mayor índice de área foliar aumenta el aprovechamiento de la luz incidente que la planta emplea en sus procesos de fotosíntesis para formación de sus tejidos.

⁸³ IDEAM, Op. cit, s.p

⁸⁴ BERNAL, J. Op. cit, p.492

⁸⁵ SOTO, Luis. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo (*P. clandestinum* hoechst) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Bogota, Colombia. 1980. p. 53. Trabajo de grado (Ms.Cs.). Universidad Nacional. Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrícolas.

Figura 8. Índice de área foliar de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum* en diferentes densidades de siembra.

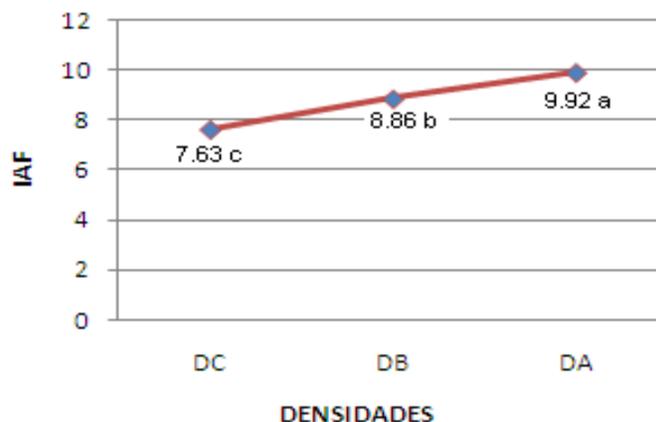
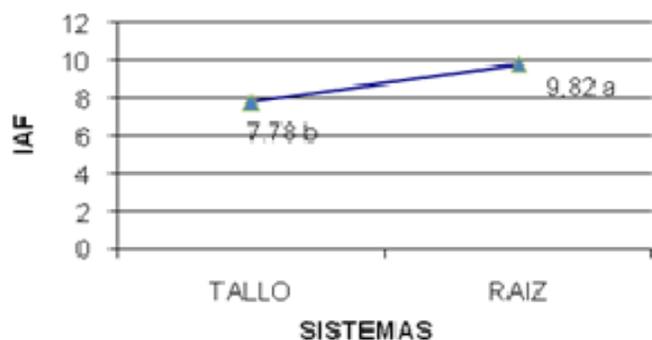


Figura 9. Índice de área foliar de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum* en diferentes sistemas de reproducción.



En cuanto al sistema de reproducción, el más apropiado resultó ser el de raíz, con 9.82, valor muy superior al del sistemas de tallo (7.78), debido al estrés fisiológico causado a la planta.

Referente al sistema de reproducción, Devlin asegura que los procesos de osmosis, difusión y transpiración en los tejidos de las plantas con sistema radicular y órganos completos, están en niveles normales; cuando ésta es seccionada, como en el caso de reproducción por tallo, se produce cese de tensión del xilema, que descende junto con el contenido de agua de los tejidos, causado por la separación del tallo de su sistema radicular⁸⁶.

⁸⁶ DEVLIN, Robert. Fisiología Vegetal. 3 edición. OMEGA CASANOVA; Barcelona. 1976. p. 63.

Los resultados obtenidos para esta variable, DA y RR son superiores y se encuentran entre rangos reportados Urbano⁸⁷, quien encontró índices de 3 y 6 en monocultivo de *P. clandestinum* con fertilización nitrogenada, además afirma que los pastos tropicales tienen bajo I.A.F. Bernal⁸⁸ afirma que para gramíneas de clima frío, el I.A.F. puede tener un valor de 5, como el ryegrass y otras de 9 y 10, como el kikuyo bajo condiciones climáticas y fertilidad de suelo adecuadas.

Al igual que la anterior variable, el análisis de los tres cortes (Anexo E) mostró que las variaciones climáticas bruscas presentadas al primer corte fueron determinantes sobre esta variable, ya que en los cortes sucesivos los resultados fueron más favorables en todas las asociaciones.

Cabe reiterar que, en mayor medida, las disminuciones del índice de área foliar obedecen a las afectaciones causadas sobre *P. clandestinum* que, como se sabe, es muy susceptible a las heladas. Referente a esto, Campetella⁸⁹ afirma que el descenso térmico que se presenta en las heladas causan un daño a los tejidos vegetales de *P. clandestinum*.

6.1.3 Altura. El análisis de varianza (Anexo B) mostró diferencias ($P < 0.01$) para sistema de reproducción y densidad de siembra, mas no para la interacción entre las dos.

La prueba de Tukey (Anexo F y Figuras 10 y 11) destacó que la DA (1 planta/m²) fue superior con 27.19cm, seguida de DB con 24.99cm y por último DC con 23.53cm. En cuanto al sistema de siembra, el RR (raíz) fue superior con un promedio 27.59cm, y tallo con 22.88cm.

⁸⁷ URBANO, Diannelys. Op. cit, s.p

⁸⁸ BERNAL, J. Op. cit, p.48

⁸⁹ CAMPETELLA, C , Caracterización agroclimática de heladas. [online]. 3ed. [Rio negro,Argentina] : 2006 [1 de noviembre 2007] . Disponible en Internet : [www..redagraria.com/publicaciones_cientificas/principal3_html](http://www.redagraria.com/publicaciones_cientificas/principal3_html)

Figura 10. Altura de plantas de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum* en diferentes densidades de siembra.

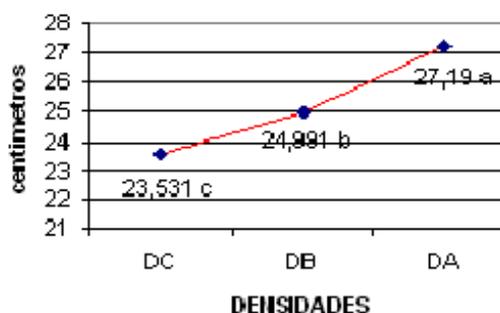
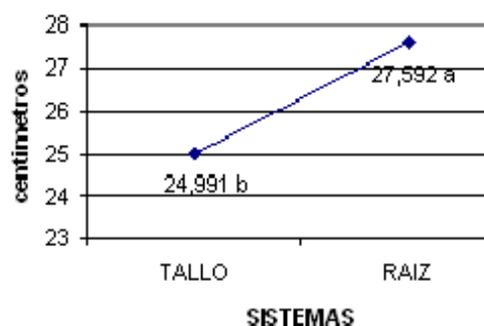


Figura 11. Altura de plantas de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum* en diferentes sistemas de reproducción.



Posiblemente, este comportamiento en DC y RT obedeció a que *L. corniculatus* está en una proporción muy baja y el sistema de reproducción fue menos eficaz en su establecimiento.

Los mayores resultados obtenidos en este trabajo, en DA y RR, fueron similares a los rangos reportados por Acosta y Moncayo⁹⁰, quienes obtuvieron alturas de 26 y 29cm en monocultivo de *P. clandestinum* con fertilización mineral y/o orgánica en labranza mínima. Por otro lado, Bernal⁹¹ asevera que *P. clandestinum* alcanza una altura de 10 a 20 cm de largo con un manejo adecuado.

⁹⁰ ACOSTA, E. Y MONCAYO, O. Op. cit, p.112.

⁹¹ BERNAL, J. Op. cit, p.49

Castro⁹² encontró alturas de 25.5cm a los 45 días y 31cm a los 70 días en monocultivo de *P. clandestinum* con fertilización mineral y orgánica en época de lluvia, y 22cm a los 45 días y 25.5cm a los 70 días en época seca. Patrik⁹³ reporta crecimientos promedios de 10 pulgadas, equivalentes a 25cm, en gramíneas mejoradas. Dugarte y Ovalles⁹⁴ afirman que en trópico de altura el kikuyo alcanza de 15 a 30 cm de altura.

Los mayores valores encontrados se obtuvieron al tercer corte (Anexo G), debido a que la leguminosa se encontraba establecida y adaptada a las condiciones del medio, lo cual mejoró su crecimiento en todos los lotes del experimento.

El CIAT, citado por Acosta y Moncayo⁹⁵, 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 el crecimiento.

6.1.4 Cobertura y composición botánica. El análisis de varianza (Anexo H) mostró diferencias ($P < 0.01$) para las fuentes de variación de la asociación; mas no para el porcentaje de las arvenses.

Según la prueba de Tukey (Tabla 6), cuando el *L. corniculatus* se sembró a mayor densidad (DA) se genera un área de suelo desnudo como lo evidenció el T4 con 3.46 y el T1 con 3.36.

⁹² CASTRO Edwin. Op. cit, p.52

⁹³ PATRIK. J. Cross. Revista T G M, [online] Nota 5. [Argentina] : abril 2004 [Consulta 3 de Julio 2007]. Disponible en internet : <<http://www.plantaflor.com.ar/cesped/nota5.htm>>

⁹⁴ DUGARTE. Mary Y OVALLES. Luís. La producción de pastos de altura. Kikuyo y ryegrass perenne en el estado de Mérida. [online]. 36 ed.[Venezuela]: 2004 [Consulta 3 de julio 2007]. Disponible en internet : <[http://www.ceniap.gov.ve/pbd/revistatecnicas/fonaiapdibulga/fd36/texto/producción pastos.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/revistatecnicas/fonaiapdibulga/fd36/texto/producción%20pastos.htm)>

⁹⁵ ACOSTA, E. Y MONCAYO, O. Op. cit p.112

Tabla 6. Cobertura forrajera y composición botánica (%) de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Planta	ASOCIACION		ARVENSES			SUELO
	KIKUYO	LOTUS	Corazón Herido	Orejuela	Trébol	DESNU
Nombre científico	<i>Pennisetum clandestinum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Poygonum nepalense</i>	<i>Alchemilla obtusa</i>	<i>Trifolium repens</i>	
Tto						
T1 (RT-DA)	80 b	13,3 a	3,22	0,05	0	3,36
T2 (RT-DB)	84,5 a	9,5 b	2,12	0,22	0,23	3,34
T3 (RT-DC)	91 a	5,8 c	1,35	0,03	0	1,74
T4 (RR-DA)	80,3 b	13,6 a	2,18	0,37	0	3,46
T5 (RR-DB)	83 b	11,9 a	1,70	0,35	0	2,74
T6 (RR-DC)	92,1 a	5,8 c	0,79	0,08	0,01	1,11

Teniendo en cuenta que el experimento se realizó en una pradera establecida de *P. clandestinum*, con una cobertura vegetativa total; los lotes donde la densidad de siembra fue mayor, se observó mayor suelo desnudo, debido a la extracción de cespedotes de *P. clandestinum* que hubo necesidad de realizar para la siembra del *L. corniculatus*. La diferencia en cuanto a sistema de siembra no fue notoria en los cortes subsiguientes (Anexo I), ya que la gramínea y leguminosa *P. clandestinum* y *L. corniculatus* cubrieron rápidamente las superficies sin vegetación.

Respecto a la composición botánica de la pradera (Tabla 6), ésta estuvo constituida principalmente por *P. clandestinum*; la menor proporción se observó en T1 con 80%, seguida de T4 con 80.3%, y la mayor en T6 con 92.1% y T3 con 91%, proporción contraria a la de la leguminosa. Crecieron en la asociación tres especies de plantas acompañantes: *Poygonum nepalense* con mayor invasión en T1 (3.22%), seguida de *Alchemilla obtusa* con mayor proporción en T4 (0.36%), y por último *Trifolium repens*, mayor en T2 (0.23%).

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, al propiciar un rápido crecimiento de *P. clandestinum* y con ello redujo el crecimiento y proliferación de las arvenses, hecho que corrobora la sinergia de *L. corniculatus* con *P. clandestinum*.

Respecto a esto, Murillo⁹⁶ dice que: *L. corniculatus* provee una mejor producción de forraje, asociado con gramíneas, ocupando espacios en los que frecuentemente permanecían malezas, a largo plazo, una alta composición de la pradera con la leguminosa.

Hurtado y Realpe, quienes trabajaron con fertilización mineral y orgánica en aubade en Nariño, afirman que la incidencia de enmalezamiento puede ser atribuido a la mejora del suelo y la rápida asimilación de los nutrientes; esto conlleva a que se convierta en una ventaja para la proliferación de las plantas invasoras y se establezca la competencia en el cultivo⁹⁷.

6.2 ANALISIS BROMATOLOGICO. En la tabla 7 se detallan los datos correspondientes al análisis del pasto, al final del experimento, como un dato informativo de la asociación evaluada.

El mayor valor de materia seca fue T4 con 17.8%, Bernal⁹⁸ afirma que la calidad del pasto kikuyo, cuando se rompe el césped y se abona bien, debe ser mayor a 15 % de MS. En relación a la proteína, el mayor valor fue T4 con 29.18%, el mismo autor asevera: “para Colombia, el porcentaje de proteína de kikuyo es de más o menos en mezcla, 17% con fertilización y buen manejo”⁹⁹

⁹⁶ MURILLO, M. Op. cit. p. 90.

⁹⁷ HURTADO. Carlos J., y REALPE Carlos. Respuesta del pasto aubade (*Lolium sp*) a la aplicación de diferentes niveles de abono en la vereda Cabrera, corregimiento de La Laguna-Nariño. p. 52.

⁹⁸ BERNA. J. Op.cit. p. 554

⁹⁹ Ibid, p. 554

Tabla 7. Calidad nutricional de la mezcla *L. corniculatus* y *P. clandestinum* al final del tercer corte.

ANALISIS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Materia seca %	15.5	15.6	15.8	17.8	17	16.2
Proteína %	26.9	24.31	19.91	29.18	29.10	14.72
Fibra cruda %	18.95	20.9	19.9	17.8	16.19	22.10
ED Mcal/Kg	2,76	2,76	2,70	2,77	2,73	2,68
EB Kcal/100g	461	460	451	461	455	447
Extracto etéreo%	3.71	3.45	2.91	3.7	3.77	3.23
E.N.N %	40.32	41.4	39.5	39	40.98	40.3
Ceniza %	10.1	9.94	10.8	10.1	9.87	9.55
FDN %	31.82	44.23	58.34	27.20	26.77	35.40
FDA %	28.74	31.72	37.08	22.63	23.49	28.88
Hemicelulosa%	3.09	12.51	21.26	4.57	3.19	6.52
Celulosa %	16.11	18.93	24.45	13.81	13.16	18.35
Lignina %	12.63	12.78	12.63	8.82	10.33	10.54

Energía: el mayor valor es 2.77 Mcal/Kg en el T4. Bernal afirma que en *P. clandestinum* con manejo adecuado es 2.6Mcal/Kg a los 50 días¹⁰⁰,

Fibra: todos los tratamientos están en un rango de 16% a 22%, valores que están acorde a lo reportado por Mila¹⁰¹, quien afirma que porcentajes menores del 27.5% son considerados como un pasto en buenas condiciones.

¹⁰⁰ Ibid, p. 554

¹⁰¹ MILA. A. Op. cit. p.126

En FDN, el mejor fue 27.2% en el T4. Según Castro y Salazar¹⁰², el porcentaje de FDN debe ser menor a 33.3%. En cuanto a F.D.A, el más eficiente es T4 con 22.6%. Bernal dice que “el porcentaje de FDA, para el kikuyo en mezcla, debe ser 31.7% o menos del porcentaje de MS”¹⁰³.

La lignina, como el factor más crítico en la digestibilidad en rumiantes, presenta el menor valor en el T4 con 8.82%. Según Cárdenas¹²⁹, rangos entre 7% a 15% son considerados como adecuados.

En este acápite se hace alusión a una proyección de producción de proteína por unidad de área, para tener referentes que apoyen la bondad de la asociación, siendo el T4 superior con 1.21 t prot/ha, seguida de T5 con 1.05 t prot/ha, T1 con 0.84 t prot/ha, T2 con 0.56 t prot/ha, T6 con 0.47 t prot/ha, T3 con 0.28 t prot/ha. Teniendo en cuenta lo anterior, se comprobó que la producción de biomasa seca fue determinante en el rendimiento de proteína por unidad de área.

6.3 ANALISIS ECONOMICO.

Para este análisis (Tabla 8) se tuvo en cuenta los costos que incluyó: transporte del material vegetativo del *L. corniculatus* de Bogotá a Pasto, las labores de mano de obra en la preparación de terreno, los cortes y costos de fertilización (Anexo J).

Los ingresos se calcularon a partir de la producción de biomasa seca (Tabla 5) y un valor comercial de referencia, reportado por la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño (COLACTEOS)¹⁰⁵, de \$ 200 / KgMS; se asumió un desperdicio del 20% (Anexo K).

¹⁰² CASTRO, Hever. Y SALAZAR, J. Evaluación agronómica y nutricional de una leguminosa promisoría para clima frío en Nariño. Pasto. 1998. p. 70 Trabajo de grado. Ingeniero agrónomo Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas.

¹⁰³ BERNAL, J. Op. cit. p. 554

¹⁰⁴ CARDENAS, Edgar. Op. cit. p

¹⁰⁵ COLACTEOS, Cooperativa de productos lácteos de Nariño [online]. s.ed. [Colombia] : 2007 [Consulta 27 de agosto 2007]. Correo @ colacteos.com

Tabla 8. Análisis económico de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Detalle	T1	T2	T3	T4	T5	T6
gastos introducción de lotus(\$)	33350	33350	33350	33350	33350	33350
costos fertilizantes (\$)	2850	2850	2850	2850	2850	2850
mano obra fertilización(\$)	2900	2900	2900	2900	2900	2900
mano obra siembra (\$)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
mano obra guadañada (\$)	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Precio Lotus(\$)	22500	15000	7500	22500	15000	7500
costo parcial (\$)	91600	84100	76600	91600	84100	76600
costo total (\$)	183200	168200	153200	183200	168200	153200
Kg MS/ha	20157	14966	9222	26668	23130	20507
ing/MS (\$)	4031400	2993200	1844400	5333600	4626000	4101400
ingreso neto (\$)	3848200	2825000	1691200	5150400	4457800	3948200
costo:beneficio	21,01	16,80	11,04	28,11	26,50	25,77
Rentabilidad (%)	95,5	94,4	91,7	96,6	96,4	96,3

Los mayores ingresos netos se obtuvieron en T4 (\$5.150.400) y T5 (\$4.457.800), que corresponden a los tratamientos con mayor densidad y siembra por raíz respectivamente; los menores fueron T2 (\$2.825.000) y T3 (\$ 1.691.200), donde el *L. corniculatus* se sembró en menor densidad y por tallo.

Los resultados permiten afirmar que la mayor densidad de siembra del *L. corniculatus*, mediante el sistema de raíz, genera una mayor producción de biomasa, mayor cobertura de la pradera y mejor índice de área foliar, que posibilitan mayores ingresos de la asociación, no obstante los mayores costos de implantación de la leguminosa.

En cuanto a la razón costo beneficio, presentó el mismo comportamiento del ingreso neto, siendo el mayor el T4 (28.11) y el menor T3 (11.14).

Respecto a esto, el uso de la leguminosa presentó un valor adicional en los costos de producción, pero el beneficio adicional al fijar nitrógeno atmosférico y ofrecer una mejor disponibilidad de nutrientes, contribuyó a disminuir la fertilización y mano de obra, entre otros.

Todos los tratamientos tienen una promisorio rentabilidad económica (mayor a 90 %); sin embargo, los tratamientos del sistema raíz fueron superiores T4 (96.6), T5 (96.4) y T6 (96.3), frente a los de tallo T1 (95.5), T2 (94.4) y T3 (91.7).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) demostró tener una excelente adaptación a suelos pesados, muy secos, ácidos, con bajos porcentajes de fósforo y nitrógeno, característicos del trópico alto andino de Nariño.

La producción de biomasa, índice de área foliar y altura, en los tratamientos con densidad de 1planta/m² y sembrados por el sistema de raíz, aumentaron significativamente con el transcurso de los tres cortes.

La cobertura fue mejor para la densidad de siembra DC (1planta/3m²), siendo menor en DA (1planta/m²), porque fue en donde hubo mayor extracción de *P. clandestinum*.

Los sistema de siembra raíz y tallo tuvieron comportamiento semejante en cuanto a cobertura durante el experimento, porque se realizó en una pradera establecida.

La asociación del *L. corniculatus* con *P. clandestinum* proyectó buen rendimiento productivo por unidad de área y un perfil nutricional promisorio.

Todos los tratamientos presentaron viabilidad económica, aunque resultados superiores se obtienen al sembrar el *L. corniculatus* a mayor densidad (DA) y por el sistema de raíz (RR).

7.2 RECOMENDACIONES

En las condiciones donde se llevó a cabo el ensayo, se recomienda la asociación de *P. clandestinum* con *L. corniculatus* a densidades de siembra de 1planta /m² y un sistema de de reproducción de raíz.

Utilizar *L. corniculatus* en asociación con otras gramíneas, para probar su producción, productividad y calidad del forraje.

Emplear otras densidades de siembra de *L. corniculatus* para ver su efecto, tanto en los índices agronómicos, como en el medio ambiente y la economía del productor

Ensayar *L. corniculatus* en asociación con *P. clandestinum* u otras gramíneas, en el comportamiento animal.

BIBLIOGRAFIA.

ACOSTA, W. y MONCAYO, O. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum hoechst*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes niveles de fertilización orgánica y /o mineral en zona de Ladera, Pasto. Colombia. 2002. p. 212. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

ALCALÁ, J, Et. Al. Empleo de ovinos como agentes de control del zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) en praderas de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) bajo condiciones de temporal. [online]. s. n. [mexico] : 2003 [Consulta: 2 de marzo 2007]. Disponible en internet < [http/ /www.tu revista.uat.edu.mx /3-ovinos.htm](http://www.tu.revista.uat.edu.mx/3-ovinos.htm)>

ALZATE. R. MUÑOZ. J. Utilización de estiércol de cerdo en la fertilización de los pasto. Medellín, Colombia, 1983. p. 98. Trabajo de grado, zootecnista. Universidad Nacional. Facultad e ciencias agropecuarias

ARTOLA, A; GARCÍA DE LOS SANTOS, G. y CARRILLO C. A seed vigor test for birdsfoot trefoil. [online]. Seed Science & Technology. [Estados Unidos] : 2003 [Consulta: 13 de febrero 2007]. Disponible en internet: < [http//www.ciencia.net/perfil_ver.jsp?id..>](http://www.ciencia.net/perfil_ver.jsp?id..>)

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.

BENAVIDES, S. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*pennisetum Clandestinum*). Bogotá. p.10 Trabajo de grado (Ms. Sc.). Universidad Nacional de Colombia.

BERMÚDEZ, G. Leguminosa espontánea de posible valor forrajero en Colombia. Boletín técnico. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 82 p. (Biblioteca de literatura Colombiana No121).

BERNAL J. Pastos y forrajes tropicales - Producción y manejo. Colombia : IDEAGRO. 2003. p. 669.

CAMPETELLA, C , Caracterización agroclimática de heladas. [online].3ed. [Rio negro,Argentina] : 2006 [1 de noviembre 2007] . Disponible en Internet : [www..redagrar.com/publicaciones_cientificas/principal3.html](http://www.redagrar.com/publicaciones_cientificas/principal3.html)

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

CARDENAS, Edgar. Zootecnista, Entrevista 26 de agosto, 2007 : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional sede Bogotá.

CARDENAS, E . Sistemas de producción bovina en Colombia. En : Alzate, H. y Parra, L.G. Medicina Veterinaria y Zootecnia en Colombia. Trayectoria durante el siglo XX y perspectivas para el siglo XXI. Bogotá, Colombia : EDIVEZ. P. 576.

CÁRDENAS, E. y CASTRO E. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [online]. Unal. s.n.[Colombia]. 2004 [Consulta : 3 de diciembre del 2007]. Disponible en internet : <[http // <www.unal.edu.co.>](http://www.unal.edu.co)

CARDENAZ, J. FRANCO. ROMERO, C. VARGAS, D. Malezas de clima frío : Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. En: Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Ed Carvajal. 1970. p. 99.

CASTRO, Edwin. Evaluación de adaptación y compatibilidad de diez gramíneas para clima frío asociadas a lotus corniculatus en Mosquera Cundinamarca. Santafé de Bogotá. Colombia. 2004. p. 89. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

CASTRO. Hever. Y SALAZAR, J. Evaluación agronómica y nutricional de una leguminosa promiscua para clima frío en Nariño. Pasto 1998 p.70 Trabajo d grado. Ingeniero agrónomo Universidad de Nariño Facultad de ciencias agrícolas.

COLACTEOS, Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño [online]. sinedic. [Colombia] : 2007 [Consulta 27 de agosto 2007]. Correo @ colacteos.com

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Encuesta nacional agropecuaria 2004. Santafé de Bogotá, Colombia : s.n. 2005. P. 63.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, (CORPOICA). (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, (IGAC). Cobertura y uso actual de la tierra en Colombia. Capítulo II. Santafé de Bogota, Colombia, 2002. s.p.

CURSO DE recursos forrajeros. [online]. Costa rica: s.n. [consulta: 3 noviembre de 2006]. Disponible en internet: [http:// www.uned.ac.cr/ PMD/recursos/cursos /agroestologia /files/ biograf%EDa.htm](http://www.uned.ac.cr/PMD/recursos/cursos/agroestologia/files/biograf%EDa.htm)

DUGARTE. Mary Y OVALLES. Luís. La producción de pastos de altura. Kikuyo y ryegrass perenne en el estado de Mérida. [online]. 36 ed.[Venezuela]: 2004 [Consulta 3 de julio 2007]. Disponible en internet : < <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/revistatecnicas/fonaiapdibulga/fd36/texto/producciónpastos.htm>>

EFEECTO DEL nitrógeno (n), fósforo (p), potasio (k), calcio (ca) y micro elementos (mi) sobre el contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca en el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y alfalfa (*Medicago sativa*), [online]. Venezuela : 2005. [Consulta: 3 de diciembre 2006]. Disponible en internet : < [http/ /www.elergonomista.com](http://www.elergonomista.com) .>

ELZINGA, Salzer; J.W, WILLOUGHBY. y J.P, Gibbs. . Monitoring Plant and Animal- Populations. [online]. 5 ed. [USA] :2001. [Consulta: 2 de marzo 2007]. p. 56 disponible en internet : <[http/ /www. . Blackwell science, inc.](http://www. . Blackwell science, inc.)>

HERBARIO VIRTUAL DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL. [online]. España : 2005[Consulta: 25 de mayo 2007]. Disponible en internet : <[http/ /WWW. . herbarivirtual.uib.es/cas-med/especie/6997.html](http://WWW.herbarivirtual.uib.es/cas-med/especie/6997.html) >

HURTADO. Carlos J., y REALPE Carlos. Respuesta del pasto aubade (*Lolium sp*) a la aplicaron de diferentes niveles de abono en la vereda Cabrera, corregimiento de La Laguna-Nariño. p. 96.

ISTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, (ICA). Informe anual de progreso del programa de pastos y forrajes. Satafé de Bogotá. Colombia. 1969. p.130

INSTITUTO DE HIDROLÓGICA Y MEDIO AMBIENTE. (IDEAM). [online] . s.n [Nariño, Colombia] : 2006. [Septiembre del 2006]. Disponible en internet : <[http:// WWW. IDEAM. gov.co](http://WWW.IDEAM.gov.co)>

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, Chile : 1986. p. 156.

MAC DONALD, Seed Technology and its Biological Basis. [online]. Ubi dubium, ibi libertas.[Estados unidos] : A. Tennyson. Locksley Hall. [Consulta: 13 de octubre 2006]. Disponible en internet : <http://www.ciencia.net/perfil_ver.jsp?id.>

MC ILROY, Introducción al cultivo de pastos tropicales. Limusa. México. 1980. p. 85.

MERA, Fanur. Y ZAMORA, Ana Cristina. Establecimiento y evaluación inicial de arreglo árboles dispersos en asociación con kikuyo (*pennisetum Clandestinum*) en el altiplano de Pasto. Colombia. 2003. p.88. Trabajo de grado (ing. Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agronómicas. Programa de Ingeniería Forestal.

MILA, A. Suelos, pastos y forrajes. Santafé de Bogotá. Colombia : 1996. Facultad de Ciencias Agrarias. Unisur. p. 267.

MILA. Alberto Y CORREDOR. Guillermo. Evolución de la composición botánica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) recuperada mediante escarificación mecánica y fertilización con compost. ARTICULO TÉCNICO. Las Palmas. Bogotá 2002. p. 70.

MUÑOS, I. Et. Al. El cuy historia, cultura y futuro regional : Secretaria de Agricultura y Mercadeo / Alcaldía San Juan de Pasto. Ed. Colombia grafica. Pasto. Colombia 2004. p. 112.

MURILLO, Maritza. Potencial forrajero de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) en ecosistema de trópico de altura. Santafé de Bogota, Colombia. 2003. p. 120. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

NARIÑO. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado agropecuario 2005. San Juan de Pasto, Colombia : s.n. 2006. P. 88.

ORGANIZACION MUNDIAL DE SALUD. OMS [online]. s.n. [Latinoamérica] : 2006 [Consulta: 20 de septiembre del 2007] disponible en Internet : <<http://www.oms.gov>>

OFICIAL ASSOCIATION ANÁLISIS CENTER. Oficial Methods of Análisis.ass. Off. Agricultural Chemist. Estados unidos : s.n.1995. p.58

PATRIK. J. Cross. Revista T G M, [online] Nota 5. [Argentrina] : abril 2004 [Consulta 3 de Julio 2007]. Disponible en internet : <<http://www.plantaflor.com.ar/cesped/nota5.htm>>

SANTANA M. DIAZ A. El suelo y las praderas en el trópico húmedo, manejo y conservación. Seminario CRESED, Bajo Cauca, Colombia : CORPOICA .1999. Regional 4. p. 21.

SEANEY, R.R. y HENSON, P.R. Birdsfoot trefoil. *Advances in Agronomy* [online]. Vol.: 22. Ubi dubium, ibi libertas.[Estados unidos] : A. Tennyson. Locksley Hall. [Consulta: 5 de diciembre 2006]. Disponible en internet : <<http://www.ciencia.net/ht>>

SIERRA, J. Principales especies forrajeras de clima frío. Facultad de ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín Colombia.

SOTO, Luís. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyu (*P. clandestinum hoechst*) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Bogotá, Colombia. 1980. p. 88. Trabajo de grado (Ms.Cs.). Universidad Nacional. Programa de estudios para graduados en ciencias agrícolas.

SUBDIRECCION AGROLÓGICA. Estudio de los suelos de la región nor oriental del dpto del Cauca. Republica de Colombia. Ministerio de Hacienda Y Crédito Público. Bogota : 1999. p. 220.

URBANO, Diannelys. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. [online]. Centro de Investigaciones de Mérida : Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1997. [Consulta 21 de julio 2007].Disponible en Internet : <www.revfacagronluz.org.ve/v14_1/v141z011.html>

VILLARIA, J. Economía del Departamento de Nariño-ruralidad y aislamiento geográfico. [online]. Banco de la republica 4 ed. [Nariño, Colombia] : 2005 [Consulta: 10 de febrero del 2007] disponible en Internet : <<http://www.banrep.gov.co/public/pub ec reg 4.htm>>

ANEXOS

Anexo A. Análisis físico químico del suelo donde se llevo a cabo el experimento.

Muestra	unid	valor
Químicos		
pH.		5.9
Materia orgánica	%.	14.5
Nitrógeno total (N)	%	0.54
Fósforo (P)	ppm	18
Potasio (K) de cambio	Meq/100g	1.17
Calcio (Ca) de cambio	Meq/100g	9.1
Magnesio (Mg) de cambio	Meq/100g	1.7
Hierro (Fe)	ppm	62
Manganesio (Mn)	ppm	10.4
Cobre (Cu)	ppm	1.18
Zinc (Zn)	ppm	20.8
Boro (B)	ppm	0.2
Físicos		
Textura		F-A
Densidad	g/cc	0.9
Porosidad	%	66
Capacidad de campo	%	55.3

Anexo B. Análisis de varianza para variables agronómicas de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

F V	GL	Biomasa fresca	Biomasa seca	IAF	AL
		CM	CM	CM	CM
Bloque	4	0,298NS	0,0093NS	0,260NS	2,555NS
Densidad	2	137,533**	4,476**	13,052**	34,062**
Sistema	1	334,067**	13,7363**	31,11**	166,004**
DEN*SIS	2	36,162**	0,357**	0,231NS	1,76NS
ERROR	20	0,322	0,009	0,510	1,636
R2	--	0,990	0,993	0,850	0,883
CV	--	3,131	3,150	8,150	5,068

FV Fuentes de variación

CM Cuadrado medio

** Altamente significativo

NS No significativo

Anexo C. Producción de biomasa seca en los tres cortes en t/ha de la mezcla *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3
T1	2,8	3,08	3,56
T2	1,86	2,49	2,66
T3	1,23	1,46	1,62
T4	3,23	3,92	5,34
T5	2,56	3,91	4,36
T6	2,86	3,24	3,51

Anexo D. Prueba de Ttukey para índice de área foliar de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Densidad.		
IAF		
GRUPO TUKEY	PROM	DEN
A	9,92	D30
B	8,86	D20
C	7,637	D10

Sistema.		
IAF		
GRUPO TUKEY	PROMEDIO	SIST
A	9,824	RAIZ
B	7,787	TALLO

Anexo E. índice de área foliar (I.A.F.) en los tres cortes de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3
T1	5,56	7,59	13,29
T2	6,08	7,86	9,05
T3	5,75	6,57	7,72
T4	7,48	9,95	15,05
T5	7,64	9,35	13,16
T6	7,06	8,78	9,94

Anexo F. Prueba de Tukey para altura de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Densidad.		
ALTURA		
GRUPO TUKEY	PROM	DEN
A	27,196	D30
B	24,991	D20
C	23,531	D10

Sistema.		
ALTURA		
GRUPO TUKEY	PROMEDIO	SIST
A	27,592	RAIZ
B	22,887	TALLO

Anexo G. Altura en cm de las plantas en los tres cortes de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3
T1	21,36	25,32	27,2
T2	21,87	22,86	22,36
T3	22,1	20,95	21,92
T4	22,18	33,12	33,98
T5	23,11	28,56	31,16
T6	22,05	26,77	27,37

Anexo H. Fuentes de variación para cobertura y composición botánica

F de V	GL	CM
KK	5	441,12**
LT	5	186,9**
CORHER	5	7,52NC
ORE	5	0,48NC
TRE	5	0,13NC
SD	5	16,22NC
ERROR	12	0,318
R2	--	0,950
CV	--	8,860

Anexo I. Cobertura y composición botánica en los tres cortes de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Primer corte	MEZCLA		ARVENSES			SUELO
	TRATAMIENTO	KIKUYO	LOTUS	Corazón		
Herido				Orejuela	Trébol	DESNUDO
T1 (RT-DA)	75,3	13,12	0,3	0	0	11,28
T2 (RT-DB)	81,4	8,58	0	0	0	10,02
T3 (RT-DC)	89,5	5,24	0,04	0	0	5,22
T4 (RR-DA)	76	13,42	0,4	0	0	10,08
T5 (RR-DB)	81,1	10,2	0,1	0,36	0	8,24
T6 (RR-DC)	90,9	5,16	0,6	0	0	3,34

Segundo corte	MEZCLA		ARVENSES			SUELO
	TRATAMIENTO	KIKUYO	LOTUS	Corazón		
Herido				Orejuela	Trébol	DESNUDO
T1 (RT-DA)	81,7	13,18	4,96	0,16	0	0
T2 (RT-DB)	84,7	9,98	4,26	0,46	0,6	0
T3 (RT-DC)	91,4	6,14	2,36	0,1	0	0
T4 (RR-DA)	82,5	13,5	3,6	0,4	0	0
T5 (RR-DB)	84,9	12	2,56	0,44	0	0
T6 (RR-DC)	92,5	6,24	1,08	0,18	0,04	0

Tercer corte	MEZCLA		ARBENSES			SUELO
	TRATAMIENTO	KIKUYO	LOTUS	Corazón		
Herido				Orejuela	Trébol	DESNUDO
T1 (RT-DA)	83,1	13,7	3,2	0	0	0
T2 (RT-DB)	87,6	10	2,1	0,2	0,1	0
T3 (RT-DC)	92,1	6,24	1,66	0	0	0
T4 (RR-DA)	82,5	13,94	2,56	1	0	0
T5 (RR-DB)	83,2	13,78	2,46	0,26	0	0
T6 (RR-DC)	93	6,26	0,7	0,04	0	0

Anexo j. Costos de fertilización para análisis económico de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

FERTILIZACIÓN	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor Total (\$)
Cal	Kg	45	250	11250
Super fosfato triple	Kg	2,2	2000	4400
MgSO4	Kg	1,35	1000	1350
TOTAL				17000

Anexo K. Producción Kg MS /año para análisis económico de la asociación *L. corniculatus* y *P. clandestinum*.

Tratamientos	T/ha corte	T/ha año (8cortes)	T - (20%)	KgMS /año
T1	3,15	25,2	20,16	20160
T2	2,34	18,72	14,976	14976
T3	1,44	11,52	9,216	9216
T4	4,16	33,28	26,624	26624
T5	3,61	28,88	23,104	23104
T6	3,2	25,6	20,48	20480