





**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y BROMATOLÓGICA DE CUATRO LINEAS DE  
VICIA (*Vicia sativa* L) EN EL MUNICIPIO DE CÓRDOBA NARIÑO – COLOMBIA**

**ARMANDO TACAN PINCHAO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2004**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y BROMATOLÓGICA DE CUATRO LINEAS DE  
VICIA (*Vicia sativa* L) EN EL MUNICIPIO DE CÓRDOBA NARIÑO – COLOMBIA**

**ARMANDO TACAN PINCHAO**

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

**Presidente  
HERNAN OJEDA JURADO  
Zootecnista., Esp**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2004**

**Nota de aceptación.**

---

---

---

---

---

---

---

HERNAN HOJEDA (Presidente)

---

HOMERO MEDINA (Jurado)

---

JESUS CASTILLO (Jurado)

Pasto, febrero de 2004

**ARMANDO TACAN PINCHAO**

Dedico a :

Mis padres : Felipe y Romelia

Mi esposa : Maura

Mi hijo Esteban

Mis hermanos

**ARMANDO TACAN PINCHAO**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a :

Hernan Ojeda Jurado	Zoot., Esp.
Homero Medina	Zoot., Esp
Jesús Castillo	I.A., M.Sc.
Edmundo Apraez G	Zoot., Ph.D.
Benjamín Sañudo	I.A.
Oscar Moncayo O	Zoot.

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

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	18
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. MARCO TEORICO	21
4.1 GENERALIDADES	21
4.1.2 Clasificación Taxonómica	22
4.1.3 Leguminosas de grano	23
4.2 VALOR NUTRICIONAL	23
4.2.1 La Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L) en la alimentación animal	24
4.3 LA VICIA ( <i>Vicia sativa</i> L.) COMO CULTIVO	25
4.3.1 Sistema de Siembra	25
5. DISEÑO METODOLOGICO	26
5.1 LOCALIZACION	26
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO	26
5.3 AREA EXPERIMENTAL	26
5.4 PREPARACION DEL TERRENO	26

	pág.
5.5 SISTEMA DE SIEMBRA	27
5.6 LABORES DEL CULTIVO	27
5.7 TRATAMIENTOS	27
5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
5.9 VARIABLES EVALUADAS	28
5.9.1 Días a Floración	28
5.9.2 Producción de biomasa fresca (BF)	28
5.9.3 Producción de Biomasa Seca (BS)	28
5.9.4 Análisis Bromatológico	28
5.10 ANÁLISIS DE COSTOS	28
6. RESULTADOS Y DISCUSION	29
6.1 VARIABLES AGRONOMICAS	30
6.1.1 Días a floración	30
6.1.2 Producción de biomasa fresca (BF)	32
6.1.3 Producción de biomasa seca (BS)	34
6.1.4 Índice de área foliar (IAF)	35
6.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	36
6.2.1 Porcentaje de proteína	36
6.2.2 Porcentaje de NDT	39
6.2.3 Componentes de la pared celular	40

	pág.
6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	43
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.1 CONCLUSIONES	45
7.2 RECOMENDACIONES	45
8. BIBLIOGRAFIA	47
9. ANEXOS	48

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 2. Análisis físico - químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento	24
Tabla 3. Comportamiento agronómico de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	33
Tabla 4. Análisis bromatológico de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L) (%)	36
Tabla 5. Productividad de proteína y NDT (kg/ha/corte) de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	39
Tabla 6. Costos de producción por ha de la Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	42
Tabla 8. Costos de producción por kg de materia seca de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	43

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Días a floración de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	31
Figura 2. Comportamiento de las lluvias en el periodo experimental (mm)	32
Figura 3. Producción de biomasa fresca (BF) de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	33
Figura 4. Producción de biomasa seca (BS) de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	34
Figura 5. Índice de área foliar (IAF) de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	35
Figura 6. Contenido proteico de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	37
Figura 7. Rendimiento en kg de proteína/ha/corte de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	38
Figura 8. Contenido energético (% NDT) de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	40
Figura 9. Rendimiento de NDT/ha/corte de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	40

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis de varianza para días a floración de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	49
Anexo B. Análisis de varianza para producción de biomasa verde de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	49
Anexo C. Análisis de varianza para producción de biomasa seca de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	49
Anexo D. Análisis de varianza para Índice de área foliar de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	50
Anexo E. Análisis de varianza para producción de proteína/ha de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	50
Anexo F. Análisis de varianza para producción de NDT/ha de cuatro líneas de Vicia ( <i>Vicia sativa</i> L)	50

## **GLOSARIO**

**AMBIENTE** : aplícate al fluido que rodea un cuerpo

**BIOMASA** : masa total de los seres vivos que forman parte de un biotipo

**FLORESCENCIA** : acción de florecer, época en que florecen las plantas

**FORRAJE** : heno, paja o hierba que se da como alimento a los animales

**GENOTIPO** : conjunto de los genes que existen en el individuo de una determinada especie y que determinan el aspecto morfológico

**INDICE DE AREA FOLIAR** : se define como el área foliar por superficie de terreno o número de metros cuadrados de área foliar sobre un metro cuadrado de terreno

**LEGUMINOSA** : plantas dicotiledoneas con hojas alternas, flores de corola irregular y fruto en legumbre con varias semillas sin albumen

**NUTRICION** : conjunto de funciones orgánicas por las que los alimentos sufren transformación y se hacen aptos para el crecimiento y la actividad de un ser vivo animal o vegetal

**TAXONOMIA** : ciencia de la clasificación en historia natural

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de noviembre de 2002 a marzo de 2003 en la vereda Guitungal, municipio de Córdoba, localizada al sur oriente del departamento de Nariño, a 105 Km de la ciudad de Pasto, perteneciente a las zonas agro ecológicas Fb-Fc, en zona de vida de Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), con altura promedio de 2.567 m.s.n.m, temperatura promedio de 13 C° grados centígrados, humedad relativa 85% y precipitación anual media de 1.180 mm.

Utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones se evaluó el comportamiento agronómico y composición bromatológica de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L). Se pudo comprobar que las líneas L1 y L2 superaron ( $P<0.01$ ) a las demás en producción de forraje verde con rendimientos de 49.18 y 47.18 t/ha/corte, así mismo la producción de biomasa seca fue del orden de 7.16 y 6.93 t/ha/corte para las líneas L1 y L2 respectivamente. De igual manera el índice de área foliar fue superior ( $P<0.01$ ) para las líneas L1 y L2 con valores de 9.34 y 9.41 mientras que para L3 y L4 fue de 8.5 y 5.59 respectivamente.

Los contenidos de proteína estuvieron comprendidos entre 18.44 y 20.71%, siendo mayores en L3 pero la mayor producción de proteína por unidad de área se obtuvo en L1 y L2 que al igual que L3 poseen una tasa de crecimiento superior a L4

Los componentes de la pared celular mostraron variabilidad respecto a los reportados en otras investigaciones producto quizá de las diferencias en la composición vertical y parte de la planta analizada.

Desde el punto de vista económico las líneas L1 y L2 mostró ser la alternativa más viable desde el punto de vista económico en virtud de su adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se cultivó como también por su adecuado rendimiento de biomasa y rusticidad.

## **INTRODUCCIÓN**

En el municipio de Córdoba, localizado al sur occidente del departamento de Nariño, la agricultura se constituye como una actividad preponderante, destacándose los cultivos de papa, arveja, maíz y cebolla . Los altos costos de producción, sumados a fenómenos climáticos adversos y los bajos precios en los productos finales han contribuido a desestimular la agricultura y crear la necesidad de buscar otras alternativas de ingresos.

Indudablemente, la producción pecuaria constituye una de las posibilidades más cercana para este tipo de campesinos ya que tradicionalmente han explotado en forma marginal la ganadería de leche, crianza de cuyes, aves y cerdos ; por lo cual se hace necesario explorar nuevos sistemas de alimentación con la finalidad de mejorar las explotaciones tradicionales y determinar el método mas apropiado para tal fin. Por ello cobran interés las leguminosas de clima frío como la vicia (*Vicia sativa* L.) la cual posee un alto contenido de nitrógeno, es de fácil adaptación a la región andina y presenta un apropiado comportamiento agronómico, por tanto su uso como complemento de otros forrajes lo constituye como una alternativa importante en la alimentación animal que requiere ser evaluado.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se abordó la presente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico, bromatológico y viabilidad económica del cultivo de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)

## **1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA**

La alimentación es uno de los rubros de mayor incidencia dentro de los costos de producción de cualquier especie animal, más aun con la utilización de concentrados lo que incrementa en buena forma el costo económico de las actividades pecuarias aunado a la falta de recursos técnicos y económicos para mejorar las instalaciones y los nuevos sistemas de alimentación, que contrastan con el esquema de minifundio que esta sujeto a las características agrostológicas de unos pocos pastos tradicionales para el mantenimiento de los animales.

Por otra parte, el municipio de Córdoba al igual que la mayoría de los de la exprovincia de Obando, muestran un modesto desarrollo productivo centrado fundamentalmente en la pequeña propiedad, que con sus actuales esquemas de producción pecuaria no les permite una posibilidad económica favorable; así mismo, el paulatino fraccionamiento de la propiedad continua acrecentando la pobreza del productor caracterizada definitivamente por una elevada concentración de la propiedad ya que de las 49.837 hectáreas registradas, se puede conocer la existencia de 4.817 predios que no alcanzan a ocupar ni siquiera el 10% de la extensión total del territorio rural, cuyos propietarios son 6.138 personas que representan el 97.18% de la población propietaria de tierras.

### **3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

Debido al bajo nivel tecnológico y precariedad en los recursos económicos del campesino de la región, la actividad pecuaria arroja resultados poco atractivos, que en buena parte obedecen a la adopción de sistemas de alimentación costosos basados en la utilización exclusiva de concentrados y no se han explorado alternativas alimentarias que incluyan de la explotación íntegra de los recursos disponibles en la zona y que además consulten las potencialidades y limitaciones del entorno global donde se desenvuelven los sistemas de producción.

### **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento agronómico y bromatológico de cuatro líneas de vicia (*Vicia sativa* L.) en el municipio de Córdoba.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ◇ Evaluar el rendimiento de biomasa verde, biomasa seca, índice de área foliar y días a floración de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)
- ◇ Determinar el contenido proteico, energético y calidad de fibra de las líneas en estudio.
- ◇ Evaluar la viabilidad económica de cada una de las líneas estudiadas.

## **4. MARCO TEORICO**

## 4.1 GENERALIDADES

Moreno afirma que “el número de especies de la familia leguminosa es de casi 20.000, sólo superado entre las angiospermas por las familias Compositae y Orchidaceae. La enorme variabilidad de formas y comportamiento ha permitido a sus especies adaptarse a las condiciones ecológicas más diversas que van desde los trópicos de África y América a zonas templadas e incluso frías”<sup>1</sup>.

Alcázar y Montealegre afirman que “dentro de la agricultura mundial, las leguminosas y las gramíneas constituyen los grupos de plantas de mayor importancia económica, por la gran variedad de productos que de ella se derivan”<sup>2</sup>.

Moreno Afirma que “las leguminosas tienen importancia como abonos verdes, además de ser una práctica muy fácil y económica, es muy aconsejable especialmente en aquellas zonas en las que la disponibilidad de terrenos complementarios y el alto costo de los fertilizantes químicos hacen su empleo muy recomendable”<sup>3</sup>.

Los ganaderos de clima frío sufren año tras año la disminución en calidad y cantidad de los pastos, frecuentemente acompañado por heladas, veranos ; los efectos recaen en los ganaderos que dependen del pasto kikuyo como fuente principal de alimento como ocurre en la sabana de Bogotá, Cundinamarca, Boyacá y la zona andina del departamento de Nariño, lo que ha llevado a implantar algunas especies forrajeras leguminosas cuyo sistema radicular profundo les permiten tolerar periodos de sequía pronunciados sin afectar demasiado su producción<sup>4</sup>.

El mismo autor afirma que “el manejo del cultivo de la asociación avena/vicia es rústica y no requiere prácticas especiales de manejo, tiene una buena tolerancia a la sequía y a las heladas, no se recomienda la aplicación de nitrógeno a los treinta días de siembra, debido a que la vicia es una leguminosa bastante efectiva para formar nódulos activos y parece no tener problemas serios de inoculación”<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> **MORENO, T.** Las leguminosas de grano : una visión de conjunto. Madrid :Mundiprensa, 1983. p.2.

<sup>2</sup> **ALCÁZAR, C y MONTEALEGRE, J.** Reconocimiento y determinación de las leguminosas del valle del Patía. Pasto, Colombia., 1975. p.10. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

<sup>3</sup> **MORENO,** Op cit., p. 4

<sup>4</sup> **CHECA, Oscar.** Leguminosas: haba, arveja: Informe anual. Ministerio de Agricultura, ICA, División de producción de cultivos. Centro de Investigaciones Obonuco, Pasto, Noviembre de 1990. p.25.

<sup>5</sup> **Ibid.**, p. 12.

Las vicias son plantas anuales o perennes, herbáceas; con tallos flexibles más o menos prismáticos, generalmente trepadoras mediante zarcillos; hojas compuestas paripinnadas. Estipulas semisagitadas de tamaño muy variado y de color verde, a veces con nectarios, inflorescencias en forma de racimo colocadas en las axilas de las hojas; flores con pedicelo breve y tamaño variable, con cáliz gamosépalo; corola de diversos colores; estandarte ovoide escotado; alas alargadas y unidas a la quilla; estambres diadelfos; pistilo con el ovario ovalado. Legumbre formada por dos valvas, dehiscentes, de forma y dimensiones variables. Semillas diferentes según la especie y variedad<sup>6</sup>.

La Vicia también llamada veza común o alverjilla común (*Vicia sativa* L) y Veza purpurea (*Vicia arthropurpurea* Dest), siendo estas dos especies las más cultivadas como forrajeras. Son hierbas trepadoras de hasta 2 m de largo, se adaptan muy bien a zonas de clima frío de Coombia, en general se siembran en asociación con un cereal como la avena que sirve como apoyo a la leguminosa, posee un periodo vegetativo cercano a los 150 días, por lo cual se debe sembrar asociada con una avena forrajera de tipo alto y periodo vegetativo largo como las variedades Nehuen o Cayuse<sup>7</sup>.

**4.1.2 Clasificación Taxonómica.** según Bernal la Vicia se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica :

Clase	:	Angiosperma
Subclase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminosae
Subfamilia	:	Papilionoidae
Tribu	:	Vicieae
Género	:	Vicia <sup>8</sup>

#### 4.1.3 Leguminosas de grano

---

<sup>6</sup> **GUERRERO, M.** Evaluación de coberturas vivas con leguminosas sobre algunas propiedades edáficas bajo cultivar de manzano (*malus communis* L) en el altiplano de Pasto. Pasto., 1993. p.10. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias, Programa de Agronomía.

<sup>7</sup> **BERNAL, Jorge.** Pastos y forrajes tropicales. 3a ed. Bogotá: Buda. 1994. p. 515.

<sup>8</sup> **Ibid.**, p. 516

Por leguminosa de grano se entiende aquellas especies pertenecientes a la familia fabaceae, cuya utilidad primaria reside en la familia más que en ninguna otra parte del vegetal, si bien en algunas especies, por selección artificial, se han obtenido variedades en las que también es utilizable la vaina. El interés de la semilla de este género radica en su empleo en la alimentación tanto humana como animal, debido a su alto contenido de proteína. También tiene utilidad, como forraje, abonos verdes, ensilado, henificado o paja<sup>9</sup>.

#### 4.2 VALOR NUTRICIONAL

Castro y Salazar<sup>10</sup> reportan que el nivel de proteína de la vicia (*Vicia sativa* L) (24, 14 %) es superior al de otras especies como arveja (23, 4 %), frijol cargamanto (22, 8%) y frijol nima (14, 4 %), además el contenido energético (384 Kcal./100g.) encontrado en el grano resulta muy interesante puesto que al contener bajo nivel de grasa (1.55%), el aporte de energía lo harán los carbohidratos solubles resultando en una relación Proteína - Energía muy cercana a los mejores alimentos el análisis bromatológico del forraje Vicia, revela que el valor nutritivo de esta planta supera a forrajes de amplio uso en la alimentación animal como la alfalfa y los raygrases.

Araya, et al<sup>11</sup> estudiaron semillas proporcionadas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en las cuales se determinó la composición química, fibra dietética, calidad biológica de la proteína mediante digestibilidad aparente y verdadera destacando la alta concentración de proteína (23.5 %), superior a las leguminosas de consumo habitual .

#### Tabla 1. Análisis químico del forraje de Vicia (*Vicia sativa* L)

---

<sup>9</sup> MORENO, Op. cit., p. 15.

<sup>10</sup> CASTRO, Hever, y SALAZAR, Jairo. Evaluación agronómica y nutricional de una Leguminosa promiscua para clima frío en Nariño. Pasto, Colombia. 1998., p. 27. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

<sup>11</sup> ARAYA, Héctor. *Et al.* Calidad nutricional de la proteína de la falsa lenteja (*Vicia sativa* ssp. *Abovata* Gaudin) En: archivos latinoamericanos de nutrición. Guatemala. Vol. 40 No. 4 (dic 90) pp. 588-593.

<b>Análisis</b>	<b>Base parcialmente seca (%)</b>	<b>Base seca (%)</b>
<b>Humedad</b>	4.76	
<b>Materia seca</b>	95.24	
<b>Ceniza</b>	10.86	11.40
<b>Extracto etéreo</b>	1.76	1.85
<b>Fibra cruda</b>	21.65	22.73
<b>Proteína cruda</b>	27.43	28.80
<b>E.L.N.</b>	33.54	35.22
<b>Energía (kcal/100gr)</b>	3.68	3.86

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. Universidad de Nariño. 1996.

#### **4.2.1 La Vicia (*Vicia sativa* L) en la alimentación animal**

La Vicia es un ingrediente adecuado en piensos para rumiantes, donde puede utilizarse en niveles hasta de un 25% (en harina) de la ración total, pero su uso debería restringirse en ganado lechero por la posible transmisión del sabor amargo a la leche y al queso. En ganado porcino se han observado problemas de estreñimiento y dermatitis, por lo que el nivel de incorporación debería limitarse hasta un 3 a 5% y solo en animales con más de 30 kg<sup>12</sup>

El mismo autor<sup>13</sup> afirma que el uso de la semilla como materia prima para la elaboración de concentrados tiene muchas limitaciones por la presencia de glucósidos cianogénicos (vicianina) los cuales pueden liberar CNH por hidrólisis, reacción que es catalizada por una enzima presente en la cubierta externa que solo accede a estos compuestos después de moler el grano por lo cual se recomienda la molienda seguida de la cocción para reducir la toxicidad de esta materia prima. Se han encontrado también otros factores antinutritivos como son los factores antritripsicos termolábiles los cuales dan lugar a una disminución en la

<sup>12</sup> **FEDNA.** Índice de materias primas : La Veza común (*Vicia sativa* L). p.1. 2004. (Consulta via internet [www.fedna.org/content/12KPPAZ5/veza\\_comúnHTM](http://www.fedna.org/content/12KPPAZ5/veza_comúnHTM).)

<sup>13</sup> **Ibid.**, p.2.

digestibilidad de la proteína, el contenido de taninos es reducido (1 g/kg) especialmente el de formas condensadas, sin embargo son los responsables de la disminución del consumo de pienso en los monogástricos.

### **4.3 LA VICIA (*Vicia sativa* L) COMO CULTIVO**

#### **4.3.1 Sistema de Siembra**

La siembra de la asociación Avena/ Vicia se realiza normalmente al boleo en terreno adecuadamente preparado con arado y rastrillo. La densidad de siembra recomendada es de 50 Kg/Ha para la Avena y 25kg/Ha para la vicia. Es conveniente aplicar un fertilizante compuesto, dependiendo del estado de fertilidad del suelo, a razón de 100 a 200 Kg/Ha al momento de la siembra. La semilla debe ser tapada con rastrillo sin traba o con ramas para que haya un buen contacto de la semilla con el suelo. La profundidad de siembra debe ser de uno a 2 cm de profundidad. La asociación de Avena /Vicia es rústica ni requiere de prácticas de manejo. Tiene buena tolerancia a las sequías y a las heladas, no se recomienda la aplicación de nitrógeno a los 30 días<sup>14</sup>.

Castro y Salazar<sup>15</sup> estudiaron el comportamiento agronómico de la Vicia la cual establecieron en un terreno proveniente de cultivo de raigrás, preparando el suelo mediante una arada y dos rastrilladas. La siembra se hizo en surcos separados entre ellos por una distancia de 0.40, 0.60 y 0.80 m y tapado en forma manual.

## **5. DISEÑO METODOLOGICO**

---

<sup>14</sup> **ALCÁZAR, C y MONTE ALEGRE, J.** Reconocimiento y determinación de las leguminosas del valle del Patía. Pasto, Colombia. 1975., p.27. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

<sup>15</sup> **CASTRO y SALAZAR.** Op. cit., p.12.

## 5.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en la vereda Guitungal, municipio de Córdoba localizada al sur oriente del departamento de Nariño, a 105 Km de la ciudad de Pasto, zona según el INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC)<sup>16</sup> perteneciente a las zonas agro ecológicas Fb-Fc, se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), con altura promedio de 2.567 m.s.n.m, temperatura promedio de 13 C° grados centígrados, humedad relativa 85% y precipitación anual media de 1.180 mm<sup>17</sup>.

## 5.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L.) las cuales se obtuvieron mediante colectas y selecciones realizadas por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño en Pasto y el sur del departamento de Nariño.

Este material biológico se introdujo en 1997 del Ecuador del cual se realizaron 78 selecciones individuales teniendo en cuenta la producción, adaptación, color del grano y morfología de las plantas. A partir de este estudio se logró caracterizar las líneas de Vicia así :

- ◇ L1 : Semillas ovoides de color negro y vetas grises, foliolos de tonalidad verde oscuro y floración de color morado claro
- ◇ L2 : Semillas ovoides de color verde con vetas de color gris y floración violácea
- ◇ L3 : Semillas de color café, foliolos de tonalidad verde claro y floración violácea
- ◇ L4 : Semillas de color verde, foliosos de tonalidad verde claro y floración de color morado\* .

## 5.3 AREA EXPERIMENTAL

---

<sup>16</sup> **INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI.** Zonificación Agroecológica de Colombia. Memoria explicativa. Bogotá, IGAC, 1985. p.45.

<sup>17</sup> COMUNICACIÓN PERSONAL de Jaime Trujillo, Funcionario de **IDEAM. Pasto** 2002.

\* COMUNICACIÓN PERSONAL del profesor BENJAMIN SAÑUDO investigador Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño. Pasto. 2004.

Se preparó un lote de 15m X 15m, en el cual se trazaron 4 bloques de 3 X 15m, con una separación entre ellos de 1m. En cada bloque se trazaron cuatro subparcelas donde se ubicaron al azar cada uno de los tratamientos. Se descartó un área de 0.5 m en cada lado de las subparcelas para eliminar el efecto borde quedando un área útil de 16 m<sup>2</sup> por tratamiento. La distribución se hizo en forma aleatoria en cada uno de los bloques.

#### **5.4 PREPARACION DEL TERRENO**

La preparación del lote para el ensayo cuyo cultivo anterior fue trigo, se realizó mediante una arada y dos rastrilladas, utilizando arado de chuzo y rastrillo de púas, de tracción animal, los surcos se trazaron a una distancia de 0.50m, entre ellos y a 6cm, de profundidad.

#### **45.5 SISTEMA DE SIEMBRA**

En cada parcela se trazaron siete surcos separados a 0.50 m entre ellos, para depositar la semilla a chorrillo, (36g/9 m<sup>2</sup>) tapando manualmente. No se realizó fertilización química, puesto que el cultivo inmediatamente anterior (trigo) fue fertilizado de acuerdo a al análisis de suelos y requerimientos del cultivo.

#### **5.6 LABORES DEL CULTIVO**

Una vez realizada la siembra con una densidad de 40 kg./ha y probando que el suelo tenga una humedad aproximada a la capacidad de campo, se realizó la aplicación del herbicida AFALON (LINURON) en cantidad de 1.0 Kg/Ha. A los 15 y 45 días de la siembra se hizo la aplicación alternada de los insecticidas LANNATE (METOMYL) y SISTEMIN (DIMETOATO), cada uno en dosis de 1 l/ha, para el control de insectos trozadores de plantas jóvenes y cogolleros.

#### **5.7 TRATAMIENTOS**

Los tratamientos correspondieron a las cuatro líneas de Vicia y se designaron como sigue :

T1 :Línea 1 (L1)

T2: Línea 2 (L2)

T3 : Línea 3 (L3)

T4: Línea 4 (L4)

## 5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se trabajó bajo un diseño de bloques completos al azar tomando como criterio de bloque la pendiente del terreno. Por lo tanto se conformaron 4 bloques, cada bloque con una dimensión de 3 x 15m, 4 repeticiones de 3 x 3m y una área útil de 20 m<sup>2</sup> por tratamiento los cuales fueron ubicados al azar en cada uno de los bloques.

La comparación de medias ante la existencia de diferencias estadísticas significativas se realizó mediante la prueba de Tukey.

La evaluación de las variables se realizó teniendo en cuenta el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + T_j + i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta de la  $i$ ésima unidad experimental sometido al  $j$ taésimo tratamiento.

$u$  = Media general del experimento.

$T_j$  = Efecto del  $j$ taésimo tratamiento.

$L_i$  = Efecto del  $i$ ésimo bloque

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

## 5.9 VARIABLES EVALUADAS

**5.9.1 Días a Floración (DF).** esta variable se determinó cuando más del 50% de las plantas de los cinco surcos centrales iniciaron su floración.

**5.9.2 Producción de forraje verde (FV).** en la época de inicio de la floración de cada parcela, se hizo el corte de las plantas a 5 cm del suelo (excluyendo las partes florales), en los cinco surcos centrales, para efectuar el pesaje y obtener la producción de BF por hectárea.

**5.9.3 Producción de Biomasa Seca (BS).** de la producción obtenida se tomó una muestra representativa de una libra, para hacer un secado en estufa a 63 °C por 48 horas, determinado el peso en seco y obtener así la producción de BS por hectárea.

**5.9.4 Análisis Bromatológico.** se determinó el porcentaje de materia seca (MS), proteína, fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y nutrientes digestibles totales (NDT); a partir de estos análisis y la producción de BS se determinó el índice de productividad por unidad de área de la proteína y NDT.

**5.9.5 Índice de área foliar (IAF).** para el cálculo de esta variable se tuvo en cuenta la metodología descrita por Bernal (1994, 234) según el cual de las hojas intermedias se toma un cm y se lo pesa, con base en la PBS y relación hoja : tallo se calcula el área foliar por área de suelo.

## **5.10 ANÁLISIS DE COSTOS**

Para establecer la viabilidad económica de los factores en estudio, se siguió la metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias propuesta por Cino y De Armas<sup>18</sup> 35 la cual considera únicamente aquellos factores económicos que difieren entre los tratamientos, manteniendo estables aquellos que le son comunes.

## **6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

---

<sup>18</sup> **CINO, María y DE ARMAS, Carmen.** Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias. La Habana: Instituto de Ciencia Animal, 1996. p.35.

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento. Se pudo observar que las condiciones de pH del suelo con un valor de 6 fueron adecuadas para el adecuado crecimiento de las líneas de vicia estudiadas de acuerdo a lo reportado por la FAO<sup>19</sup> quien menciona que esta leguminosa se desarrolla en forma óptima en suelos con rangos de pH entre 6 y 8.

Al respecto Bernal<sup>20</sup> menciona que esta clase de leguminosas al igual que la alfalfa (*Medicago sativa*) son extremadamente susceptibles a suelos ácidos, haciéndose necesario en estos casos la aplicación de cal. La determinación de la acidez sirve de guía para indicar la cantidad de cal a suministrar.

El contenido de materia orgánica en el suelo (3.6%) es considerado como bajo teniendo en cuenta que la altitud a la cual se realizó el experimento se encuentra a 2657 m.s.n.m con temperatura promedio de 13°C donde los contenidos de materia orgánica regularmente es mayor a 12%, tal como lo afirma Burbano<sup>21</sup>.

Lo anterior pudo ser causa también de una baja capacidad de intercambio catiónico (7.8 meq/100g), sin embargo, como se discutirá en el acápite correspondiente esto no afectó la producción de biomasa reflejando un buen grado de rusticidad de las cuatro líneas de Vicia evaluadas.

En este sentido es posible afirmar que el 100% de germinación en las plantulas de las cuatro líneas de Vicia y su normal crecimiento no permitió sospechar sobre deficiencias minerales en el suelo, lo que permite reafirmar lo manifestado por Castro y Salazar en el sentido de que : “la vicia posee una gran capacidad de solubilización y captación de nutrientes por las raíces aparte de la fijación de nitrógeno atmosférico lo que potencia la utilización de elementos minerales por parte de la planta”<sup>22</sup>.

Sin embargo, a largo plazo la no fertilización puede acarrear consecuencias negativas para el suelo especialmente por la reducción en los niveles de fósforo y otros minerales por lo cual la adición de enmiendas en cultivos posteriores se hace imprescindible.

---

<sup>19</sup> **FAO.** La Veza común o Vicia (*vicia sativa* L) p. 3. (consulta vía internet [http : www.fao.org/levestock/agap/frg/afris/español/document/tfeed8/data/463/HTM](http://www.fao.org/levestock/agap/frg/afris/español/document/tfeed8/data/463/HTM))

<sup>20</sup> **BERNAL, Jorge.** Pastos y forrajes tropicales. 3a ed. Bogotá: Buda. 1994. p. 480.

<sup>21</sup> **BURBANO, Hernan.** El suelo, una visión sobre sus componentes biorgánicos. Pasto: Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. 1989. p.86

<sup>22</sup> **CASTRO y SALAZAR,** Op. cit., p.29.

De otra parte, la aplicación de Afalón, Lantate y Sistemín impidió la proliferación de plagas y enfermedades, factor que incidió de manera positiva en el normal desarrollo de las líneas de Vicia evaluadas.

**Tabla 2. Análisis físico - químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento**

<b>Muestra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>pH, Potenciómetro Relación suelo: agua (1:1)</b>		6,0
<b>Materia orgánica Walkley - Black</b>	%	3,6
<b>(Colorimétrico)</b>		
<b>Densidad aparente</b>	g/cc	0,9
<b>Fósforo (P) Bray II</b>	ppm	100
<b>Capacidad de intercambio catiónico (CIC)</b>		7,8
<b>Calcio de cambio</b>	meq/100g	7,8
<b>Magnesio de Cambio</b>	meq/100g	0,20
<b>Potasio de cambio</b>	meq/100g	0,38
<b>Aluminio de cambio</b>	ppm	*
<b>Hierro</b>	ppm	72
<b>Manganeso</b>	ppm	1,94
<b>Cobre</b>	ppm	1,20
<b>Zinc</b>	ppm	0,86
<b>Boro ppm, método de agua caliente</b>	ppm	0,21
<b>F=franco, Ar=arcilloso, A=arenoso</b>		A
<b>Nitrógeno total %</b>	%	0,17
<b>Carbono orgánico %</b>	%	2,11

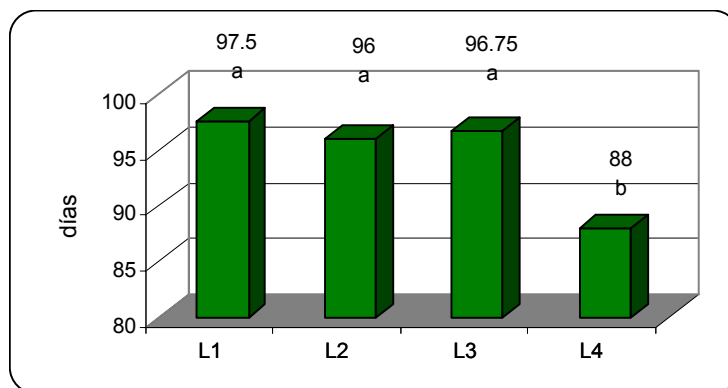
## **6.1 VARIABLES AGRONOMICAS**

Los resultados de estas variables se resumen en la tabla 3.

**6.1.1 Días a floración.** Se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre líneas (Anexo A), al realizar la prueba de Tukey se observó que la línea L4 alcanzó su estado de floración a edad más temprana ( $P < 0.05$ ) (88 días). Las líneas L1, L2 y L3 fueron

similares estadísticamente con días a floración de 97.5, 96 y 96.75 respectivamente (Figura 1).

**Figura 1. Días a floración de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**



Los resultados obtenidos son mayores a los reportados por Castro y Salazar<sup>23</sup> quienes reportan floración de la Vicia entre 80.6 y 83.3 ; sin embargo, estos autores mencionan que la floración de la Vicia es más tardía que la de otras leguminosas como la arveja y la lenteja.

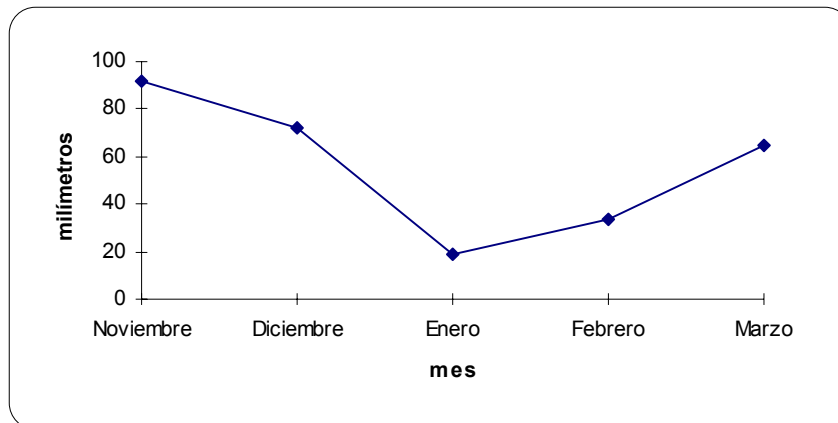
De acuerdo a lo anterior es posible afirmar que el mayor tiempo requerido para el inicio de la floración de las líneas de Vicia evaluadas posiblemente obedeció a las condiciones climáticas especialmente precipitación ; ya que como menciona FAO<sup>24</sup> la Vicia requiere como mínimo 400 mm para un crecimiento óptimo, mientras que en la presente investigación fue tan solo de 282.1 mm en el total del periodo experimental (Figura 2).

De otra parte, la florescencia temprana de la línea L4 (88 días) quizá obedeció a que el déficit hídrico influyó en un menor tiempo para la aparición de la florescencia.

**Figura 2. Comportamiento de las lluvias en el periodo experimental (mm)**

<sup>23</sup> CASTRO y SALAZAR, Op. cit., p.22.

<sup>24</sup> FAO, Op. cit., p.3.



La floración y formación de semillas constituyen un mecanismo de defensa a condiciones adversas especialmente de temperatura y humedad. Los pastos pasan del estado vegetativo al reproductivo periódicamente, por lo regular una vez al año, como respuesta a las condiciones del fotoperiodo; en algunos casos se induce a la floración por condiciones adversas como la sequía, excesos de humedad o temperatura como mecanismo para perpetuar la especie. Cuando la planta pasa del estado vegetativo al reproductivo, se disminuye la calidad del forraje pues se presenta una movilización de nutrientes del follaje hacia la inflorescencia acompañada de una rápida lignificación de los tallos florales<sup>25</sup>.

**6.1.2 Producción de forraje verde (FV).** se detectaron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre líneas (Anexo B), de las cuales la L1 y L2 mostraron superioridad ( $P < 0.05$ ) con rendimientos de 49.18 y 47.18 tFV/ha/corte (toneladas de forraje verde / ha / corte) respectivamente, L3 y L4 presentaron rendimientos menores con 33.12 y 27.81 tFV/ha/corte respectivamente (Figura 3)

**Tabla 3. Comportamiento agronómico de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

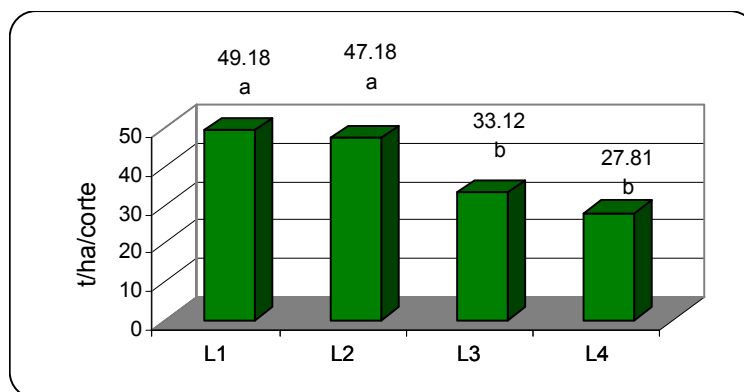
<sup>25</sup> BERNAL, Op, cit., p.26.

Líneas	Días a floración	Índice de área foliar (IAF)	Producción de forraje verde (t/ha/corte)	Producción de biomasa seca t/ha/corte
1	97.5 <sup>a</sup>	9.34 <sup>a</sup>	49.18 <sup>a</sup>	7.16 <sup>a</sup>
2	96 <sup>a</sup>	9.41 <sup>a</sup>	47.18 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>
3	96.75 <sup>a</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	33.12 <sup>b</sup>	4.42 <sup>b</sup>
4	88 <sup>b</sup>	5.59 <sup>b</sup>	27.81 <sup>b</sup>	3.71 <sup>b</sup>

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

A pesar que la precipitación en el periodo experimental no fue favorable se lograron producciones de FV superiores a las reportadas por la FAO<sup>26</sup> quien menciona rendimientos entre 15 y 25 y entre 40 y 45 tFV/ha/corte de forraje verde para época de verano e invierno respectivamente.

**Figura 3. Producción de forraje verde (FV) de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**



Superan también a los valores reportados por Silva<sup>27</sup> quien menciona producciones de forraje verde de hasta 15 t/ha. Así mismo reporta producciones para otras leguminosas comúnmente utilizadas en el trópico alto como es el caso

<sup>26</sup> FAO, Op. cit., p.4.

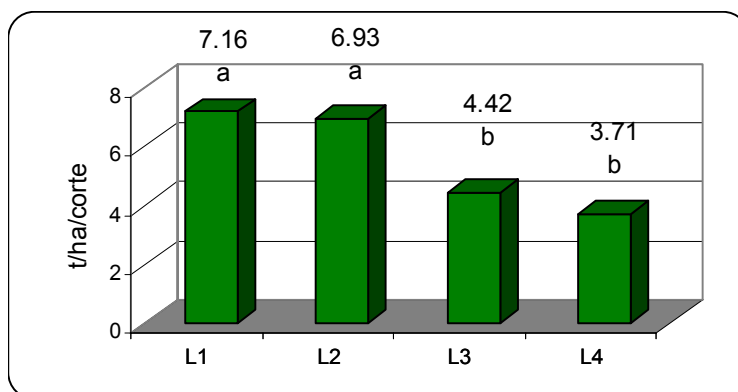
<sup>27</sup> SILVA, José. Recomendaciones generales sobre gramíneas y leguminosas de clima frío, medio y cálido. Centro Regional de Investigación Obonuco, ICA. Pasto. 1990. p.38

de la alfalfa (*Medicago sativa*) (15 a 20 tFV/ha/corte), trébol blanco (*Trifolium repens*) (8 a 10 tFV/ha/corte), trébol rojo (*Trifolium pratense*) (6 a 10 tFV/ha/corte) ; rendimientos que fueron superados por los obtenidos con las cuatro líneas de Vicia evaluadas en esta investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que las líneas de Vicia L1 y L2 mostraron un rendimiento sobresaliente reflejando la viabilidad de su cultivo debido a adaptación, rusticidad y productividad, lo que la convierte en una alternativa importante para la producción pecuaria.

**6.1.3 Producción de biomasa seca (BS).** Se observaron diferencias ( $p < 0.01$ ) entre líneas (Anexo C), al igual que la producción de BF las mayores producciones ( $P < 0.05$ ) se lograron con las líneas L1 y L2 (7.16 y 6.93 tBS/ha respectivamente). Las líneas L3 y L4 presentaron rendimientos inferiores (4.42 y 3.71 tBS/ha respectivamente). (Figura 4)

**Figura 4. Producción de biomasa seca (BS) de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**



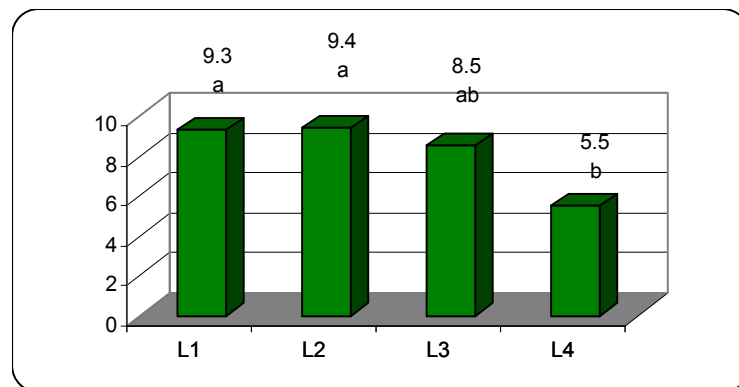
La BS mostró un rendimiento similar al observado para FV e igualmente superó a los de otras leguminosas como la alfalfa (2.7 tBS/ha), trébol blanco (1.4 tBS/ha), trébol rojo (1.7 tBS/ha). Superó también a las producciones de BS de algunas gramíneas utilizadas comúnmente para alimentación de bovinos como el raigrás anual (*Lolium multiflorum*) con rendimientos de 2.7 a 3.6 tBS/ha/corte y el pasto brasileiro (*Phalaris sp*) con 2.8 a 3.7 tBS/ha/corte, según reportes de Silva<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> SILVA, Op, cit., p.37.

De otra parte, Apráez<sup>29</sup> argumenta que el contenido de humedad de un forraje puede influir de manera directa en los rendimientos de biomasa seca por hectárea e incrementarla relativamente con respecto a los valores obtenidos para forraje verde, teniendo en cuenta lo anterior los contenidos de humedad encontrados fueron uniformes variando en un rango entre 85.31 y 86.64% por lo cual los rendimientos de BS estuvieron en dependencia de la producción de forraje verde *Per se* y la influencia del nivel de humedad del pasto fue mínima.

**6.1.4 Índice de área foliar (IAF).** se presentaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre líneas (Anexo D), los mayores IAF se observaron en L1 y L2 con 9.3 y 9.4 respectivamente, seguidas de L3 y L4 con 8.5 y 5.5 respectivamente (Figura 5).

**Figura 5. Índice de área foliar de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**



Se observó correspondencia directa entre el índice de área foliar y la productividad del cultivo, especialmente para las líneas L1 y L2, comportamiento que quizá obedeció a una mayor eficiencia en la captación y aprovechamiento de la luz incidente por parte de estas líneas ; factor que es determinante en el desarrollo de la planta y por ende en el rendimiento total de biomasa.

Un desarrollo óptimo de las plantas se da cuando el 90% de la luz incidente es captada por las hojas, sin embargo, gran cantidad de área foliar (mayores a 10) no producen aumentos adicionales en producción, debido a que las hojas basales se hacen sombra unas a otras y las hojas viejas se tornan ineficientes. Por otra parte, las leguminosas como la Vicia presentan una ventaja comparativa

<sup>29</sup> **APRÁEZ, Edmundo.** Análisis químico de los alimentos. Pasto: Editorial Universitaria. Universidad de Nariño, 1994. p.27.

respecto a las gramíneas, puesto que las primeras poseen hojas horizontales para interceptar la misma cantidad de luz<sup>30</sup>.

## 6.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.

Los resultados se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Análisis bromatológico de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L) (%)**

Análisis	L1	L2	L3	L4
<b>Materia seca</b>	14.53	14.69	13.37	13.36
<b>Proteína</b>	18.9	18.51	20.71	18.44
<b>Fibra cruda</b>	37.28	40.42	37.77	38.8
<b>FDN</b>	46.78	51.55	43.44	49.96
<b>FDA</b>	42.19	48.62	43.16	45.59
<b>ELN</b>	31.11	30.58	27.28	31.11
<b>Extracto etéreo</b>	2.59	2.02	2.55	2.27
<b>NDT</b>	55.93	55.47	55.47	55.47
<b>Ceniza</b>	10.12	8.47	11.09	9.38

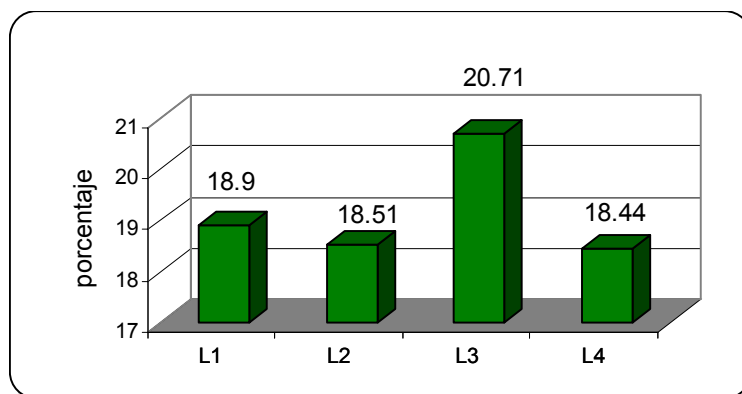
**6.2.1 Porcentaje de proteína.** en cuanto a los contenidos proteicos (Figura 6) en general se observó que las cuatro líneas de Vicia mostraron niveles de proteína en un rango entre 18.44 y 20.71%, valores inferiores a los reportados por la literatura para esta leguminosa. En este sentido, Castro y Salazar<sup>31</sup> reportan porcentajes de proteína para forraje de Vicia del 28% ; FAO<sup>32</sup> 5 reporta un 26.5%.

<sup>30</sup> BERNAL, Op. cit., p.48.

<sup>31</sup> CASTRO Y SALAZAR, Op. cit., p.37.

<sup>32</sup> FAO, Op. cit., p.4.

**Figura 6. Contenido proteico de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**



Por otra parte, Bernal<sup>33</sup> menciona que la Vicia en estado de plena floración puede presentar un contenido proteico del 18.6%, valor que se encuentra dentro del rango encontrado en esta investigación. Lo anterior deja deducir que los niveles proteicos de esta leguminosa varían en forma relativamente amplia de acuerdo a la variedad cultivada, condiciones edáficas y ambientales como también de la parte de la planta analizada.

Cabe mencionar que para la presente investigación las muestras de forraje incluyeron tanto hojas como tallos y vainas y se eliminaron las flores, lo que pudo haber influido en niveles bajos de proteína respecto a los encontrados en otras investigaciones.

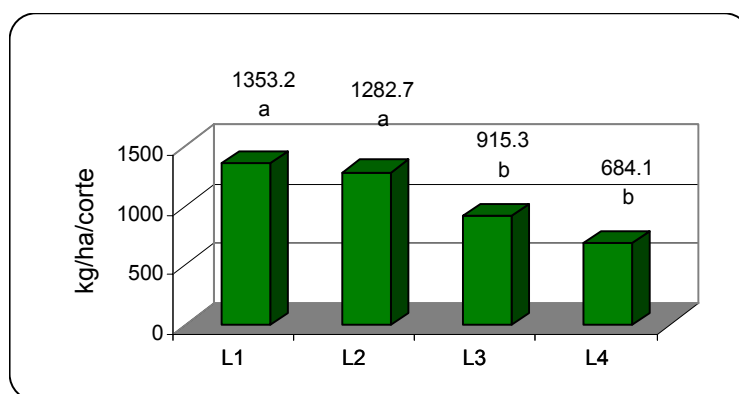
Al respecto Apráez afirma que : “en la toma de muestras de forraje se debe excluir las partes de la planta que pudieran arrojar resultados erróneos en el análisis bromatológico tales como florescencias y tallos con alto grado de lignificación ; Las flores pueden contener niveles altos de taninos que pueden elevar el tenor proteico de la planta distorsionando la información sobre el verdadero valor nutritivo de la planta en forma global”<sup>34</sup>.

Al realizar el análisis del índice de productividad (Tabla 5) se encontró que la producción de proteína por unidad de área es diferente estadísticamente entre líneas ( $P < 0.01$ ) (Anexo E), de las cuales la L1 y L2 fueron superiores con producciones de 1353.2 y 1282.7 kg de proteína/ha/corte respectivamente, mientras que L3 y L4 obtuvieron menores rendimientos con tan solo 915.3 y 684.1 kg de proteína/ha/corte respectivamente (Figura 7).

<sup>33</sup> BERNAL, Op. cit., p.517.

<sup>34</sup> APRAEZ, Op. cit., p.56.

**Figura 7. Rendimiento en kg de proteína/ha/corte de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L).**



Teniendo en cuenta lo anterior se comprobó que la producción de BS de Vicia fue determinante en el rendimiento de proteína por unidad de área, las líneas L1 y L2 a pesar de que sus contenidos proteicos no fueron los mejores su mayor rendimiento de biomasa se vio reflejado en un mayor índice de productividad proteica por unidad de área, factor de mayor relevancia en las actividades pecuarias que el porcentaje proteínico en forma aislada puesto que los animales no producen en dependencia de porcentajes sino de cantidades que le ingresan al organismo.

**6.2.2 Porcentaje de NDT.** el contenido energético expresado como porcentaje de NDT fue similar para las cuatro líneas de Vicia a excepción de la L1 la cual fue levemente superior. Sin embargo como se observa en la Tabla 5 el análisis del índice de productividad por unidad de área mostró diferencias ( $P < 0.01$ ) entre forrajes (Anexo F); al igual que para proteína las líneas L1 y L2 fueron superiores ( $P < 0.05$ ) con producciones de 4004.5 y 3844 kg de NDT/ha/corte respectivamente, mientras que L3 y L4 tan solo obtuvieron 2451.7 y 2057.9 kg de NDT/ha/corte respectivamente (Figura 8).

**Tabla 5. Productividad de proteína y NDT (kg/ha/corte) de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

---

<b>Producción</b>	<b>Producción</b>
-------------------	-------------------

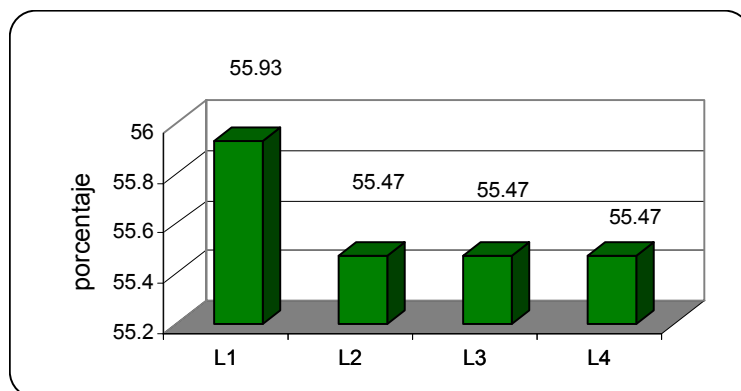
---

Líneas	Producción de BS (t/ha/corte)	% de proteína	%NDT	de proteína (kg/ha/corte)	de NDT (kg/ha/corte)
1	7.16	18.9	55.93	1353.2 <sup>a</sup>	4004.5 <sup>a</sup>
2	6.93	18.51	55.47	1282.7 <sup>a</sup>	3844 <sup>a</sup>
3	4.42	20.71	55.47	915.3 <sup>b</sup>	2451.7 <sup>b</sup>
4	3.71	18.44	55.47	684.1 <sup>0</sup>	2057.9 <sup>b</sup>

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

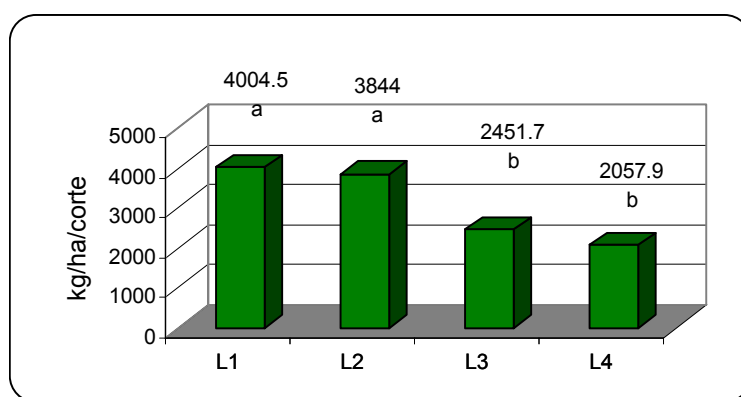
El comportamiento en los contenidos energéticos de la Vicia fue similar al encontrado para proteína siendo un factor determinante la producción de biomasa. Los porcentajes de NDT fueron uniformes sin embargo, las diferencias encontradas en rendimiento de forraje seco, influyeron directamente en los rendimientos de NDT por unidad de área. Así mismo se verificó la superioridad de las líneas L1 y L2 frente a L3 y L4 respecto al rendimiento tanto de biomasa como de proteína y NDT por hectárea (Figura 9).

**Figura 8. Contenido energético (% NDT) de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L).**



**6.2.3 Componentes de la pared celular.** los componentes de la pared celular como son fibra cruda, FDN y FDA presentaron valores altos respecto a los reportados en investigaciones como las de Castro y Salazar<sup>35</sup> quienes encontraron valores para fibra cruda de 22.73%, para FDN 33.33% y para FDA 31.19%. Así mismo Bernal<sup>36</sup> reporta valores para fibra cruda de 31.9%.

**Figura 9. Rendimiento de NDT/ha/corte de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L).**



Lo anterior permite suponer que la calidad de la fibra de las líneas de Vicia estudiadas es baja ya que el alto contenido especialmente de FDA se traduce en un contenido muy bajo de hemicelulosa carbohidrato de mayor solubilidad. Sin embargo se hace necesario realizar análisis bromatológicos en forma individual para tallos, vainas y grano como también ensayos de digestibilidad y comportamiento animal a fin de obtener una información más confiable y certera sobre la calidad de la fibra de esta leguminosa.

De otra parte, la relación energía proteína se encontró en un rango entre 2.67 y 3.0, relación bastante estrecha denotando un desbalance energético que posiblemente influirá negativamente en la utilización de la fibra.

La relación energético - proteica es un factor determinante en la eficiencia de la utilización de los demás componentes de las raciones para animales ya sea que se hable de concentrados, forrajes o sus mezclas en forma balanceada, dicho balance no debe contemplar las fracciones proteicas y energéticas en forma individual sino que se debe

<sup>35</sup> CASRO y SALAZAR, Op. cit., p.37.

<sup>36</sup> RENAL, Op. cit., p.516.

enfatar en sus interacciones con el propósito de garantizar la utilización adecuada de todos los nutrientes del alimento<sup>37</sup>.

El mismo autor<sup>38</sup> argumenta que una relación energía proteína adecuada para rumiantes debe encontrarse en un rango entre 4.5 y 7.1, valores inferiores denotan un déficit de fuentes energéticas para los microorganismos del rumen y por ende una utilización poco eficiente de las fracciones proteicas y fibrosas del forraje.

#### 6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se siguió la metodología de presupuesto parcial propuesta por Cino y de Armas<sup>39</sup>. En la Tabla 7 se presentan los costos para cada uno de los tratamientos.

**Tabla 7. Costos de producción por ha de la Vicia (*Vicia sativa* L)**

Detalle	Cantidad	Vlr unitario	Vlr total*
<b>Preparación del terreno</b>	3 (días de yunta)	25.000	75.000
<b>Jornales</b>	10	8.000	80.000
<b>Semilla</b>	40 kg	5.000	200.000
<b>Pesticidas</b>			

<sup>37</sup> **BONDI, Aron.** Nutrición animal. Zaragoza: Acribia. 1988. p.310.

<sup>38</sup> **Ibid.**, p.312.

<sup>39</sup> **CINO, Maria y DE ARMAS, Carmen,** Op. cit., p.37.

<b>Sistemin</b>	1 litro	24.000	24.000
<b>Lannate</b>	1 litro	28.000	28.000
<b>Dithane M 45</b>	1 kg	12.000	12.000
<b>Sencor</b>	250 cm	15.000	15.000
<b>Total</b>			<b>434.000</b>

\* Pesos año 2003

Los costos totales para el cultivo de una hectárea de Vicia fueron de \$ 434.000, costos que incluyeron los jornales, preparación de suelos, pesticidas y labores culturales (siembra y aplicación de pesticidas).

De otra parte, los costos de producción por kg de materia seca (Tabla 8) fueron menores para las líneas de Vicia L1 y L2 con \$ 60.61 y \$ 62.62 respectivamente, L3 y L4 presentaron costos de producción más elevados de \$ 98.19 y \$ 116.98 respectivamente.

Lo anterior estuvo relacionado directamente con la producción de biomasa seca, así las líneas L1 y L2 mostraron una mayor viabilidad tanto técnica como económica para implementar su cultivo a nivel de finca para producción tanto de forraje como de semilla. Sin embargo se hace necesario realizar pruebas de digestibilidad y una valoración bromatológica más completa en cuanto a contenido de aminoácidos y factores antinutricionales que pueden limitar su utilización en la actividad ganadera.

#### **8. Costos de producción por kg de materia seca de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

<b>Líneas</b>	<b>Costo total/ha (\$)</b>	<b>Producción de BS (t/ha/corte)</b>	<b>Costo/kg/MS (\$)</b>
<b>L1</b>	<b>434.000</b>	7.16	60.61
<b>L2</b>	<b>434.000</b>	6.93	62.62
<b>L3</b>	<b>434.000</b>	4.42	98.19

<b>L4</b>	<b>434.000</b>	3.71	116.98
-----------	----------------	------	--------

---

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIONES**

7.1.2 las líneas de Vicia L1, L2 y L3 presentaron días a floración en promedio de 96.75 estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ) a L4 con 88 días ; diferencias que posiblemente obedecieron a que L4 fue más susceptible al déficit hídrico.

7.1.2 la producción tanto de forraje verde como de biomasa seca fue superior en la líneas L1 y L2 lo que quizá estuvo en virtud de su adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas a pesar de la escasa precipitación observada durante el periodo experimental.

7.1.3 el rendimiento total de biomasa mostró correspondencia directa con el área foliar, comportamiento que quizá se dio como consecuencia de una adecuada densidad de siembra lo que incidió positivamente en la captación y utilización de la luz incidente por parte de la planta.

7.1.4 los niveles proteicos en general mostraron una variación relativamente amplia con respecto a los reportados en otras investigaciones obedeciendo talvés a la composición vertical y parte de la planta analizada.

7.1.5 en las líneas L1 y L2 a pesar de que su contenido de proteína y NDT no fueron los mejores, su mayor rendimiento en biomasa se reflejó en un incremento en la productividad proteica y energética por unidad de área.

7.1.7 los costos de producción por kg de materia seca fueron menores para L1 y L2 lo que obedeció a los mayores rendimientos de biomasa logrados por estos tratamientos dejando entrever la viabilidad técnica y económica de su cultivo.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

7.2.1 realizar estudios con las líneas de Vicia L1 y L2 en época de invierno y verano con el fin de observar la potencialidad de estas en condiciones climáticas favorables.

7.2.2 utilizar el forraje de Vicia en ensayos de digestibilidad y comportamiento animal, como también su utilización en forma de grano como materia prima en la elaboración de concentrados.

7.2.3 realizar estudios a nivel edáfico que contemplen el efecto químico, físico y microbiológico del cultivo de esta leguminosa.

7.2.5 determinar el contenido de aminoácidos y factores antinutricionales tanto del forraje como del grano que puedan limitar su utilización en la alimentación animal.

## 8. BIBLIOGRAFIA

**ALCÁZAR, C y MONTEALEGRE, J.** Reconocimiento y determinación de las leguminosas del valle del Patía. Pasto. 1975. 172 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomía). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

**APRAEZ, Edmundo.** Análisis químico de alimentos. Pasto. Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1994. 256p.

**ARAYA, Héctor. *Et al.*** Calidad nutricional de la proteína de la falsa lenteja (*Vicia sativa* ssp. *Abovata* Gaudin) En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Guatemala. Vol. 40 No. 4 ( dic 90) pp. 588-593.

- BERNAL, Jorge.** Pastos y forrajes tropicales. 3a ed. Bogotá: Buda. 1994. 620 p.
- BONDI, Aron.** Nutrición animal. Zaragoza: Acribia. 1988. 620 p.
- BURBANO, Hernan.** El suelo, una visión sobre sus componentes biogénicos. Pasto: Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. 1989. 447 p.
- CASTRO, Hever y SALAZAR, Jairo.** Evaluación agronómica y nutricional de una Leguminosa promiscua para clima frío en Nariño. Pasto. 1998., 72 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- CHECA, Oscar.** Leguminosas: haba, arveja: Informe anual. Ministerio de Agricultura, ICA, División de producción de cultivos. Centro de Investigaciones Obonuco, Pasto, Noviembre de 1990. 75 p.
- CINO, Maria y DE ARMAS, Carmen.** Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias. La Habana: Instituto de Ciencia Animal, 1996. 58 p.
- FAO.** La Veza común o Vicia (*vicia sativa* L) 5 p. (consulta vía internet [http :  
www.fao.org/levestock/agap/frg/afris/español/document/tfeed8/data/463/HTM](http://www.fao.org/levestock/agap/frg/afris/español/document/tfeed8/data/463/HTM))
- GUERRERO, M.** Evaluación de coberturas vivas con leguminosas sobre algunas propiedades edáficas bajo cultivar de manzano (*malus communis* L) en el altiplano de Pasto. Pasto. 1993. 79.p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias, Programa de Agronomía.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC).** Zonificación Agroecológica de Colombia. Memoria explicativa. Bogotá. IGAC, 1985. 53 p.
- FEDNA.** Índice de materias primas : La Veza común (*Vicia sativa* L). 5p. 2004. (Consulta via internet [www.fedna.org/content/12KPPAZ5/veza\\_comúnHTM](http://www.fedna.org/content/12KPPAZ5/veza_comúnHTM).)
- MORENO, T.** Las leguminosas de grano : una visión de conjunto Madrid : Mundiprensa, 1983. 15p.
- SILVA, José.** Recomendaciones generales sobre gramíneas y leguminosas de clima frío, medio y cálido. Centro Regional de Investigación Obonuco, ICA. Pasto. 1990. 56 p.

# **ANEXOS**

**Anexo A. Análisis de varianza para días a floración de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	234.18	78.062	13.49	0.0011
Repetición		3	21.68	7.229	1.25	0.3483
R cuadrado		0.83				
CV		2.543				

**Anexo B. Análisis de varianza para producción de biomasa verde de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	1320.26	440.08	21.07	0.0002
Repetición		3	12.60	4.20	0.20	0.8930
R cuadrado		0.87				
CV		11.62				

**Anexo C. Análisis de varianza para producción de biomasa seca de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	24.70	8.233	19.22	0.0003
Repetición		3	0.27	0.090	0.21	0.886
R cuadrado		0.866				
CV		11.93				

**Anexo D. Análisis de varianza para Índice de área foliar de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	38.597	12.865	5.49	0.020
Repetición		3	3.424	1.141	0.49	0.699
R cuadrado		0.665				
CV		18.63				

**Anexo E. Análisis de varianza para producción de proteína/ha de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	1197042.3	399014.1	26.49	0.0001
Repetición		3	8739.2	2913.07	0.19	0.898
R cuadrado		0.898				
CV		11.61				

**Anexo F. Análisis de varianza para producción de NDT/ha de cuatro líneas de Vicia (*Vicia sativa* L)**

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	P>F
Tratamiento		3	77879.3	25959.7	19.62	0.0003
Repetición		3	824.14	274.71	0.21	0.888
R cuadrado		0.868				
CV		11.92				