

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ESPECIES DE LEGUMINOSAS EN LA
VEREDA EL TABLÓN, MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**NILSON LEÓN CABEZAS LÓPEZ
DIANA CAROLINA SOLARTE CERTUCHE**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ESPECIES DE LEGUMINOSAS EN LA
VEREDA EL TABLÓN, MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**NILSON LEÓN CABEZAS LÓPEZ
DIANA CAROLINA SOLARTE CERTUCHE**

**Trabajo de Grado modalidad investigación presentado como requisito
parcial para optar al título de Ingeniero Agropecuario**

**Director:
M.Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los jurados han leído el presente trabajo, han escuchado la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

M.Sc. Nelson José Vivas

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, junio de 2011

A mi madre Elizabeth Certuche, a quien amo y admiro profundamente, que con cariño, paciencia y comprensión a estado a mi lado ayudando a forjar cada uno de mis sueños.

A mi bisabuela y abuela quienes procuran día a día hacer de mí una mejor persona.

A mi tía Elizabeth Solarte, por su amor y apoyo incondicional.

Al amor de mi vida José Betancur por estar a mi lado en los momentos de mayor dificultad brindándome su amor y comprensión.

Diana Carolina Solarte Certuche

A mi madre María Angélica López Daza quien me ha brindado su apoyo incondicional y que con sus sabios consejos me dio fortaleza para poder terminar mi carrera.

A mi padre León Cabezas por estar siempre a mi lado ayudándome a superar todas las dificultades presentes a lo largo de mi vida.

A mis hermanas Deisy Maricella Cabezas López y Jackeline Cabezas por su apoyo, paciencia y comprensión mostrada durante mis estudios.

Nilson Cabezas

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

A la Universidad del Cauca – Facultad de Ciencias Agropecuarias por sus enseñanzas y el continuo soporte brindado durante nuestra carrera.

Al Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria de la Universidad del Cauca, por su financiación en cuanto a los insumos requeridos para el proyecto.

A nuestro director M.Sc. Nelson José Vivas Quila, por compartir sus conocimientos, por su amistad, por su colaboración y orientación durante la ejecución de este proyecto.

Al Ing. Elkin Rendón por su valiosa colaboración para facilitar la ejecución de este proyecto.

A los pasantes Francisco Arboleda y Mauricio Sotelo por su participación dentro de las actividades que ayudaron al éxito de este trabajo.

A la ecóloga Sandra Morales por su asesoría y apoyo intelectual durante la elaboración del trabajo.

Agradecimiento publico al productor Bertulfo Betancur por permitirnos llevar a cabo este proyecto en la finca “El Carrizal”.

A todos los profesores que con sus enseñanzas forjaron nuestro conocimiento profesional.

A todas las personas que de alguna forma favorecieron para la culminación de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
1 INTRODUCCIÓN	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 ANTECEDENTES	17
4 JUSTIFICACIÓN	19
5 MARCO TEÓRICO	20
5.1 DESCRIPCIÓN Y BOTÁNICA DE LA FAMILIA PHABACEAE.	21
5.1.1 Morfología	21
5.2 FACTORES A CONSIDERAR	22
5.3 GENERALIDADES DE LAS ESPECIES	23
5.3.1 <i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	23
5.3.2 <i>Desmodium heterocarpon</i> .	24
5.3.3 <i>Stylosanthes capitata</i>	27
5.3.4 <i>Stylosanthes guianensis</i>	29
5.3.5 <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	31
5.3.6 <i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet.	33
6 METODOLOGÍA	36
6.1 LOCALIZACIÓN	36
6.1.1 Macro localización	36
6.1.2 Micro localización	36
6.2 MANEJO AGRONÓMICO	36

6.3	CONDICIONES CLIMÁTICAS	37
6.4	MATERIAL EXPERIMENTAL	39
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	39
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	39
6.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
6.8	SIEMBRA	40
6.9	DISEÑO DE SIEMBRA	41
6.10	ÉPOCA DE ESTABLECIMIENTO	42
6.11	CORTES DE ESTANDARIZACIÓN	42
6.12	VARIABLES EVALUADAS	43
6.12.1	Vigor	43
6.12.2	Cobertura	43
6.12.3	Altura de Plantas	43
6.12.4	Incidencia de malezas	44
6.12.5	Área descubierta	44
6.12.6	Presencia de plagas	44
6.12.7	Presencia de enfermedades	44
6.12.8	Porcentaje de flores y vainas	45
6.12.9	Producción forrajera	45
7	RESULTADOS	47
7.1	FASE DE ESTABLECIMIENTO	47
7.1.1	Vigor	47
7.1.2	Cobertura	48
7.1.3	Altura de plantas	50
7.1.4	Incidencia de malezas	52
7.1.5	Área descubierta	52
7.1.6	Incidencia de plagas	53
7.1.7	Presencia de enfermedades	54
7.1.8	Floración	55
7.2	FASE DE PRODUCCIÓN	55
7.2.1	Vigor	56

7.2.2	Cobertura	58
7.2.3	Altura de planta	60
7.2.4	Incidencia de malezas	61
7.2.5	Área descubierta	63
7.2.6	Presencia de plagas	64
7.2.7	Presencia de enfermedades	65
7.2.8	Floración	66
7.2.9	Producción de vainas	68
7.2.10	Producción de materia seca	68
7.3	CORRELACIONES ENTRE VARIABLES	70
8	CONCLUSIONES	72
9	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	78

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Material experimental	39
Tabla 2. Matriz de Correlaciones existentes entre las variables	71

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Canavalia brasiliensis</i> en estado de floración (a) y en estado vegetativo (b).	23
Figura 2. Plantación de <i>Desmodium heterocarpon</i> en fase de producción (a) y parcela experimenta en (b).	25
Figura 3. Cultivo de <i>Stylosanthes capitata</i> en floración (a) y en fase de producción (b).	27
Figura 4. Cultivo de <i>Stylosanthes guianensis</i> en fase de producción (a) y en estado de floración (b).	29
Figura 5. Cultivo de <i>Vigna unguiculata</i> parcelas experimentales en (a) y (b).	31
Figura 6. Cultivo de <i>Lablab purpureus</i> en estado de floración.	33
Figura 7. Adecuación del terreno. (a) limpieza y (b) nivelación	37
Figura 8. Precipitación, humedad relativa y evaporación	38
Figura 9. Rangos de temperaturas máximas y mínimas	38
Figura 10. Establecimiento de las parcelas experimentales, siembra <i>Canavalia brasiliensis</i> .	41
Figura 11. Diagrama de campo para la siembra	41
Figura 12. Aforo <i>Canavalia brasiliensis</i> (a) y aforo <i>St. guianensis</i> (b)	42
Figura 13. Comportamientos de los tratamientos en la variable vigor en la fase de establecimiento	48
Figura 14. Comportamiento de los tratamientos respecto a cobertura en la fase de establecimiento	49
Figura 15. Comportamiento de las especies en cuanto a la altura en la fase de establecimiento	51

Figura 16. Área descubierta dentro de las parcelas experimentales en la fase de establecimiento	52
Figura 17. Incidencia de plagas en los tratamientos evaluados en la fase de establecimiento	54
Figura 18. Índices de presencia de enfermedades en los tratamientos en la fase de establecimiento	55
Figura 19. Comportamiento de los tratamientos frente a la variable vigor en la fase de producción	56
Figura 20. Porcentajes de cobertura de los diferentes tratamientos en la fase de producción	59
Figura 21. Crecimiento longitudinal alcanzado por los tratamientos en la etapa de producción	61
Figura 22. Incidencia de malezas presentes en las parcelas experimentales de cada tratamiento en la fase de producción	62
Figura 23. Porcentajes de área descubierta en los tratamientos en la fase de producción	64
Figura 24. Incidencia de plagas en las especies evaluadas durante la fase de producción	65
Figura 25. Presencia de enfermedades en los tratamientos evaluados en la fase de producción	66
Figura 26. Porcentaje de floración presentado por los tratamientos durante la etapa de producción	67
Figura 27. Producción de materia seca de las especies evaluadas	69

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de suelos para el lote del ensayo.	79
Anexo B. Formato de Evaluación	80
Anexo C. Análisis de Varianza en establecimiento y producción de seis especies de leguminosas	80
Anexo D. Prueba de significancia de rango múltiple de Duncan en establecimiento y producción de seis especies de leguminosas	81

RESUMEN

En Colombia las leguminosas cada día ocupan un renglón significativo en la alimentación animal, se debe a la necesidad de disminuir los costos de producción; además de otros beneficios que nos aporta esta familia en cuanto a mejoramiento de suelos e incremento de los porcentajes de proteína en las gramíneas. (Chamorro et al, 1998). Como resultado de la importancia que toman cada día las leguminosas como opción integral dentro de las unidades productivas es importante realizar estudios en diferentes zonas del país; lo cual permita a los productores tener acceso a una información detallada de la adaptabilidad de cada una de estas especies y su comportamiento bajo diferentes condiciones edafoclimáticas.

Como respuesta a esta necesidad se realizó una evaluación agronómica de seis especies de leguminosas en la vereda El Tablón, municipio de Popayán; con una altura de 1711 msnm. Se maneja un diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos (especies evaluadas: *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009, *Desmodium heterocarpon* CIAT 13651, *Stylosanthes capitata* BRS 0100/2009, *Vigna unguiculata* CIAT 4555, *Stylosanthes guianensis* CIAT 11995, *Lablab purpureus* CIAT 21603) cada uno con tres repeticiones. Se evaluaron ocho variables: vigor, cobertura, altura de plantas, incidencia de malezas, área descubierta, presencia de plagas, presencia de enfermedades y producción de materia seca.

Se realizaron en total siete evaluaciones de las cuales cuatro fueron en la fase de establecimiento y tres en fase de producción. La primera evaluación se realizó a las cinco semanas posteriores a la siembra y las siguientes con intervalos de seis semanas entre cada una de ellas. Al procesar los datos obtenidos en campo se determinó que la especie con mejor comportamiento en la fase de establecimiento fue *Canavalia brasiliensis*, ya que presentó una buena cobertura y aunque el ataque de plagas fué significativo, este factor no entorpeció su desarrollo vegetativo. En la fase de producción esta especie continuó presentando excelentes parámetros, pero durante las evaluaciones correspondientes a esta fase del cultivo no se presentaron diferencias notables para *Canavalia brasiliensis* con respecto a *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes capitata* y *Desmodium heterocarpon*. Ya que estas tres especies mencionadas alcanzaron parámetros similares y superiores a *Canavalia brasiliensis* en algunas de las variables evaluadas.

Palabras clave: evaluación agronómica, leguminosas forrajeras, CIAT, *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009, *Desmodium heterocarpon* CIAT 13651, *Stylosanthes capitata* BRS 0100/2009, *Vigna unguiculata* CIAT 4555, *Stylosanthes guianensis* CIAT 11995, *Lablab purpureus* CIAT 21603)

SUMMARY

In Colombia every day the legumes occupy a significant row inside the animal supply, This owes to the need to reduce the costs of production; the legumes also allow to realize improvement of soils and to increase the levels of protein in the pastures (Chamorro et al, 1998). As result of the importance of taking each day the legumes ones like integral option inside the productive units it becomes necessary to realize studies in the different zones of the country; which allows to the producers to have access to information more detailed of the adaptability of each one of the species and their low behaviour different edafoclimatics conditions.

Since response to this need we did one agronomic evaluation of six species of legumes in the path "El Tablón", Municipality of Popayán; with a height on the level of the sea of 1711. there used an the statistical design was of random blocks, with six treatments (Evaluated species: *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009, *Desmodium heterocarpon* CIAT 13651, *Stylosanthes capitata* BRS 0100/2009, *Vigna unguiculata* CIAT 4555, *Stylosanthes guianensis* CIAT 11995, *Lablab purpureus* CIAT 21603) every one with tree repetitions. Eight variables were evaluated: vigour, coverage, height of plants, incident of undergrowths, disclosed area, Presence of plagues, Presence of diseases, Production of dry matter.

There were realized in total seven evaluations of which four were in the phase of establishment and three in phase of production. The first evaluation we realized five weeks later to the sowing and the following ones with intervals of six weeks between each of them. On having processed the information obtained in field there were determined that the species with better behavior in the phase of establishment was the *Canavalia brasiliensis*, since it presented a good coverage and though the assault of plagues were high, this factor did not damage his vegetative development. During the phase of production this species continue presenting excellent parameters, but during these evaluations they did not present notable differences with regard to *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes capitata* y *Desmodium heterocarpon*. This reached Parameters equal and superior to the *Canavalia brasiliensis* in the variables evaluated during the phase of production.

Key words: agronomic evaluation, legumes , CIAT, *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009, *Desmodium heterocarpon* CIAT 13651, *Stylosanthes capitata* BRS 0100/2009, *Vigna unguiculata* CIAT 4555, *Stylosanthes guianensis* CIAT 11995, *Lablab purpureus* CIAT 21603.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las ganaderías en Colombia se ubican en zonas que son fuertemente afectadas en las épocas de sequía, lo cual produce una inestabilidad en la oferta forrajera tanto en calidad como cantidad; este factor unido a la baja implementación de tecnologías que caracteriza dichas unidades productivas conlleva a que las empresas ganaderas tradicionales estén limitadas en su productividad (Bernal, 1994). Frente a esta situación se hace necesario rediseñar los sistemas de alimentación bovina en cuanto a la oferta de proteína, aplicando conceptos de asociación de gramíneas con leguminosas multipropósito, lo cual permita abastecer las necesidades básicas de proteína en los animales en cualquier época del año y lograr así unidades productivas sostenibles económicamente y que aporten al medio ambiente manteniendo una producción estable.

En el caso del departamento del Cauca las ganaderías son tradicionales, con manejo extensivo y con baja implementación de tecnologías; lo cual impide tener índices estables en la producción; este factor hace que la ganadería en este departamento no tenga un progreso significativo. Con miras a convertir la ganadería caucana en una empresa productiva, es necesario mejorar muchos aspectos como la alimentación animal y la capacidad de carga; para mejorar y optimizar estos factores es necesario implementar pasturas mejoradas, realizar correctas prácticas de manejo agronómico tanto en el establecimiento como en la fase productiva, finalmente buscando arreglos espaciales y temporales con especies de leguminosas mejoradas, que se adapten y presenten un comportamiento agronómico favorable. Mejorando la finca con una oferta de forrajes de calidad y cantidad de manera sostenible a través del tiempo (Preston y Leng, 1990). Como beneficio adicional gracias a la fijación de nitrógeno característica de las leguminosas y sus efectos en el mejoramiento de suelos caso particular de la *Canavalia brasiliensis*, a largo plazo se tendría suelos mejorados con un aumento de los microorganismos (Chamorro et al, 1998). Ya que la ganadería y el manejo inadecuado de las pasturas han llevado a que los suelos de algunas zonas en el Cauca sean de baja fertilidad, de condiciones físicas no deseables y altamente erosionados (CRC, 2007).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la evaluación agronómica de seis leguminosas; *Canavalia brasiliensis*, *Desmodium heterocarpon*, *Stylosanthes capitata*, *Vigna unguiculata*, *Stylosanthes guianensis* y *Lablab purpureus* en la finca “El Carrizal” vereda “El Tablón”, municipio de Popayán que permita ampliar la información sobre estas especies en la zona ganadera del departamento del Cauca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar en términos de producción de forraje, el comportamiento de seis leguminosas forrajeras en la finca “El Carrizal” vereda “El Tablón”, municipio de Popayán.

Evaluar el comportamiento agronómico de seis leguminosas forrajeras en la finca “El Carrizal” la vereda “El Tablón”, municipio de Popayán.

Identificar al menos una especie forrajera potencial para mezclas forrajeras en la ganadería de la Meseta de Popayán.

3. ANTECEDENTES

Torres y Arcos (sin publicar), realizaron un estudio en el departamento del Cauca, en los municipios de la Sierra y Rosas. Específicamente en las fincas Los Lagos ubicada en el corregimiento del Mango y La Sirena en el corregimiento de Párraga. Donde realizaron una evaluación agronómica de leguminosas multipropósito, la cual consistió en evaluar diez accesiones; *Clitoria ternatea* 20692, *Desmodium heterocarpon* 13651, *Vigna unguiculata* 1T95K52-34, *Lablab purpureus* 21603, *Centrosema molle* 15160, *Vigna unguiculata* 1T97K1069-6, *Canavalia brasiliensis* 17009, *Vigna unguiculata* 1T98K131-2, *Lablab purpureus* 22759, *Stylosanthes guianensis* 11995. Como información preliminar se sugiere que la accesión que presentó los mejores parámetros fue *Canavalia brasiliensis* 17009 en ambas localidades.

Gonzales y Chow (2008), con el objeto de conocer el comportamiento de adaptación agronómico y productivo de 9 especies de leguminosas forrajeras en el municipio de Muy Muy, realizaron un estudio en la finca “La Cruz”, ubicada en la comunidad de “Aguas Calientes”, zona baja del municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Evaluaron las especies *Centrosema plumieri* cv DICTA, *Clitoria ternatea* cv CEVAS, *Canavalia brasiliensis* CIAT 1700, *Clitoria ternatea* CV DICTA, *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus*, *Vigna unguiculata* CIAT 4555, *Vigna unguiculata* CIAT 390-2 y *Stylosanthes guianensis* CIAT 2243. Donde *S. guianensis* 2243 presentó el mejor comportamiento agronómico, superando al resto de especies en casi todas las variables en estudio, salvo el caso de altura donde fue superada por *C. brasiliensis* 1700 con 95.5 cm y en suelo descubierto por *C. plumieri* DICTA con 4.38%. En sobrevivencia este *Stylosanthes* alcanzó un 100%, con cobertura de 76.25%, menor incidencia de plagas y enfermedades (0%) y ponderación en vigor de 4.9. Además *S. guianensis* 2243 presentó el mejor comportamiento en producción de biomasa seca con 3717.02 kg ha⁻¹, seguida de *C. plumieri* DICTA con 1486.38 kg ha⁻¹. La especie de menor comportamiento adaptativo fue *V. unguiculata* 4555, y en producción de biomasa *L. purpureus* con 206.82 kg ha⁻¹. *C. ensiformis* presentó mejor contenido proteico con 26.20% y *C. ternatea* CEVAS en la porción digerible con 85.71%, la de menor calidad fue *S. guianensis* 2243 con 13.26% de proteína y 54.59% de porción digerible.

El grupo de investigación de nutrición Agropecuaria - Universidad del Cauca. Dentro del proyecto “Aumento de la Productividad, competitividad y sostenibilidad de sistemas de pequeños y medianos productores de carne en la cuenca del Patía y meseta de Popayán”, en el informe de avance IV

(Febrero de 2010), reporta los resultados de “la evaluación de la respuesta agronómica de ocho accesiones de *Canavalia brasiliensis*” realizada por Quiñones y Grimaldo (2011) y “la evaluación genotipo-ambiente de 6 accesiones de *Lablab purpureus*” realizada por Rodríguez (2010). Ambos estudios se llevaron a cabo en el departamento del Cauca, en el valle del Patía. Para el estudio de *Canavalia* se evaluaron ocho accesiones (CIAT 905, CIAT 7648, CIAT 7969, CIAT 7971, CIAT 17009, CIAT 17462, CIAT 19038, CIAT 21012) las accesiones que evidenciaron un mejor comportamiento frente a las condiciones edafoclimáticas de la zona fueron CIAT 7971, 17009 y 905. Para el estudio de *Lablab* se evaluaron siete accesiones de esta especie (CIAT 22759, CIAT 22663, CIAT 22604, CIAT 22598, CIAT 22768, CIAT 21603, CIAT 5234), las accesiones de mejor comportamiento fueron CIAT 2263, CIAT 21603, CIAT 22768 y CIAT 22598.

Sánchez (2006), realizó un estudio en el Centro Experimental Valle de Sébaco (CEVAS), ubicado en el municipio de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua. Donde se evaluaron 9 leguminosas herbáceas forrajeras (*Vigna unguiculata*, *Vigna umbellata*, *Centrosema plumieri*, *Clitoria ternatea* DICTA, *Mucuna pruriens*, *Canavalia brasiliensis* 1700, *Canavalia ensiformis* y *Lablab purpureus*). A las 4, 8, 12, 16 semanas después de la siembra se estudiaron las variables altura, vigor, cobertura, área descubierta, incidencia de maleza e incidencia de plagas y enfermedades. La especie *C. ensiformis* tuvo el mejor comportamiento en cuanto a: la altura, vigor, producción de semilla y producción de biomasa (8087.20 kg MS ha⁻¹). La especie *M. pruriens* fué la que obtuvo mayor porcentaje de cobertura de pasto (85.93%).

Torres (2007), realizó un estudio en la zona de Sabana Grande, municipio de San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua, en el mes de Mayo del 2006, en donde se evaluaron 6 leguminosas herbáceas forrajeras (*Canavalia brasiliensis*, *Clitoria ternatea* CEVAS, *Centrosema plumieri* DICTA, *Lablab purpureus* y *Clitoria ternatea* DICTA). Las variables estudiadas fueron: germinación, vigor, altura, cobertura e incidencia de maleza. Las leguminosas herbáceas forrajeras *C. ternatea* CEVAS y *C. plumieri* DICTA presentaron el mayor porcentaje de germinación (7 plantas m²), en contraste con la *C. ternatea* DICTA que presentó el menor porcentaje (3 plantas m²). Sin embargo, estas dos especies también presentaron el mayor porcentaje de cobertura de maleza. En cambio, la especie *L. purpureus*, aunque no tuvo el mayor porcentaje de germinación, si fué la de mejor comportamiento en relación a vigor (5), altura (79.8 cm.) y cobertura de pasto (93.3%).

4. JUSTIFICACIÓN

La utilización de leguminosas dentro de los sistemas productivos son una opción gracias a que ofrecen grandes beneficios para el sostenimiento de una producción eficiente, ya que mejora las condiciones físicas del suelo por medio de su sistema radicular que se extiende en forma superficial, aumenta la biodiversidad (micro y macro fauna), evita cambios bruscos de temperatura, aumenta la materia orgánica, disminuye la incidencia en la germinación de malezas, conserva la humedad en el suelo, ayuda a devolver la fertilidad, reducir la escorrentía y la erosión (Preston y Leng, 1990) .

Otro beneficio de las leguminosas para la fertilidad y estabilidad del suelo es la posible fijación de nitrógeno atmosférico por medio de simbiosis con bacterias pertenecientes a la especie *Rhizobium* (Bowman et al., 2000). Por medio de esta simbiosis, es posible fijar con algunos sistemas hasta 500 kg/ha de N por año. De esta manera, la utilización de leguminosas constituye una alternativa utilizada para disminuir aplicaciones de fertilizantes nitrogenados. Esto provoca una reducción significativa de los costos y la contaminación causada al medio ambiente (Stevenson, 1982).

La evaluación de leguminosas en la vereda El Tablón, podría brindar alternativas asociativas para los productores de la región, ya que al conocer el comportamiento productivo de seis especies tendrán la posibilidad de ampliar sus criterios en cuanto al tipo de leguminosa a incorporar en su sistema; además les permitirá aprovechar los múltiples beneficios ofrecidos por este tipo de forrajes. El presente estudio se llevo a cabo en esta localidad dado que en los últimos años se han incrementado el número de fincas dedicadas a la actividad ganadera, abriéndose así nuevas oportunidades para la realización de proyectos encaminados a incrementar la productividad de la zona.

Esta investigación hace parte del proyecto de “aumento de la productividad, competitividad y sostenibilidad de sistemas de pequeños y medianos productores de carne en la meseta de Popayán para las actividades del sexto semestre”, el cual tiene como objeto evaluar diferentes especies forrajeras bajo las diversas condiciones climáticas presentes en la región del cauca.

5. MARCO TEÓRICO

Las leguminosas tienen como atributo principal desde el punto de vista de forraje para el ganado, altos contenidos de proteína los cuales varían del 14 al 28% y contenidos de fibra menores al 40%, lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad, obteniendo incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche hasta de un 50% o más (Lascano y Avila 1991; González, 1992).

La importancia agrícola de las leguminosas, especialmente en los países tropicales, ha sido documentada por (Hansen, 1994). La característica más importante que posee la mayoría de las plantas de esta familia es fijar nitrógeno de la atmósfera.

El sistema de fijación biológica de nitrógeno mayormente estudiado en la agricultura y la forestería es la simbiosis entre bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* de la familia Rhizobiaceae y las plantas de la familia de las leguminosas (Hansen, 1994). Esto se debe a que estas asociaciones tienen un gran impacto en el ciclo del nitrógeno. La simbiosis con leguminosas contribuye con al menos 70 millones de toneladas de nitrógeno por año y aproximadamente la mitad ocurre en los trópicos (Brockwell et al, 1995). Además, para un suministro adecuado de nitrógeno en el cultivo de legumbres y la producción de pastos, las simbiosis entre las leguminosas y *Rhizobium* o *Bradyrhizobium* son una práctica agronómica más barata y usualmente más efectiva que la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Zahran, 1999). Para que esta simbiosis se lleve a cabo adecuadamente, la bacteria debe encontrarse en vida libre en el suelo.

Para maximizar la fijación biológica de nitrógeno es necesario considerar los factores que más afectan este proceso. (Danso, Bowen, y Sanginga. 1992) mencionan dentro de estos factores la edad y el genotipo del árbol de leguminosa, el componente microbiano y características del suelo como humedad, temperatura, pH y salinidad. Los requerimientos nutricionales también son factores que afectan la simbiosis (Hansen, 1994) sobre todo el fósforo por su efecto en el desarrollo de las raíces de las plantas, lugar donde ocurre la infección por el *Rhizobium* y la posterior formación del nódulo (Chien et al, 1993; Tang et al, 2001).

La contribución del nitrógeno fijado es importantísimo para mantener la producción de un lugar determinado por un largo periodo, el potencial estimado de fijación de nitrógeno anual varía de 110 para *leucaena leucocephala* (Halliday y Somasegaram, 1983) a 1560 kg/ha para *Stilosantes humillis* (Shaw, 1970), este potencial puede variar con la especie, manejo y método de estimación.

5.1 DESCRIPCIÓN Y BOTÁNICA DE LA FAMILIA PHABACEAE.

Las leguminosas son Angiospermas. (Sierra, 2005), señala que una de las clasificaciones taxonómicas más aceptadas a nivel mundial de las leguminosas es la siguiente:

Orden: Rosales.

Familia: Leguminoseae.

Subfamilia: Mimosoideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae o Faboideae.

Las leguminosas constituyen una familia de aproximadamente 727 géneros y cerca de 19.325 especies (Lewis et al, 2005). Su rango ecológico va desde los trópicos hasta regiones árticas, con especies que toleran la sequía, altas y bajas temperatura, deficiencia de nutrientes, inundaciones y otros factores ambientales (Hansen, 1994).

Para las leguminosas no existen características ecológicas comunes de clima tropical, debido al gran número de especies existentes, sin embargo factores ambientales como la temperatura, humedad, luz y tipo de suelo, juegan un papel importante en las fases vegetativa y reproductiva de las leguminosas.

Binder (1997), hace una descripción de las subfamilias:

Mimosoideae: esta subfamilia comprende más de 2,800 especies, que se presentan principalmente en regiones tropicales. En su mayoría son árboles o arbustos y muy pocas son plantas herbáceas.

Caesalpinioideae: subfamilia de las regiones cálidas compuesta principalmente de arbustos y árboles ornamentales. Hay cerca de 2,800 especies.

Faboideae: esta subfamilia comprende más de 12,000 especies y 440 géneros distribuidos ampliamente en regiones tropicales y templadas desde el bosque hasta los desiertos secos y fríos. Son plantas herbáceas y muy raramente arbustos o árboles.

5.1.1 Morfología. Las plantas de la familia de las leguminosas tienen características que las distinguen en muchos aspectos de otras familias, tanto por su hábito de crecimiento y por la forma de sus hojas (compuestas y trifoliadas con estípula), además, sus raíces se caracterizan porque contienen nódulos con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, que mejoran la fertilidad del suelo (Sánchez, 2006.).

Entre las características morfológicas de las leguminosas encontramos:

Raíz: poseen una raíz pivotante con muchas raíces secundarias y terciarias, éstas últimas son las que poseen la capacidad de formar nódulos, en donde se establecen y desarrollan las bacterias (*Rhizobium*) fijadoras de nitrógeno atmosférico, el cual es indispensable tanto para la vida vegetal como para la animal (Binder, 1997).

Tallo: durante su desarrollo, varían mucho según la especie. Tallo herbáceo o leñoso, erecto (forma arbustiva), rastrero o trepador; estos últimos pueden ser voluble, es decir, que se enroscan sobre soportes, o trepar por medio de zarcillos foliares o del tallo (Binder, 1997).

Hoja: se caracterizan por ser compuestas, pinnadas o trifoliadas, raras veces simples, alternas y estipuladas (Binder, 1997).

Inflorescencia: axilares o terminales, en racimos, panículas, espiga o glomérulos o solitarias (Binder, 1997).

Flores: generalmente hermafrodita, zigomorfas, raramente actinomorfas; corola y cáliz con 5 pétalos. La flor de las leguminosas produce sus frutos por medio de polinización cruzada o natural. (Binder, 1997).

Fruto: es una legumbre (vaina) que puede ser alargada y plana con tricomas, dehiscente por una o dos suturas, ocasionalmente indehiscente. A veces el fruto es un lomento formado por varios segmentos (Binder, 1997).

5.2 FACTORES A CONSIDERAR

La diversidad en plantas es enorme, existen más de 1200 clases de compuestos químicos del metabolismo secundario de las plantas, los cuales tienen funciones de almacenamiento, defensa o reproducción. Se han reportado cerca de 8000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10000 alcaloides y varias saponinas y esteroides. Los taninos son los compuestos secundarios vegetales más comunes, pero sus consecuencias en la alimentación animal no son bastante claras. Su mayor característica es la de formar complejos químicos no solo con proteínas sino también con varios compuestos como polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas (Rosales, 1998).

Uno de los factores más importantes para tener en cuenta es la presencia de ciertas sustancias que aunque siempre han existido como método de defensa en las plantas, en algunos casos los efectos pueden generar reacciones violentas difíciles de controlar, pero que en la mayoría de los casos las reacciones generadas son sutiles y solo se presentan cuando hay una alta ingesta o se consume por periodos prolongados de tiempo, lo que tiene efectos negativos

sobre el crecimiento y la productividad del animal. Es por eso que tales sustancias son conocidas como factores anticalidad o antinutricionales. No obstante, en algunos casos la presencia de tales sustancias podría ser beneficiosa para el animal, especialmente en los rumiantes (Pedraza et al, 2001). Tanto los pastos como los forrajes son portadores de factores antinutritivos, pero aparecen con mayor fuerza en las plantas con altos niveles de nitrógeno como las leguminosas y con mayor fuerza en las arbustivas que en las rastreras (Martínez, et al. 1997).

Los efectos de los factores antinutricionales, son evidenciados principalmente en la digestión y absorción de proteínas, pero también se han observado algunas influencias sobre la digestión de los carbohidratos, la utilización de algunos minerales y la disponibilidad de vitaminas.

Los efectos perjudiciales o beneficiosos en la producción animal de los factores antinutritivos dependen de muchos aspectos, en su mayoría estrechamente interrelacionados: el tipo específico de sustancia química y su concentración en la digesta, composición de la dieta, especie y categoría animal, adaptabilidad del animal, procesamiento y manejo, etc. (Bermúdez, 2001).

5.3 GENERALIDADES DE LAS ESPECIES

Para exponer las generalidades de las especies en evaluación exceptuando el *Desmodium heterocarpon* se utilizó el trabajo de Peters (et al.) (2011), en donde se hace una descripción de las especies en estudio, tomando en cuenta su origen, usos, auto ecología, manejo, rendimiento y valor nutritivo.

5.3.1 *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth.

Figura 1. *Canavalia brasiliensis* en estado de floración (a) y en estado vegetativo (b).



Nombres comunes: frijol espada.

Origen: centro y Sur América.

Usos potenciales: abono verde, cobertura, forraje, concentrado, componente en barbecho mejorado.

Consideraciones agronómicas: tolerante a sequía, sombra y suelos infértiles.

Descripción: leguminosa herbácea anual a perenne, enredadera a postrada. Ciclo de cultivo 8 meses, flores vistosas de color blanco, morado o morado violeta a azul. Vaina oblonga, glabrescente, color café, de 12 cm de larga por 10 mm de ancho y con alrededor de 12 semillas de color café claro.

Adaptación: precipitación alrededor de 1000 mm, se adapta a suelos arcillosos como arenosos de baja fertilidad y desde ácidos hasta alcalinos con pH de 4.3-8.0.

Establecimiento: para abono verde y/o cobertura se siembra al voleo o en surcos de 50 cm de distancia y 20 cm dentro del surco (50 kg de semilla ha). Para producción de semillas se siembra en surcos a 1 m de distancia y 20 cm entre plantas (20-30 kg/ha), profundidad de siembra 2-5 cm y escarificada.

Manejo: el manejo depende del uso, como abono verde se puede incorporar a partir de 3-5 meses, como rastrojo se puede usar en el tiempo oportuno durante la época seca. También puede ser usada como componente en barbecho mejorado.

Problemas: planta huésped de la mosca blanca.

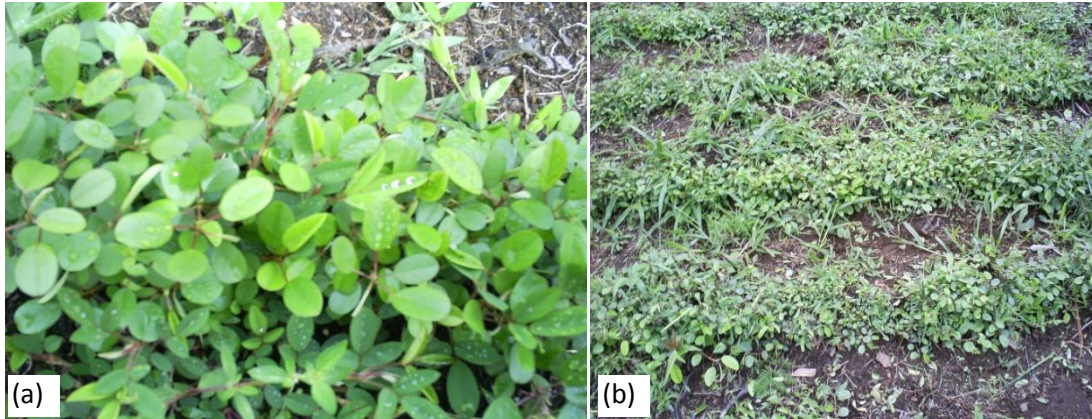
Productividad, calidad de suelo y animal: establecimiento moderadamente rápido, crecimiento productivo alto, produce 5-10 ton MS/ha/año. Mejora la fertilidad del suelo.

Valor nutritivo: proteína en el follaje 15%. Proteína cruda en el grano 20-28%, con altos contenido de lisina.

5.3.2 *Desmodium heterocarpon*.

La descripción de esta especie se hace a partir de la publicación de (Pérez et al, 2002).

Figura 2. Plantación de *Desmodium heterocarpon* en fase de producción (a) y parcela experimental en (b).



Nombres comunes: desmodium ovalifolium, desmodium, desmodio.

Origen: sureste asiático

Usos potenciales: permite un alto reciclaje de nutrientes y una buena capacidad para controlar la erosión, como lo demuestran los estudios de Suárez (1992). Se puede utilizar como abono verde y barbecho mejorado.

Descripción: son plantas herbáceas, perennes de germinación epigea con hábito de crecimiento postrado y estolonífero, pueden alcanzar hasta 80 cm de altura. Tienen un sistema radicular con una gran cantidad de raicillas secundarias y terciarias, el tallo es cilíndrico y emite raíces en los nudos inferiores que se encuentran separados entre 5 y 10 cm; las hojas en su estado inicial son unifoliadas y luego trifoliadas, los folíolos son ovalados a ovalados-acuminados, con el folíolo central más largo que los laterales, glabros y brillantes en la superficie dorsal, de color verde oscuro; las inflorescencias son compactas, con flores en racimo de color púrpura a rosado intenso que se vuelven azulados al completar la apertura. Produce vainas densamente pubescentes, el fruto es un lomento dehiscente con 2 a 8 artejos cuadrados de 2.5 a 3 mm de largo con una semilla cada uno; la semilla es pequeña de color amarillo o marrón (Grof, 1982; Schultze-Kraft y Benavides 1988)

Adaptación: se adapta bien a un amplio rango de sitios en Colombia, localizados entre 0 y 1300 msnm, pero prefiere zonas bajas (menores a los 400 msnm) La planta crece y produce semillas en una gran diversidad de suelos, desde oxisoles de baja fertilidad en las Sabanas y el Piedemonte de los Llanos Orientales y la Amazonia hasta ultisoles en laderas de Cauca y la Zona Cafetera (Schmidt y

Schultze-Kraft, 1997). En cuanto a suelos el pH óptimo está entre 4 y 7 y tolera inundaciones de corta duración. Se comporta bien en la sombra pero presenta una lenta recuperación tras el contacto con fuego.

Establecimiento: las prácticas agronómicas para su instalación dependen del uso (pastura o cobertura del suelo) y de las características, tipo del suelo donde se cultive.

La cantidad de semilla por hectárea de esta especie recomendada con siembras asociadas con gramíneas es de 0.5 kg. La profundidad de siembra no debe exceder 1 cm.

Cuando se utiliza material vegetativo se necesita de 50 m² de semillero para cubrir una hectárea. Cuando se utilizan densidades de siembra muy altas (mayores a 2 kg/ ha de semilla) tiende a ser dominante sobre las pasturas asociadas.

Manejo: es importante mencionar que pueden ocurrir ataques de hormigas (*Atta sp.* y *Acromyrmex sp.*) y grillos (*Grillidae sp.* y *Agrotis sp.*). El control de estas plagas debe estar acompañado por un manejo oportuno de las malezas y un pastoreo controlado cuando la especie se utiliza para mejorar pasturas.

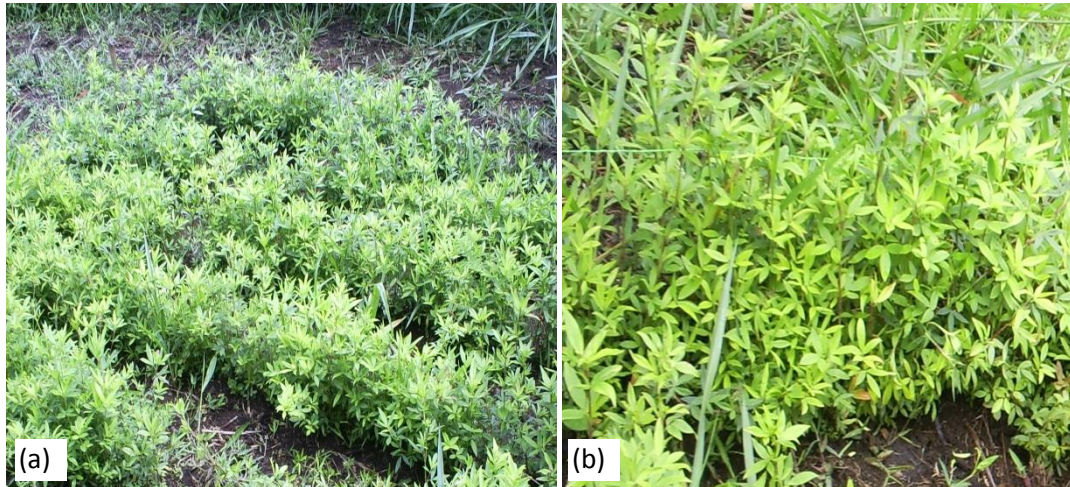
Problemas: durante la fase de establecimiento ocasionalmente pueden ocurrir ataques de hormigas y grillos, que normalmente no alcanzan a producir daños de importancia en el cultivo. Por el contrario, enfermedades como la falsa roya (*Synchytrium desmodii*) y los ataques del nematodo de la agalla del tallo (*Pterotylenchus cecidigenus*) y el nudo de la raíz (*Meloidogyne sp.*) puede causar daños severos (Lenné, 1981, 1985). Sin embargo, la alta producción de semillas de *D. ovalifolium*, se acumula en el suelo, favorece su rápida recuperación.

Productividad, calidad de suelo y animal: la producción de materia seca en esta especie depende de las condiciones del clima y suelo de la zona o región de donde se cultive. Los rendimientos en biomasa son mayores en zonas con alta precipitación y en suelos franco-arcillosos de mediana fertilidad, que en suelos franco-arenosos de mediana a baja fertilidad.

Valor nutritivo: tiene un valor nutritivo moderado en comparación con otras leguminosas forrajeras tropicales. El contenido de PC varía entre 11% - 20%, aunque su digestibilidad es baja, varía entre 40% y 50%. El valor nutritivo de esta leguminosa está relacionado con altos contenidos de taninos, que afectan la degradabilidad de la proteína a nivel ruminal, la digestibilidad de la materia seca y el consumo.

5.3.3 *Stylosanthes capitata*

Figura 3. Cultivo de *Stylosanthes capitata* en floración (a) y en fase de producción (b).



Nombres comunes: Alfalfa criolla

Origen: esta leguminosa es originaria de Suramérica y ha sido encontrada específicamente en los llanos orientales de Venezuela y en los cerrados de Brasil.

Manejo y utilización: el manejo de la alfalfa criolla, especialmente asociada, deber ser cuidadoso para asegurar su persistencia, durante la época de establecimiento en asociación con gramíneas de porte alto como el *Andropogon gayanus*, se recomiendan pastoreos ligeros con carga animal baja, para que consuman la gramínea y disminuyan el efecto de la sombra, una pastura bien establecida se puede usar bajo pastoreo continuo, pero también se recomienda el uso de pastoreo rotativo o alterno, se puede llegar a manejar hasta dos animales por hectárea en época de lluvias y reducirla a la mitad, en la época seca.

Descripción morfológica: especie semi-perenne, de tallos erectos, cilíndricos y ramificados, su enraizamiento es profundo, con abundantes raíces laterales muy finas, donde se forman con frecuencia los nódulos, flores pequeñas de color amarillo brillante, las cuales se agrupan en inflorescencias en forma de cabezuelas terminales; la alfalfa criolla proviene de la mezcla de cinco ecotipos seleccionados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (*Stylosanthes capitata* CIAT 1315, 1318, 1342, 1693 y 1728).

Adaptación: es tolerante a la sequía y ha demostrado ser resistente a la quema, por lo menos al comienzo del período lluvioso y cuando es un fuego rápido, muestra poca tolerancia a los suelos de pH alcalino con altos niveles de calcio.

Siembra: se usan de dos a tres kg/ha de semilla escarificada, si es semilla no escarificada se debe emplear una cantidad de cuatro a seis kg/ha; procurar que no quede muy profunda, tapándola ligeramente, dependiendo de la utilidad dentro del predio, se puede sembrar sola o asociada con una gramínea.

La primera forma puede hacerse al voleo o en surcos separados a 50 cm y a chorro corrido dentro del surco, es muy conveniente para producir semilla y para ser usada en forma estratégica como banco de proteína.

La siembra asociada con gramíneas es lo que se recomienda; se puede sembrar una mezcla de las dos especies, procurando realizar una distribución uniforme de las semillas. Otra forma de sembrar en asociación es por medio de hileras alternas con la gramínea.

Producción de forraje: en cultivos no asociados, bajo condiciones de corte, en suelos bien drenados, se han obtenido rendimientos de 1,5 a 2 ton/ha de materia seca (MS) por corte, en el período o época lluviosa y 200 a 300 kg/ha en la época seca, para un período de crecimiento de nueve semanas.

En asociación con pasto sabanero (*Andropogon gayanus*) y bajo pastoreo, con períodos razonables de descanso, la producción anual de materia seca obtenida en diversos ensayos ha variado entre dos y tres toneladas por hectárea.

Producción de semilla: la semilla puede mantener viabilidad por más de un año si se le trata con fungicidas e insecticidas y se almacena en condiciones adecuadas, las semillas no escarificadas presentan menor porcentaje de germinación por dureza en la cubierta, y los rendimientos varían entre 75 y 300 kg/ha de semilla en legumbres para la cosecha mecánica, pero estos pueden aumentar hasta en un 50% cuando se hace manualmente, obteniendo una pureza de 98% después de trillada y una germinación de 55%, la cual aumenta si se escarifica con ácido sulfúrico.

Producción animal: en general esta planta es muy apetecida, en asociación con *Andropogon gayanus* y bajo pastoreo continuo, con cargas de uno y dos animales por hectárea para las épocas de sequía y lluvias, respectivamente, se han obtenido ganancias anuales de 170 y 200 kg de peso animal/ha, lo cual representa un aumento por animal de 50% cuando se le compara con la producción en la gramínea pura. No se le conoce efecto tóxico sobre las especies animales rumiantes y no rumiantes que la consumen.

Con la asociación se tiene la ventaja de aprovechar la fijación del nitrógeno por la gramínea y se mejora la oferta del forraje, en calidad y cantidad, cuando se le ha asociado con *Andropogon gayanus*, se ha encontrado que el contenido de proteína de esta gramínea se ha elevado en 1 a 2%, comparándola con la

gramínea sola; También se ha observado que los animales que pastorean en esta asociación acortan la edad al primer parto, así como los intervalos entre partos.

Plagas y enfermedades: la alfalfa criolla es resistente al ataque del barrenador del tallo (*Caloptilia sp.*), que afecta severamente a otros *Stylosanthes*. También es moderadamente resistente al perforador de botones (*Stegasta bosquella*), que causa reducción en la producción de semilla, durante la floración es atacada por chinches vaneadores; además, se ha observado que es muy tolerante a la antracnosis (*Colletotrichum spp.*), enfermedad muy común que ataca a especies del género *Stylosanthes*.

Valor nutritivo: Por tratarse de una leguminosa, la alfalfa criolla tiene un valor nutritivo mayor que cualquier gramínea adaptada a nuestras condiciones climáticas, gracias a su alto contenido de proteína y algunos minerales.

Experiencias en Colombia y Venezuela han permitido establecer valores de 12 a 18% de proteína cruda, con una digestibilidad que varía de 55 a 60%, su contenido de fósforo varía entre 0,12 - 0,18% y el calcio entre 0,90 - 1,0%. Las inflorescencias poseen un valor casi tan alto como las hojas y son muy consumidas por el ganado en la época seca.

5.3.4 *Stylosanthes guianensis*

Figura 4. Cultivo de *Stylosanthes guianensis* en fase de producción (a) y en estado de floración (b).



Nombres comunes: Stylo, stylosanthes.

Origen: América, África y Asia.

Uso potenciales: pastoreo, corte y acarreo, heno, banco de proteína, barbecho, concentrado.

Consideraciones agronómicas: poca persistencia a cortes frecuentes y pastoreo, susceptible a antracnosis.

Descripción: planta herbácea perenne, sistema radicular poderoso; tallos delgados y glabros, altura hasta 1.5 m; hojas trifoliadas, flores pequeñas y amarillas, vainas con una sola semilla de color amarillo y pardo.

Adaptación: se adapta bien a diferentes suelos, pero prefiere suelos de baja fertilidad y ácidos, bien drenados, pH de 3.5 a 6.5; tolera fuego y sequía, permanece verde por un tiempo largo, pero no tolera humedad excesiva, es eficiente en la extracción de fósforo.

Establecimiento: se siembra a una profundidad de 1 a 2 cm, en surcos o al voleo, con una tasa de siembra de 3 a 5 kg de semilla escarificada por ha. La recomendación de fertilización depende del análisis de suelo. Se recomienda aplicar fósforo en el momento de la siembra, los demás elementos se deben aplicar a los dos meses. Cada año se debe aplicar el 50% de las dosis como mantenimiento en la época de lluvia; se adapta bien en asociación con gramíneas de porte erecto como los *Panicum*, *Hyparrhenia* y *Andropogon*, no se comporta bien en asociación con especies estoloníferas tipo *Brachiaria*.

Manejo: soporta bien el pastoreo continuo y rotacional cuando se asocia con gramíneas de porte erecto, en siembra no asociada (banco de proteína) no resiste pastoreos muy fuertes. No es muy persistente y se debe resembrar cada 3 a 4 años, funciona bien en sistemas de rotación de cultivos. No tolera mucha sombra y pisoteo, tolera sequía y fuego; si se usa como heno, se debe rozar el Stylo ligeramente en el primer año, después cada seis a ocho semanas, promoviendo rebrotes. En China se utiliza para hacer concentrado y harina de las hojas.

Problemas: poca persistencia, susceptibilidad a antracnosis. No tolera bien el pisoteo y cortes frecuentes. La asociación con gramíneas es limitada a gramíneas de porte erecto, se vuelve leñoso y quebradizo.

Productividad, calidad de suelo y animal: produce entre 5 - 10 ton de MS/ha por año. En praderas en asociación con *Stylosanthes* se pueden tener ganancias de 181kg/animal/año en contraste con una pastura de gramínea sola, que se obtiene solo una ganancia de 83kg/ha y además, un mejoramiento en la capacidad de carga del 50%, lo cual triplica la producción por ha por año. Mejora la calidad de los suelos cuando se hace rotación con cultivos.

Producción de semilla: los rendimientos obtenidos van de 100 a 200 kg ha⁻¹, se debe escarificar para romper la dormancia y la testa, con una germinación mínima de 40%.

Valor nutritivo: proteína 8-15%; digestibilidad 48 a 59%.

5.3.5 *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Figura 5. Cultivo de *Vigna unguiculata* parcelas experimentales en (a) y (b).



Nombres comunes: caupí, poroto arroz, poroto tape, cowpea, black-eyed-pea, cabecita negra, frijol Castilla, frijol.

Origen: África.

Cultivares y accesiones: Verde Brasil, Sinú.

Descripción: es una planta herbácea, anual; de tipos de crecimiento determinado o indeterminado; con hábitos de crecimiento erectos, semi-erectos, postrados, semi-postrados, o trepadores. La germinación es epigea. Tiene hojas compuestas por tres folíolos (aunque el primer par de hojas es simple y opuesto), de forma globosa, sub-globosa, hastada o sub-hastada, de unos 10 a 25 cm de longitud y de unos 7 a 15 cm de ancho, con bordes simples. Las flores están en racimos sobre pedúnculos bastante largos, son de color violáceo, amarillo, rojizo o blanco, contienen varias semillas de diferente tamaño y color según la población o variedad de la planta.

Adaptación: la temperatura mínima de crecimiento para este cultivo es de 10 °C, es muy susceptible a las heladas y puede detener su crecimiento con temperaturas mayores a 35 °C, siendo su temperatura óptima de desarrollo los 28 °C, es bastante tolerante a la sequía y puede requerir entre 300 y 500 mm de lluvia durante todo su ciclo productivo, el cual se puede dividir en dos fases, vegetativa y

reproductiva, durando ambas fases alrededor de 45 días. La capacidad de competir del cultivo es baja, por lo que el control de malezas es clave en el período inicial de vida y hasta los 30 a 45 días después de la siembra. Esta leguminosa se adapta a una gran diversidad de suelos, con la sola excepción de los deficientemente drenados, ya que no tolera la inundación temporal de sus raíces. Puede tolerar un rango de pH que oscila entre 4,4 - 7,8 siendo el óptimo alrededor de 6,0.

Establecimiento: se hace en surcos de entre 80 – 90 cm, la distancia entre plantas es de 25 a 30 cm, con lo que se obtiene una densidad de siembra de 38.000 a 44.000 plantas por ha, para los materiales que actualmente se siembran. Esta densidad de siembra se consigue con alrededor de 8 a 10 kg/ha de semilla de buena calidad (90% de germinación y buen vigor). La profundidad de siembra varía entre 1 - 3cm, se puede sembrar asociado con cultivos de maíz o sorgo, tolerando una sombra moderada.

Manejo: crece bien sin fertilizante en buenos suelos, en suelos de fertilidad baja responde a fósforo y potasio; cuando se usa como abono verde se puede cortar e incorporar en zonas planas o en zonas de laderas antes de la floración, más o menos 8 – 10 semanas después de la siembra. Si hay cosecha de granos o de vainas verdes se puede incorporar o cortar el residuo, se adaptada a suelos ácidos.

Problemas: es hospedero de plagas de frijol, por lo cual es importante realizar un buen control de estas, el cuapí se recupera rápidamente; se debe poner atención si se va a producir semilla ya que en este momento la planta presenta una mayor succulencia.

Productividad, calidad de suelo y animal: tiene alta producción de biomasa en 2 a 4 meses; dependiendo del tipo de suelo, del clima, de la competencia con malezas y de la variedad, se puede producir entre 3 a 8 ton de MS/ha en este tiempo. Como alimentación humana se produce de 500 kg a 3 ton/ha de granos. Tiene un valor como abono verde para cultivos siguientes como el maíz, remplazando el equivalente a una aplicación de nitrógeno de 80/kg/ha, obteniendo aumentos en el rendimiento de grano de maíz hasta el doble comparado con el testigo no fertilizado con nitrógeno o 30% más que el testigo fertilizado con 80kg/ha de N.

Producción de semilla: produce abundantes flores y vainas, dependiendo de la variedad se producen cantidades altas de semilla obteniendo hasta 3 ton/ha.

Valor nutritivo: Proteína 14-21% para el follaje y 18-26% para semilla, digestibilidad de hoja >80%, alta palatabilidad.

Cosecha: en la primera cosecha usualmente se hacen dos pases, se inicia alrededor de los 70 a 90 días de la siembra, según época de siembra y el material utilizado; algunos materiales rebrotan y vuelven a florecer dando una nueva carga,

permitiendo una segunda cosecha alrededor de 20 a 40 días después de la primera. La cosecha se hace en forma manual, aunque hay variedades para cosecha mecánica. No se debe dejar las vainas en la planta por largo tiempo, pues si se presentan lluvias hay mayor probabilidad que se enfermen y pierdan mayor número de semillas.

El desgrane se puede hacer en forma manual o con trilladora estática, mientras que la clasificación por tamaño se hace con una máquina clasificadora común. Alrededor del 70 al 75% del peso del fruto corresponde a semilla y 25% restante al pericarpio vacío. Dependiendo del tipo de material o población, las 100 semillas pueden pesar entre ocho 8 y 35 gramos.

Consideraciones agronómicas: crecimiento rápido, muy alto valor nutritivo (digestibilidad), muy sensible a plagas de grano en el campo y poscosecha.

Usos potenciales: abono verde, cobertura, heno, ensilaje, concentrado, corte y acarreo, alimentación humana.

5.3.6 *Lablab purpureus* (L.) Sweet.

Figura 6. Cultivo de *Lablab purpureus* en estado de floración.



Nombres comunes: rongai dolichos, frijol caballero, frijol de adorno, frijol jacinto, chiharros.

Origen: nordeste de la India.

Cultivares y accesiones: Rongai, Highworth, Koala, Endurance.

Descripción: planta herbácea voluble, anual o bianual, en casos raros perenne; tallos tipo rastrero o semi-erectos; hojas grandes trifoliadas y vigorosas, las flores son en racimo de color blanca o violáceo, vainas cortas de 3 a 4 cm y semillas de varios colores (blanco, marrón, crema, rojo, negro, jaspeadas) y presentan de 2 a

6 semillas por vaina. Algunas accesiones se diferencian entre sí por el color de las hojas y tallos.

Adaptación: tiene un rango alto de adaptación a diferentes suelos y climas, desde suelos francos a pesados y bien drenados, pH de 4.5 a 8.0, tolera sequías prolongadas pero se defolia; no tolera regiones inundadas y presenta poca o nula recuperación frente a las quemadas controladas, pero puede soportar bajas temperaturas por cortos periodos de tiempo, es más tolerante al frío que el Mucuna y el caupí.

Establecimiento: se puede sembrar por sistema tradicional de forma directa a una distancia entre surcos de 80 a 120 cm y de 30 a 50 cm entre plantas, equivalente a una tasa de siembra de 15 a 20 kg/ha, si se realiza al voleo se utilizan 30 kg/ha; en general, tiene una alta germinación entre 75 - 90%. Usualmente se siembra intercalado con cultivos de maíz y su profundidad de siembra puede variar entre 1 – 3 cm.

Manejo: crece bien sin fertilizantes en suelos de mediana a buena fertilidad, pero es importante hacer un control sobre las malezas durante la fase de establecimiento para evitar así la competencia. Cuando se usa como forraje o abono verde se utiliza antes de la floración y no se corta a ras. En contraste con el Caupí, es más persistente y se puede obtener de 3 a 4 cosechas por año, pero al inicio su establecimiento es más lento; es tolerante al pastoreo, tiene mayor producción de materia seca y está mejor adaptado a suelos neutros o alcalinos.

Problemas: puede sufrir fuertes ataques de crisomélidos en épocas de transición invierno-verano y es hospedero de las plagas del frijol, pero se recupera rápidamente. Algunas variedades son tardías en producir semillas; es utilizada para consumo humano, se debe remojar y cocinar bien, para destruir los componentes tóxicos. Las variedades de semillas oscuras tienen un nivel más alto de toxinas.

Productividad, calidad de suelo y animal: tiene producción alta de biomasa a los 3 a 6 meses después de la siembra, dependiendo del tipo del suelo, del clima y de la variedad. Alcanza a producir entre 4 a 10 ton de MS/ha en este tiempo. Para consumo humano se produce de 2 a 7 ton/ha de vainas verdes y 500 kg/ha de semillas en mezcla con otros cultivos y 1.5 a 2.5 ton/ha en monocultivo. Las semillas tienen contenidos de vitamina A, B y C; tiene alta palatabilidad y mejora la producción de leche, produciendo de 9 a 13 Lt animal/día.

Producción de semilla: la mayoría de variedades presentan una floración intermitente, la madurez de la semilla no es uniforme y su cosecha es similar a la del frijol, las vainas se cosechan cuando estén secas y las semillas deben secarse a un 12% de humedad.

Calidad nutritiva y palatabilidad: esta leguminosa es de excelente calidad y por lo tanto mejora la producción de leche. El contenido promedio de proteína es de 20% en el follaje y en el grano está entre 20 y 28%; la digestibilidad del follaje está por encima del 70% y presenta una elevada palatabilidad, además el grano tiene altos contenidos de vitaminas A, B y C.

Consideraciones agronómicas: existen accesiones perennes (Endurance), muy sensible a plagas de grano en el campo y pos cosecha.

Usos potenciales: abono verde, harinas de hojas, cobertura, heno, ensilaje, concentrado, corte y acarreo, pastoreo, alimentación humana, medicina.

6. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN

6.1.1 Macro localización. El Departamento de Cauca está situado en el suroeste del país entre las regiones andina y pacífica; localizado entre los $00^{\circ}58'54''$ y $03^{\circ}19'04''$ de latitud norte y los $75^{\circ}47'36''$ y $77^{\circ}57'05''$ de longitud oeste, su capital es Popayán, y tiene una superficie de 29.308 km² que es aproximadamente el 2 % del territorio nacional. Limita al norte con los departamentos del Valle del Cauca y Tolima, al oriente con los departamentos de Huila y Caquetá, al sur con los departamentos de Putumayo y Nariño, y al occidente con el océano Pacífico.

6.1.2 Micro localización. El corregimiento de El Tablón está localizado a 21 km al occidente de la ciudad capital y dentro del municipio de Popayán, sobre la cuenca de los ríos Cauca y río Hondo, con un área de 514.15 ha. Presenta los siguientes límites: Al norte con el corregimiento del Charco, al sur - occidente con el corregimiento de la Yunga y al oriente con el corregimiento de La Meseta.

La finca el carrizal donde se estableció el diseño en campo se ubica dentro de las coordenadas Norte $02^{\circ} 29' 21.4''$ y Este $76^{\circ} 43' 13''$. Con una altura sobre el nivel del mar de 1711 m.

6.2 MANEJO AGRONÓMICO

Se inició con un análisis de suelo para el cual se tomaron 3 muestras dentro del lote y se homogenizaron para obtener la muestra que se llevó al laboratorio de la Secretaría de Agricultura de la ciudad de Popayán para análisis. La preparación del terreno se realizó de manera manual con azadón. De acuerdo al análisis de suelos (Anexo A), se aplicó cal dolomítica en una proporción de 300 kg/ha. Una vez lista la adecuación del terreno (Figura 7) se procedió a realizar el trazado de los bloques y las parcelas experimentales. Se realizó la siembra de la semilla suministrada por el Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca de acuerdo a la distribución al azar de las especies; a los dos meses se efectuó una aplicación de 350 kg/ha de 15:15:15 con el fin de mejorar las condiciones químicas del suelo para el establecimiento de las especies. A los 45 días se hizo un control de malezas y posteriormente se hicieron otros

tres controles con espacio de cinco semanas entre cada una de ellos. El mismo día de la primera limpieza se realizó una aplicación de 450 kg/ha de aboniza con el fin de beneficiar la etapa de producción; a los ocho días siguientes se aplicó 300 Kg/ha de cal dolomítica (35% de carbonato de magnesio y 57% de carbonato de calcio) y 357 Kg/ha de 15:30:15:1. Durante la fase de producción se realizaron dos cortes de estandarización el primero a los 187 días de la siembra y otro a los 53 días posteriores.

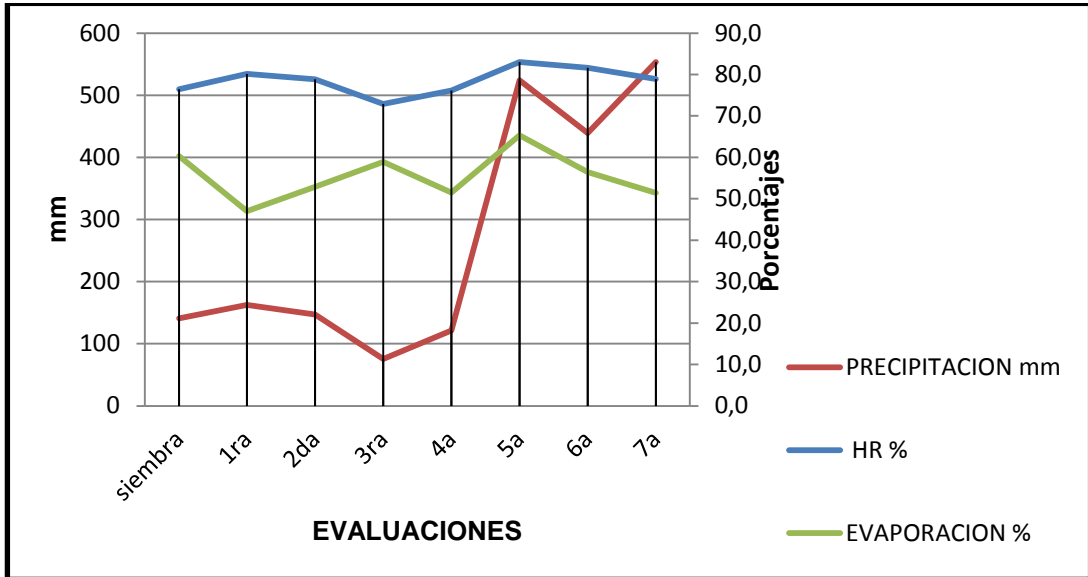
Figura 7. Adecuación del terreno (a) limpieza y (b) nivelación



6.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

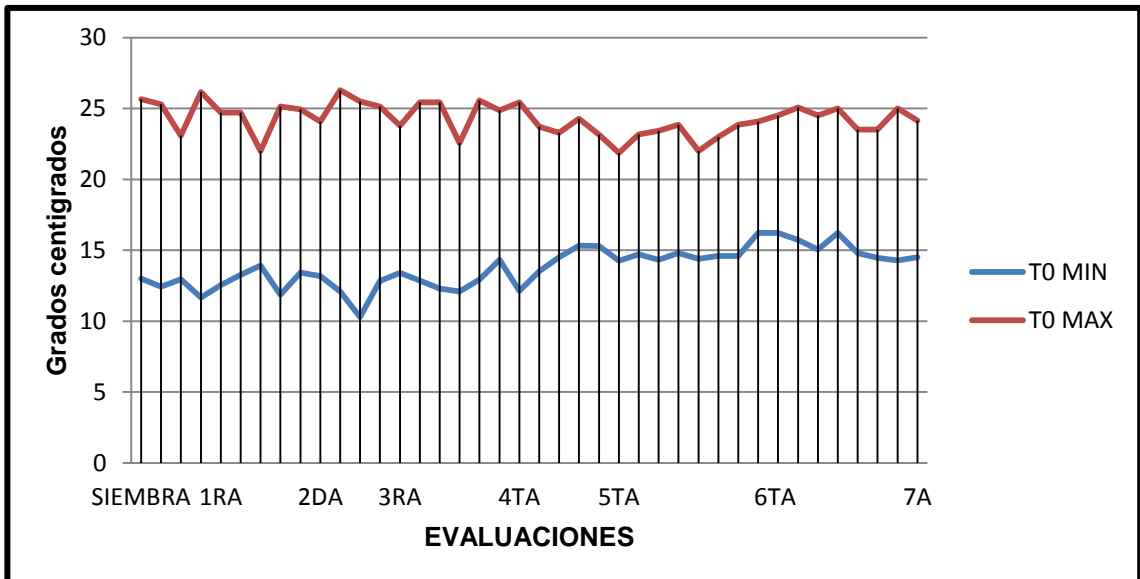
La finca en la cual se estableció el diseño de campo está ubicada a una altitud de 1711 msnm. Para esta zona la temperatura promedio durante los meses correspondientes al ensayo fué de 13.77°C para mínimas y 24.25°C para máximas (Figura 8.). Durante el mismo periodo se registró una precipitación acumulada de 2023.4 mm, con una precipitación media anual de 1850.3 mm. Las precipitaciones más bajas se presentaron entre la segunda y cuarta evaluación. Durante la cuarta y quinta evaluación se dió un aumento significativo en los rangos de precipitación y finalmente los datos más altos se evidenciaron semanas antes de concluir el trabajo de campo (Figura 9).

Figura 8. Precipitación, humedad relativa y evaporación



Fuente: Estación meteorológica aeropuerto de la ciudad de Popayán, 2010

Figura 9. Rangos de temperaturas máximas y mínimas



Fuente: Estación meteorológica aeropuerto de la ciudad de Popayán, 2010

6.4 MATERIAL EXPERIMENTAL

Las semillas utilizadas para el establecimiento de las leguminosas, que se incluyeron dentro de la evaluación agronómica, fueron suministradas por el Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca (tabla 1).

Tabla 1. Material experimental

ESPECIES	ORIGEN	ACCESIÓN
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Banco de germoplasma del CIAT	17009
<i>Desmodium heterocarpon</i>	Banco de germoplasma del CIAT	13651
<i>Stylosanthes capitata</i>	BRS Campo grande	0100/2009 (lote)
<i>Vigna unguiculata</i>	Banco de germoplasma del CIAT	4555
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Banco de germoplasma del CIAT	11995
<i>Lablab purpureus</i>	Banco de germoplasma del CIAT	21603

Fuente: Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca, 2010

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El proyecto se planteó bajo un diseño en bloques completamente al azar, donde se estudiaron seis variedades con tres repeticiones cada una, lo que significa 3 bloques con seis tratamientos. Los cuales fueron distribuidos según la pendiente del terreno. Cada parcela experimental contó con un área de 9 m², para el manejo se dejó un espacio de 0.5 m entre parcela. Finalmente se realizó el sorteo para la designación de las diferentes especies dentro de las parcelas y se establecieron los cultivos acorde a los resultados de este.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico descriptivo se realizará ANOVA y prueba de significancia de Duncan, utilizando el software SAS V9, igualmente se analizaron los datos por medio de estadística descriptiva, medidas de tendencia central y de dispersión. El modelo estadístico se representa en la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: Variable respuesta de tratamientos con j repeticiones.

u: Efecto de la media general.

T_i: Efecto de los tratamientos.

B_j: Efecto del bloque.

E_{ij}: Efecto del error experimental.

6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para procesar los datos se procedió a ingresarlos en tablas de Excel; creando así una base de datos la cual fué analizada y procesada por medio del paquete estadístico SAS V 9.0. Esto con el fin de identificar diferencias significativas entre bloques y tratamientos para cada una de las variables en estudio; además de las correlaciones existentes entre las variables.

En cuanto al análisis de varianza ANOVA se realizó entre bloques y tratamientos para cada una de las variables, con el fin de determinar si existían diferencias en cuanto al comportamiento de los tratamientos entre si y de acuerdo a la ubicación de cada uno de ellos en los diferentes bloques.

En caso de que los resultados de la ANOVA arrojaran que $Pr > F (0.05)$ para la variable independiente. Se procedió a realizar una prueba de rango múltiple de Duncan para establecer el comportamiento de cada uno de los tratamientos con respecto a los demás con relación a la variable analizada.

Para establecer los niveles de correlación entre las variables evaluadas durante el ensayo, se realizó una prueba de Person. El rango de relación se manejo de -1 a 1; en caso de que la correlación se acercara a -1 se estableció que la correlación era inversa y en caso de que se acercara a 1 la correlación era directa.

6.8 SIEMBRA

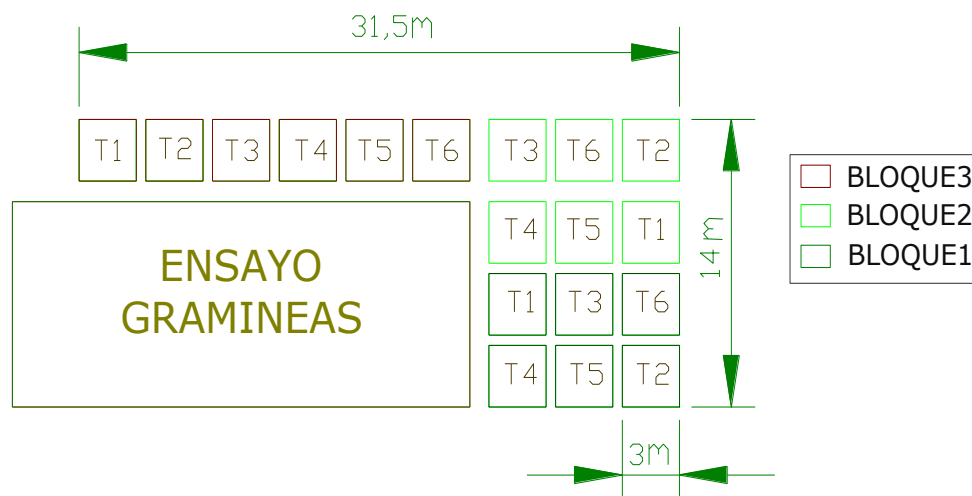
Una vez preparado el terreno se llevo a cabo la siembra; se utilizó la semilla proporcionada por el Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca (Tabla 1). En primer lugar se procedió a realizar la división de las parcelas, una vez establecida la ubicación de cada tratamiento dentro del diseño (Figura 11) se efectuó el trazado de los surcos dentro de cada parcela experimental. Posteriormente se distribuyó la semilla en cada surco respetando las densidades de siembra adecuadas para cada una de las especies en estudio (Figura 10).

Figura 10. Establecimiento de las parcelas experimentales, siembra *Canavalia brasiliensis*.



6.9 DISEÑO DE SIEMBRA

Figura 11. Diagrama de campo para la siembra



Donde:

T1 *Vigna unguiculata*

T2 *Canavalia brasiliensis*

T3 *Stylosanthes guianensis*

T4 *Stylosanthes capitata*

T5 *Desmodium heterocarpon*

T6 *Lablab purpureus*

6.10 ÉPOCA DE ESTABLECIMIENTO

En el transcurso de esta fase del ensayo se realizaron cuatro evaluaciones, la primera evaluación se realizó a los 37 días posteriores a la siembra, la segunda a los 67 días, la tercera a los 96 días y finalmente una cuarta evaluación a los 139 días. En cada una de ellas se evaluaron las variables vigor, cobertura, altura, presencia de malezas, presencia de plagas y enfermedades, producción de flores y cuajamiento de vainas. Al final de esta fase se realizó una resiembra de las parcelas de *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata*, debido a que la población era muy baja para iniciar las evaluaciones de producción.

6.11 CORTES DE ESTANDARIZACIÓN

Los cortes de estandarización se hicieron después de cada evaluación de producción. En cada una de estas evaluaciones se observaron las mismas variables que en la fase de establecimiento, adicionalmente se realizó un aforo con el fin de determinar la cantidad de biomasa producida por metro cuadrado de cada una de las especies. La primera evaluación de producción se realizó a los 176 días de la siembra en esta no se evaluaron los tratamientos seis y uno correspondientes a *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata*, debido a su lento desarrollo posterior a la resiembra. 11 días después se realizó el corte de estandarización para todos los tratamientos (Figura 12). La segunda evaluación se realizó a los 235 días. Al día siguiente se realizó el corte de estandarización y la tercera evaluación a los 277 días en esta ocasión tampoco fueron evaluados los tratamientos uno y seis por desaparición del cultivo.

Figura 12. Aforo *Canavalia brasiliensis* (a) y aforo *St. guianensis* (b)



6.12 VARIABLES EVALUADAS

Durante el ensayo se realizaron cuatro evaluaciones en fase de establecimiento y tres evaluaciones en fase de producción.

6.12.1 Vigor. La variable vigor se mide con el objetivo de saber si las especies establecidas en una zona se adecuan a las condiciones edafoclimáticas de esta, esto debido a que la variable vigor toma en cuenta el crecimiento y desarrollo de la planta, el grosor del tallo y la cantidad de hojas producidas, además de la presencia o ausencia de clorosis.

Para medir el vigor de las plantas se utilizó una escala del 1 - 5, en donde:

1. Es la planta más raquílica, clorítica y con poca presencia de hojas.
2. Planta raquílica o clorítica, con poca presencia de hojas.
3. Planta sin raquitismo o clorosis con poca presencia de hojas.
4. Planta con regular desarrollo y presencia de hojas.
5. Planta con presencia de mayor desarrollo, sin clorosis y abundante presencia de hojas. (Gonzales y Chow 2008)

6.12.2 Cobertura. Las leguminosas tienen la característica de cubrir el suelo en un tiempo relativamente corto, llegando a obstaculizar de manera significativa el desarrollo normal de las malezas. Además la cobertura nos indica si éste se adecua a las condiciones edafoclimáticas de la zona y si es capaz de competir (luz, agua, minerales, entre otros) con las malezas nativas de la zona. (Gonzales y Chow 2008)

Se debe registrar en porcentaje por m². Durante el establecimiento se mide a las 8, 12 y 16 semanas después de la siembra; durante la producción se mide de acuerdo con los periodos predeterminados de crecimiento (6, 12 semanas) en las épocas de máxima y mínima precipitación. (Toledo J, 1982).

6.12.3 Altura de Plantas. Siendo la altura un componente morfoestructural de las plantas que ayuda a determinar su estado fenológico (vegetativo o reproductivo), además con su determinación se puede estimar la producción de biomasa.

Para determinar la altura de las plantas se utilizó la cinta métrica, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice o la curvatura de la última hoja. (Gonzales y Chow 2008)

6.12.4 Incidencia de malezas. Esta variable es una complementación de la anterior, ya que el porcentaje de cobertura que las malezas ejercen sobre una especie forrajera, nos indica si esta especie es viable o no en la zona, es decir si es capaz de competir con las malezas que se encuentran presentes en los potreros de los productores ganaderos. (Gonzales y Chow 2008)

Medida como el porcentaje en área cubierta por malezas en el momento de las evaluaciones. (Toledo J, 1982).

6.12.5 Área descubierta. Esta variable nos sirve para conocer el porcentaje de suelo que no logra cubrir el pasto establecido y las malezas presentes. Se registrará en porcentaje por m². (Toledo J, 1982).

6.12.6 Presencia de plagas. Esta variable se mide para saber que tan resistentes o susceptibles son las accesiones sometidas al estudio de las plagas presentes en la zona, con esto se sabe si a un productor le es factible, económicamente, establecer una leguminosa en sus potreros, ya que aunque una especie sea excelente productora de biomasa, se debe tomar en cuenta si es una leguminosa susceptible a las plagas presentes en la zona. (Gonzales y Chow 2008)

Para la evaluación del daño causado por insectos comedores de follaje, la evaluación del daño se hace en una escala de 1 a 4, así:

1. Presencia de algunos insectos: la parcela no presenta áreas foliares consumidas.
2. Daño leve: se observa en la parcela de 1 a 10% del follaje consumido.
3. Daño moderado: el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20 %.
4. Ataque grave: más del 20 % del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto. (Toledo, J. 1982)

6.12.7 Presencia de enfermedades. Esta variable, al igual que la anterior, es un indicador de susceptibilidad o resistencia de una planta. Al igual que la incidencia de plagas, el estudio de la variable incidencia de enfermedades se realiza para saber si la planta sometida a estudio le es factible al productor.

Las leguminosas son plantas que son atacadas por muchas enfermedades y más si están en zonas donde las condiciones climáticas no son estables, es decir que

hay muchos cambios en el clima (temperatura y precipitaciones). (Gonzales y Chow 2008)

“Se procedió a recorrer las parcelas entre las hileras 2 y 3 y tomar en cuenta solamente las enfermedades de las plantas en estas dos hileras. Se consideró plantas afectadas las que presentan síntomas y se califican de 1 a 4 así:

1. Presencia de la enfermedad: 5% de plantas afectadas.
2. Daño leve: 5-20 % de plantas afectadas.
3. Daño moderado: 20-40 % de plantas afectadas.
4. Daño severo o grave: más de 40 % de plantas afectadas”. (Toledo, J. 1982).

6.12.8 Porcentaje de flores y vainas. Para analizar esta variable se estableció el número de plantas en floración o con vainas con respecto al número total de plantas dentro de la parcela experimental. De acuerdo a esta proporción se estableció un porcentaje para floración y uno para cuajamiento de vainas.

6.12.9 Producción forrajera. Esta variable se evalúa para saber qué cantidad de biomasa provee cada una de las especies estudiadas y así saber la disponibilidad de biomasa seca que se puede obtener en 1 m² o bien en 1 ha de establecimiento.

Para evaluar la cantidad de materia seca disponible dentro de cada una de las especies en estudio se realizaron tres evaluaciones, donde se realizó un aforo con un marco de 0,25 m² el cual fué lanzado al azar dentro de cada parcela experimental; posteriormente se cortaba el forraje dentro del marco, se ponía en una bolsa de papel kraft, se pesaba para el dato de materia verde total (MVT) posteriormente se tomaba una submuestra de aproximadamente 200 gramos para el dato de materia verde submuestra (MVS); las submuestras de cada parcela experimental fueron llevadas a un horno con ventilación controlada por un periodo de 72 horas a 60°C. Paso siguiente se realizó un pesaje para determinar el peso de la muestra después de ser sometida a secado. Finalmente con estos datos se estimó el porcentaje de materia seca y la proporción en gramos de materia seca por metro cuadrado.

Fase establecimiento. El funcionamiento de una pastura varía de acuerdo al, clima, cultivo y a las necesidades del sistema de producción en la finca, por lo general se manejan periodos de dos a cinco años y, por lo tanto, los errores en su implantación difícilmente puedan ser corregidos durante la vida útil del cultivo. El período de establecimiento es decisivo para el éxito, longevidad y productividad de la pastura y va desde el momento de la siembra hasta el primer corte o pastoreo realizado por el animal.

El éxito en la fase de establecimiento está determinado por la buena preparación de los suelos, época optima de siembra y manejo inicial del cultivo, la adecuada aplicación de estos criterios generara una población uniforme en campo. Es importante tener en cuenta que aunque se tenga una buena preparación del terreno que permita reducir la población de plantas de crecimiento voluntario, es muy probable que estas aparezcan en el momento en el que el cultivo empieza a emerger y se conviertan en una seria limitante si no se hace un manejo sobre ellas; también es importante hacer una fertilización que garantice la disponibilidad de nutrientes en el suelo necesarios para el optimo desarrollo de las plantas.

Fase de producción. Una vez se realiza el primer pastoreo o corte el cultivo se empieza a manejar como un sistema productivo que deberá soportar las exigencias de manejo por parte del productor. La severidad y frecuencia de los cortes, así como la selectividad de los animales que van a pastoreo desempeñan un rol muy importante en la permanencia y productividad que exhibe una pradera.

Cabe destacar que la producción de un cultivo puede durar más de dos años por eso las labores de mantenimiento que se realizan durante esta difieren de las realizadas en establecimiento. Ya que para este momento las plantas se encuentran adaptadas a la zona y su desarrollo vegetativo esta completo, esto le da una mayor capacidad de competencia con las plantas de crecimiento voluntario y el control realizado sobre ellas es mínimo. Además, las fertilizaciones que se realizan durante esta fase son de mantenimiento, de igual manera las exigencias del cultivo cambian dado que está siendo sometido a condiciones de estrés características de la productividad, motivo por el cual es importante evaluar las características agronómicas durante la etapa productiva para determinar el comportamiento del cultivo bajo las nuevas condiciones de manejo.

7. RESULTADOS

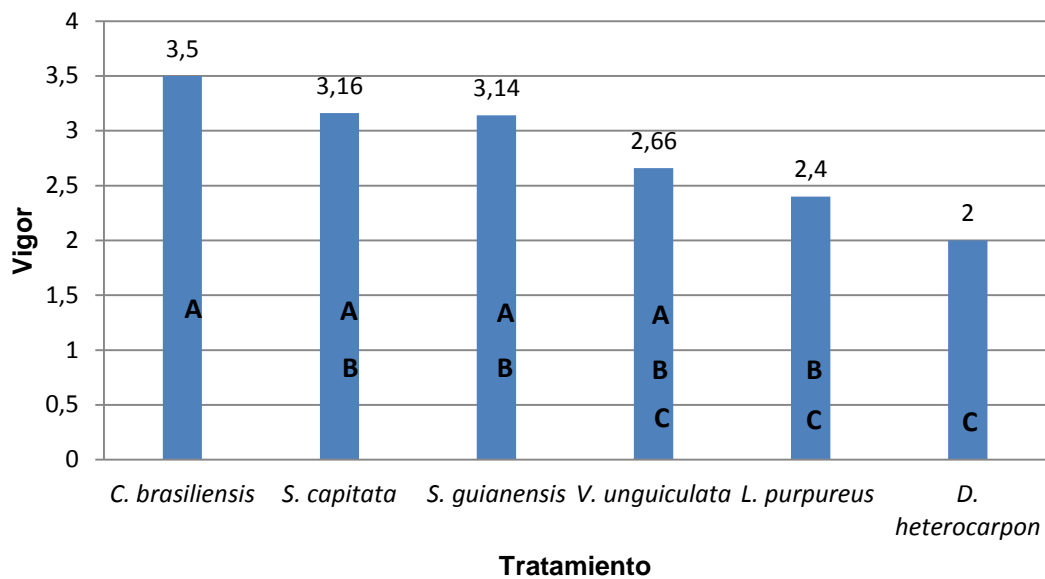
7.1 FASE DE ESTABLECIMIENTO

Al analizar los datos obtenidos en esta fase del ensayo y realizar las correspondientes pruebas de ANOVA (Anexo C) para cada una de las variables. Se encontró que no existieron diferencias estadísticas ($P=0.05$) en cuanto a los bloques que se manejaron en el modelo para ninguna de las variables evaluadas en lo concerniente a la etapa de establecimiento. Lo cual indica que la ubicación de cada repetición no evidenció efecto alguno en el comportamiento agronómico de las especies en las evaluaciones correspondientes a la fase de establecimiento.

7.1.1 Vigor. En cuanto al análisis de los datos correspondientes a esta variable por medio de la prueba ANOVA (Anexo C) se encontraron diferencias estadísticas ($P=0.05$) entre los tratamientos. Estas diferencias pueden atribuirse principalmente a que cada una de las especies en evaluación presentan diferentes requerimientos edafoclimáticos para su desarrollo (Sierra, 2005)

Al realizar la prueba de promedios DUNCAN (Figura 13), se encontró que *Canavalia brasiliensis* fué el tratamiento que presentó el mejor vigor (3.5), esto se pudo dar primordialmente a que durante la fase de establecimiento esta especie se adaptó favorablemente a los rangos de temperatura y precipitación (Figuras 9 y 10), además de que esta especie se establece convenientemente en diferentes tipos de suelos (Sierra, 2005). En un rango intermedio se encontraron *Stylosanthes capitata* (3.16), *Stylosanthes guianensis* (3.14), *Vigna unguiculata* (2.66) y *Lablab purpureus* (2.4) el comportamiento de los *stylosanthes* corresponde a la buena adaptabilidad que presentan estas dos especies en suelos con fertilidad baja a moderada (Hansen, 1994) como son las condiciones de los suelos de la finca El Carrizal (Anexo A). Los otros dos tratamientos exhibieron parámetros bajos que se atribuyen probablemente a la alta susceptibilidad a plagas y enfermedades que caracterizó a estas especies a lo largo del ensayo; lo que no permitió que su desarrollo vegetativo fuera óptimo. Finalmente *Desmodium heterocarpon* con el vigor más bajo (2) lo cual pudo ser ocasionado esencialmente por que es una leguminosa de establecimiento lento para esta zona ya que esta especie muestra una adaptación más rápida en alturas inferiores a los 400 msnm y debido a que su capacidad de competencia con malezas es relativamente baja (Schmidt y Schultze-Kraft, 1997).

Figura 13. Comportamientos de los tratamientos en la variable vigor en la fase de establecimiento



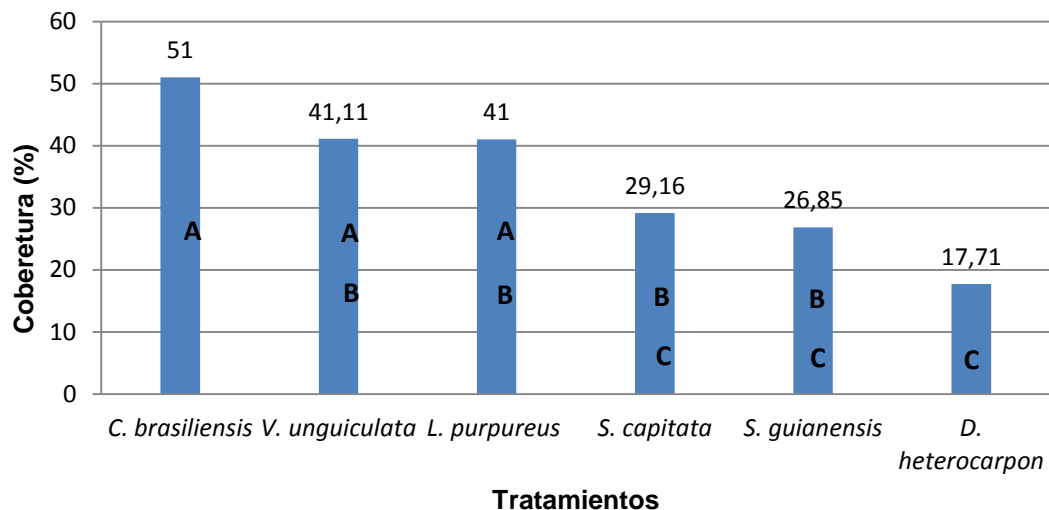
En los resultados obtenidos por Torres y Arcos (sin publicar) en los municipios de Rosas y La Sierra, Cauca, la *Canavalia brasiliensis* fué el tratamiento con mayor vigor (3.22) al igual que en la vereda El Tablón. El *Stylosanthes guianensis* y el *Lablab purpureus* (2.88 y 2.44) obtuvieron lugares intermedios de manera similar al presente estudio. La diferencia más evidente se manifiestan por parte de *Desmodium heterocarpon* el cual presentó un comportamiento diferente ya que se adaptó rápidamente a las condiciones de la zona destacándose entre los mejores tratamientos.

En los resultados obtenidos por Sánchez (2006), en el municipio de San Isidro, Matagalpa, las especies *Canavalia brasiliensis* y *Vigna unguiculata* presentaron un vigor de 4.75 y 4.63, respectivamente, los cuales difieren de los obtenidos en El Tablón, debido a que estas especies en especial caupí se comporta mejor en zonas bajas (<1000 msnm). De igual manera *Lablab purpureus* se comportó de manera diferente al presente estudio (2.4), presentando un vigor de 3, debido probablemente a que en la vereda El Tablón esta especie presento mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades en comparación a San Isidro.

7.1.2 Cobertura. Al procesar los datos se evidenciaron a través de la prueba de ANOVA diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P = 0.05$) para esta variable. Estas diferencias se explican principalmente a partir de los diversos hábitos de crecimiento que presentaban cada una de las especies evaluadas (Sierra, 2005).

De acuerdo a los resultados de la prueba de promedios DUNCAN (Figura 14) el mejor tratamiento en cuanto a su capacidad de cubrir mayor área en menor tiempo fué *Canavalia brasiliensis* con un 51%, principalmente por su hábito de crecimiento el cual le permite abarcar áreas amplias en corto tiempo (Sierra, 2005), esta planta se adaptó a las condiciones climáticas de la zona lo cual le permitió un rápido desarrollo vegetativo. Los tratamientos que le siguieron fueron *Vigna Unguiculata* (41.11%), *Lablab purpureus* (41%) y los *Stylosanthes* con 29.16% y 26.85% de cobertura; el comportamiento de estas especies fue debido principalmente al rápido desarrollo que exhibieron durante los primeros meses de la fase de establecimiento, la morfología tuvo un papel importante en el efecto de cobertura del suelo en el caso del caupi y el lablab. El comportamiento más deficiente en cuanto a cobertura lo presentó el *Desmodium heterocarpon* con 17.71 %, esta respuesta se debió al lento establecimiento de esta especie por las condiciones de la zona no aptas para ella, además la morfología de esta planta hace que aunque presente un desarrollo vegetativo favorable sea difícil observar este progreso en la variable descrita (Schmidt y Schultze-Kraft, 1997).

Figura 14. Comportamiento de los tratamientos respecto a cobertura en la fase de establecimiento



En cuanto al estudio de Torres y Arcos (sin publicar) *Canavalia brasiliensis* también se destacó por su capacidad de cubrir suelo de manera rápida con 53.88 %. Las accesiones de *Lablab purpureus* también se vieron destacadas en esta variable (51.66%) pero el *Vigna unguiculata* evidenció un comportamiento totalmente diferente ya que sus porcentajes de cobertura fueron bajos (23.55 %) e inversamente *Desmodium heterocarpon* mostró una capacidad de cobertura mayor (43.33%) a la de el presente estudio; lo cual se pudo deber a la rápida adaptación de este material en las localidades usadas por los autores mencionados.

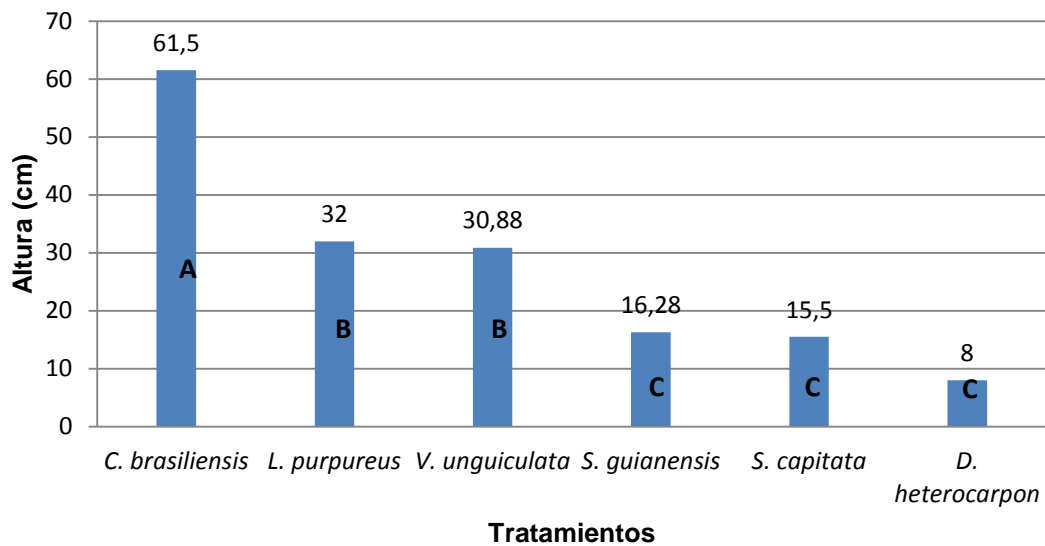
En los resultados obtenidos por Sánchez (2006), en San Isidro, Matagalpa, la especie *Canavalia brasiliensis* se comportó de manera diferente, Sánchez (2006) reporta una cobertura de pasto de 80.31%, la cual es superior a la cobertura presentada en El Tablón (51%), debido a que el vigor que presentó este tratamiento en San Isidro fue mucho mayor al que se reporta en el presente estudio. Para *Vigna unguiculata* Sánchez (2006) reporta una cobertura de 81.25%, superior a la presentada en este estudio (41.11%), debido posiblemente a que en El Tablón hubo mayor afectación por plagas.

Respecto a las especies *Canavalia brasiliensis* 1700 (68.3%) y *Lablab purpureus* (93.3%) Torres (2007) reporta una cobertura de pasto mayor a la presentada en este estudio (51 y 41%, respectivamente), en ambos casos se pudo deber a la rápida adaptación de estas especies en San Dionisio; además de que esta localidad presentó promedios de precipitación en los rangos óptimos para las especies.

7.1.3 Altura de plantas. Es de vital importancia mencionar que las diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.05$) en cuanto a esta variable se presentaron principalmente por los diferentes hábitos de crecimiento que poseen cada una de las especies evaluadas (Sierra, 2005).

Al aplicar prueba de promedios DUNCAN (Figura 15) para esta variable se pudo visualizar que la especie de mayor altura fue *Canavalia brasiliensis* con 65,5 cm de crecimiento durante la fase de establecimiento, al igual que se ha manifestado en las anteriores variables esta especie presentó una adaptación rápida para las condiciones de la zona; en cuanto a este aspecto en particular su morfología le permitió desarrollar un crecimiento longitudinal rápido (Sierra, 2005). El *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata* presentaron alturas de 32 y 30.88 cm respectivamente. En un rango menor se encuentran los *Stylosanthes* con 16.28 y 15.5 cm. La altura mínima entre las especies fue para *Desmodium heterocarpon* (8 cm) este resultado indica simplemente que su morfología hace que le sea difícil alcanzar un crecimiento longitudinal significativo en un periodo corto. (Schmidt y Schultze-Kraft, 1997).

Figura 15. Comportamiento de las especies en cuanto a la altura en la fase de establecimiento



Estos resultados difieren de los obtenidos por Torres y Arcos (sin publicar), ya que sus accesiones alcanzaron rangos de altura inferiores. Además *Canavalia brasiliensis* se encuentra en las de crecimiento medio (36.66 cm) mientras *Lablab purpureus* 22759 se muestra como la accesión de mayor crecimiento con 38.88 cm. Esto puede ser debido a que *Lablab purpureus* se adapta mejor a las condiciones que presentan los municipios de Rosas y La sierra. Con respecto a *Desmodium heterocarpon* se evidenció el mismo comportamiento para ambos estudios con un rango de crecimiento bajo (16.22 cm) aunque no sea un parámetro de selección ya que la morfología de esta especie influye de manera importante en el crecimiento longitudinal (Hasen, 1994).

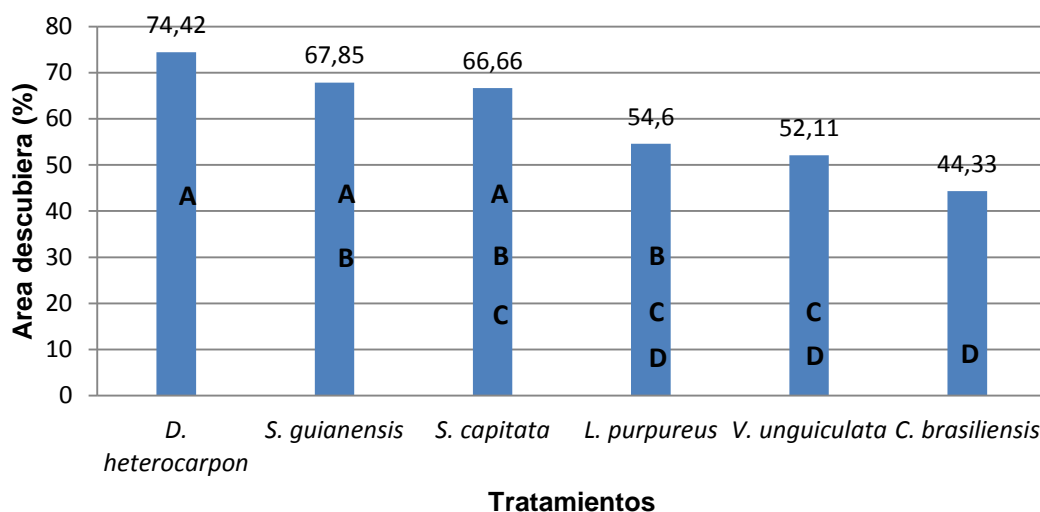
Finalmente los resultados difieren en su mayoría con los obtenidos por Torres (2007), en el municipio de San Rafael del Norte, en donde, *Canavalia brasiliensis* 1700 obtuvo una altura de 36.3 cm, que es mucho menor a la alcanzada en este estudio (61.5cm), esto puede ser debido a que las condiciones edafoclimáticas que presenta la vereda El Tablón son más propicias para el desarrollo de esta especie. Por otro parte *Lablab purpureus* obtuvo una altura mayor en el ensayo de Torres (2007), con 79.8cm en comparación al presente estudio (32 cm). Sin embargo en un estudio realizado por Sánchez (2006), en el municipio de San Isidro, Matagalpa, reporta una altura de 31.65 cm para *Lablab purpureus*, la cual es muy similar a la exhibida por esta especie en la Vereda El Tablón. Lo cual se puede deber a que en ambos ensayos las precipitaciones se mantuvieron en rangos similares.

7.1.4 Incidencia de malezas. En lo referente a la variable incidencia de malezas, no se encontraron diferencias estadísticas ($P=0.05$) entre los tratamientos establecidos en campo en la prueba de ANOVA (Anexo C). Estas escasas diferencias entre las especies, se dieron en gran medida por el calendario de labores agronómicas llevado a cabo a lo largo del ensayo.

7.1.5 Área descubierta. Para esta variable se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P=0.05$). Al llevar a cabo la prueba de promedios DUNCAN (Figura 16), Se determino que el tratamiento que presentó el mejor comportamiento en cuanto a menor área descubierta fué *Canavalia brasiliensis* (44.33%), debido a su hábito de crecimiento que permite una amplia cobertura. Además su buena producción de follaje facilita la disminución de espacio descubierto en el suelo (Sierra, 2005) en comparación con las otras especies evaluadas. Los tratamientos que encontramos a continuación son *Vigna unguiculata* (52.11%) y *Lablab purpureus* (54.6%) dado que en la fase inicial de establecimiento presentaron una buena producción de follaje permitiendo disminuir el área descubierta.

Los tratamientos *Stylosanthes capitata* (66.66%) y *Stylosanthes guianensis* (67.85%), presentaron un comportamiento intermedio en lo referente a esta variable y el tratamiento *Desmodium heterocarpon* (74.42%), es el que presenta el comportamiento menos favorable, debido principalmente a su lento establecimiento y hábito de crecimiento (Schmidt y Schultze-Kraft, 1997), lo que hace que este tratamiento tenga una baja cobertura de suelo teniendo así una mayor área descubierta.

Figura 16. Área descubierta dentro de las parcelas experimentales en la fase de establecimiento



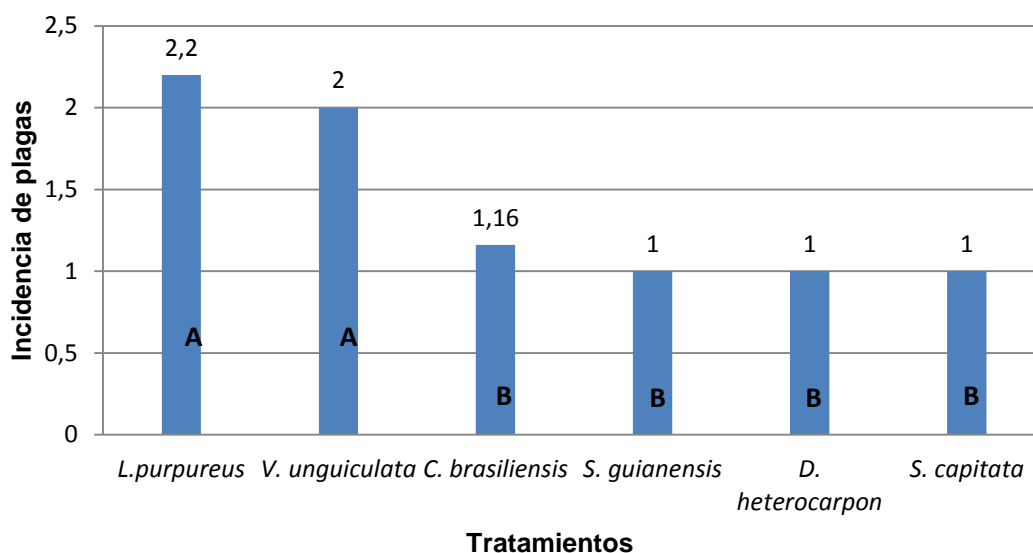
Torres y Arcos (sin publicar) obtuvieron en las localidades de Rosas y La Sierra mejores resultados en cuanto a esta variable ya que los porcentajes de área descubierta son menores a los de este estudio. *Desmodium heterocarpon* presentó un porcentaje de 15.33%, *Lablab purpureus* (13.22%) y *Vigna unguiculata* (9.22%) presentando comportamientos intermedios entre las especies evaluadas en estas dos localidades, finalmente la especie con menor área de suelo descubierta fué *Canavalia brasiliensis* (1.66%); Las diferencias entre ensayos se pudieron deber principalmente a las diferentes condiciones climáticas lo que permitió que en estas localidades el crecimiento vegetativo de las especies fuera más rápido.

Sánchez (2006), realizó un estudio en San Isidro, Matagalpa, en donde las especies *Vigna unguiculata* (12.18%) y *Lablab purpureus* (8.12%) presentaron porcentajes de área descubierta diferentes a los obtenidos en este estudio (52.11 % y 54.6). Con respecto a las especies *Canavalia brasiliensis* (9.06%), Sánchez (2006) reporta un porcentaje de área descubierta menor al obtenido en este estudio (44.33 %) debido a que hubo mayor presencia de malezas, las cuales cubrieron los espacios de suelo que el follaje de la especie no logró cubrir.

7.1.6 Incidencia de plagas. Al realizar la evaluación de esta variable se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.05$) en la prueba de ANOVA (Anexo C). Las diferencias se ven ligadas a la tolerancia o susceptibilidad que desarrollaron las especies durante el periodo de evaluación frente a las plagas presentes en la zona.

Según la prueba de promedios DUNCAN (Figura 17) las leguminosas que presentaron mayor incidencia de plagas fueron *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata* (2.2 y 2) en la escala estimada para esta variable. En un índice más bajo encontramos a *Canavalia brasiliensis* (1.16) estos niveles de incidencia de plagas en estas tres especies se deben primordialmente a que en su estado fenológico inicial estas plantas poseen un follaje suculento; lo que las hace apetecibles para plagas de follaje (Hasen, 1994). Finalmente los tratamientos correspondientes a los *Stylosanthes* y *Desmodium heterocarpon* no presentaron niveles notables de plagas lo que se traduce en una afectación casi tendiente a cero por parte de esta variable durante el desarrollo de estas especies en la fase de establecimiento. Dentro de las plagas observadas en campo se encontraron: insectos chupadores como áfidos (*Aphis spp.*), insectos masticadores, como las diabroticas (*Diabrotica balteata* LepConte), langostas (*Tettigonia viridissima*), algunos insectos defoliadores como las hormigas (*Atta spp.*), lorito (*Empoasca kraemeri*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y mosca minadora (*Liriomyza sativae*) (Catillo, 2010)

Figura 17. Incidencia de plagas en los tratamientos evaluados en la fase de establecimiento

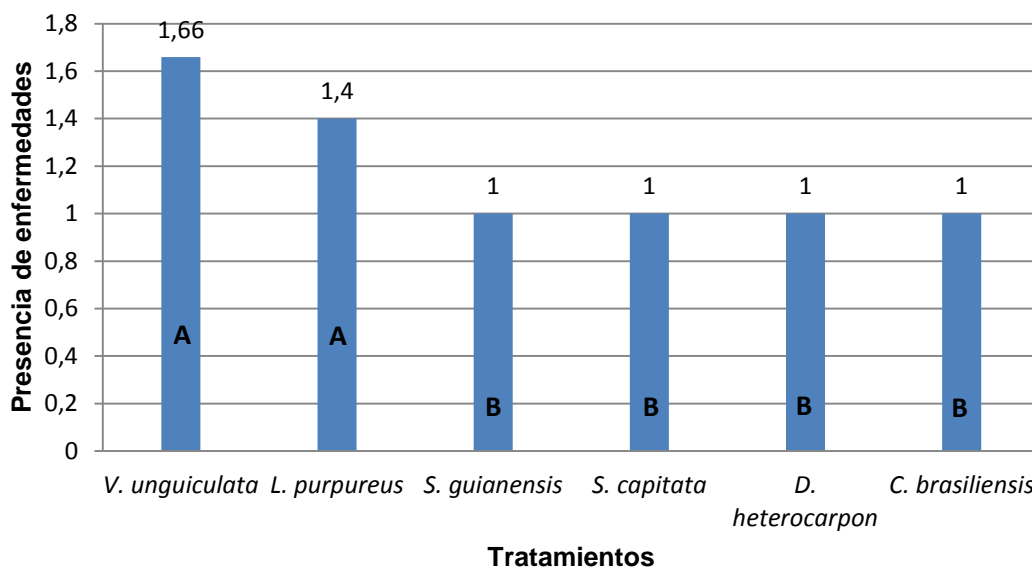


Torres y Arcos (sin publicar) manifiestan que de igual manera que las especies con los índices más altos de plagas para ellos fueron las diferentes accesiones de *Lablab purpureus* y *Vigna Unguiculata* con 1.44 y 1.22 de este mismo modo las especies con menor presencia de plagas fueron *Canavalia brasiliensis*, *Stylosanthes guianensis* y *Desmodium heterocarpon* con 0.33, 0.11 y 0. Lo cual indica que para el establecimiento de cultivos de *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata* dentro de estas zonas es necesario implementar un MIP con el objeto de disminuir las poblaciones de insectos plaga.

7.1.7 Presencia de enfermedades. A partir de la prueba de ANAVA (Anexo C) se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P=0.05$) para los índices de presencia de enfermedades. Estas diferencias se caracterizaron por ser mínimas lo cual demuestra que en su mayoría las leguminosas del ensayo no presentaron daños o síntomas de mayor importancia.

De nuevo al igual que en la variable de incidencia de plagas; al realizar la prueba de promedios DUNCAN (Figura 18) las especies más afectadas por este factor fueron *Vigna unguiculata* y *Lablab purpureus* con 1.66 y 1.4 en la escala de evaluación. La explicación ante este suceso está relacionada con la alta incidencia de plagas en estas especies; ya que al ser atacadas por plagas, estas dejan puertas de entrada para los patógenos. En cuanto a los demás tratamientos no se encontraron signos o síntomas de enfermedad aparente durante esta fase.

Figura 18. Índices de presencia de enfermedades en los tratamientos en la fase de establecimiento



Arcos y Torres (sin publicar) no reportan resultados para la presencia de enfermedades, lo que indica que la tolerancia a enfermedades presentes en las zona por las especies evaluadas en su ensayo fue buena y la influencia de esta variable en el desarrollo de los cultivos fué mínima.

7.1.8 Floración. Al observar el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas ($P=0.05$) entre los tratamientos. Lo cual indica que los comportamientos de las especies en cuanto a esta variable fueron similares. Durante el ensayo todos los materiales florecieron pero el que alcanzó mayor floración fue *Stylosanthes guianensis* (3.5 %). Las especies que florecieron primero fueron el *Vigna unguiculata*, *Lablab purpureus* y *Canavalia brasiliensis* y posteriormente los *Stylosanthes*.

7.2 FASE DE PRODUCCIÓN

Durante esta fase del ensayo se realizaron tres evaluaciones de producción. Los periodos de tiempo entre cada una de ellas se estimaron de acuerdo al periodo de recuperación promedio de las especies evaluadas.

Cabe resaltar que durante la fase de producción la especie *Desmodium heterocarpon* presentó un incremento positivo en cada una de las variables en contraste con las evaluaciones realizadas en la fase de establecimiento. Es

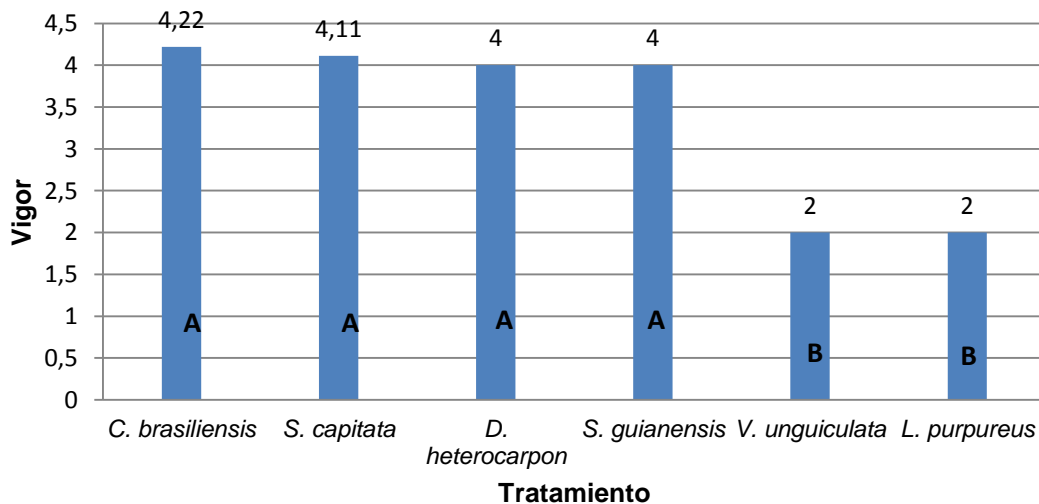
preciso anotar también que durante la fase de producción se dió un incremento considerable en la precipitación.

Al igual que en la fase de establecimiento no se presentaron diferencias estadísticas en cuanto a los bloques, a excepción de la variable cobertura en la cual se presentaron diferencias en cuanto al efecto que ejerció cada uno de los bloques en el comportamiento de las especies respecto a este parámetro.

7.2.1 Vigor. Al realizar la prueba de ANOVA para esta variable se presentaron diferencias estadísticas entre las leguminosas ($P=0.05$) para la variable vigor durante la fase de producción. Lo cual indica que aunque se realizaron cortes de estandarización algunas especies se adaptaron mejor a las condiciones de la zona.

Las diferencias presentadas hacen necesaria una prueba de promedios DUNCAN. Mediante la prueba se pudo establecer que los tratamientos de *Canavalia brasiliensis*, *Stylosanthes capitata*, *Desmodium heterocarpon* y *Stylosanthes guianensis* presentaron un comportamiento similar (Figura 19), lo cual refleja una mejor respuesta de estos materiales a las condiciones brindadas durante el establecimiento y una mejor adaptación a la zona, viéndose esto reflejado en el buen comportamiento de estas durante la fase de producción. Las especies *Vigna unguiculata* y *Lablab purpureus* presentan un comportamiento deficiente en cuanto a la variable vigor ocasionado principalmente por la baja adaptabilidad que presento el material a las condiciones de la zona y al ataque severo de plagas y enfermedades.

Figura 19. Comportamiento de los tratamientos frente a la variable vigor en la fase de producción



Estos resultados difieren del estudio realizado por (González y Chow. 2008), en donde ellos reportan que el tratamiento que presenta el mejor comportamiento en lo referente al vigor es *Stylosanthes guianensis* (4.88), a diferencia del presente ensayo en donde el *Stylosanthes guianensis* (4) fué una especie de comportamiento intermedio. En lo concerniente al tratamiento *Canavalia brasiliensis*, estos estudios presentan una similitud, ya que ellos obtuvieron un vigor de 4.38, y en este estudio se reportó 4.22, manteniéndose así dentro de los mejores comportamientos evidenciados por los tratamientos en evaluación. Estos estudios también difieren en el comportamiento exhibido por el tratamiento *Vigna unguiculata*, ya que (González y Chow. 2008), reportaron un vigor promedio de 4.13 y en este estudio se reportó (2) como promedio, diferencia que se atribuye principalmente a factores como adaptación y la sanidad general de la planta (Toledo. J, 1982). En cuanto al tratamiento con el comportamiento menos eficiente en campo, los dos estudios coinciden en que la especie *Lablab purpureus* presenta este comportamiento, con 3.75 para (González y Chow. 2008) y 2 para el presente estudio.

Este estudio presenta similitudes y diferencias con respecto al llevado a cabo por (Quiñones y Grimaldo. 2011), en donde se evalúa el tratamiento *Canavalia brasiliensis* en 5 localidades diferentes. El Porvenir, La Cocha, El Limonar, Versailles y Punto de la i, en época seca y en época de lluvia. El vigor exhibido por el tratamiento *Canavalia brasiliensis* en este estudio fué de 4.22, presentando así similitudes con los tratamientos de La Cocha en época de lluvia (4), El Porvenir en época seca (4) y en época de lluvia (4), El punto de la i con (4) en época seca y (4) en época de lluvia, y Versailles en época seca con (4). Las diferencias de estos estudios en cuanto a vigor se dan principalmente con los tratamientos de la Cocha en época seca con un vigor de 3, El Limonar con 3 en época seca y 5 en época de lluvia, y Versailles en época de lluvia con 5.

Los resultados obtenidos en este estudio en lo referente al tratamiento *Lablab purpureus* presentan algunas similitudes y diferencias con los obtenidos por el estudio de (Rodríguez. 2010), en donde se evalúa el tratamiento *Lablab purpureus* en 4 localidades diferentes, La Cocha, El Limonar, El Porvenir y Punto de la i, durante la época seca y la época de lluvias. En el presente estudio se registró un vigor para el *Lablab purpureus* de 2, similar al vigor registrado por (Rodríguez. 2010), en La Cocha con 2 para la época seca y El Limonar con 2 en época de lluvias. Las diferencias más marcadas en cuanto al comportamiento del tratamiento *Lablab purpureus*, con respecto al estudio de (Rodríguez. 2010) se dan en La Cocha con 4 en época de lluvias, El Limonar con 1 en época seca, El Porvenir con 1 en época de lluvias, El Punto de la i con 3 en época seca y 3 en época de lluvias.

7.2.2 Cobertura. Al analizar los datos de esta variable obtenidos en las evaluaciones de la fase de producción, el ANOVA (Anexo C) mostró diferencias estadísticas entre los bloques ($P=0.05$) esto indica que fué totalmente acertado implementar bloques dentro del modelo estadístico; ya que la ubicación de cada tratamiento dentro de los bloques provocó un efecto en el comportamiento de las especies en cuanto a la capacidad de cubrir el área de siembra.

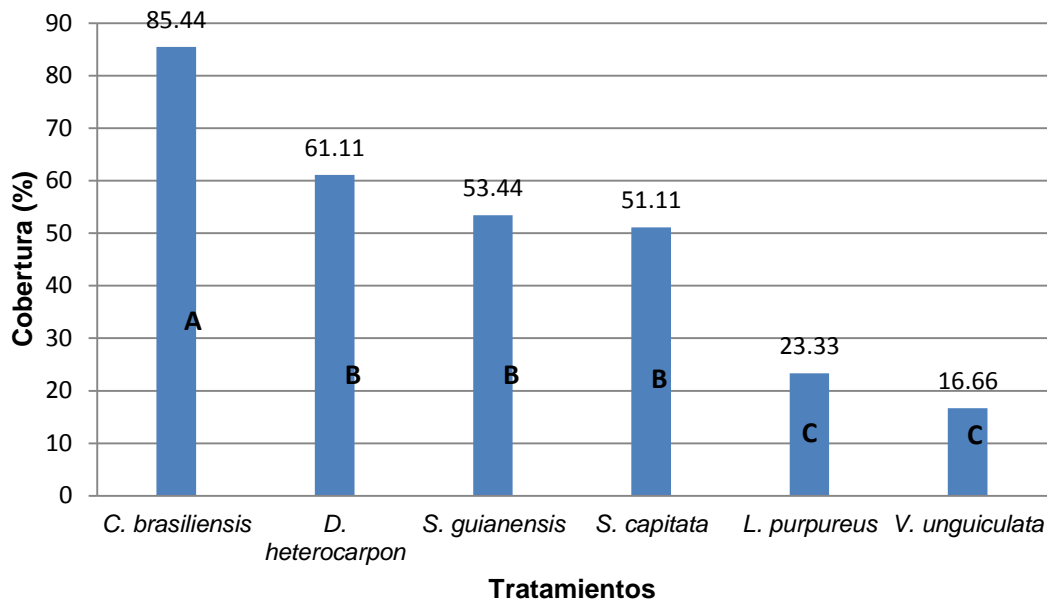
Al realizar la prueba de ANOVA con los tratamientos también se encontraron diferencias estadísticas ($P=0.05$). Con el fin de identificar el mejor tratamiento se realizó una prueba de promedios DUNCAN (Anexo D), dentro de la cual se estableció que el mejor tratamiento en cuanto a la variable cobertura en la fase de producción fué *Canavalia brasiliensis* (85.44%) (Figura 20), este es un aspecto sobresaliente de este tratamiento que al igual que en la fase de establecimiento se manifiesta debido a la adaptabilidad de esta especie a las condiciones de la zona que favorecieron el desarrollo de esta (Peters et al., 2011). Además, la alta competitividad y rápido crecimiento que presenta esta especie facilita la colonización del terreno.

Otros tratamientos que sobresalieron por su comportamiento frente a esta variable fueron *Desmodium heterocarpon* y *Stylosanthes guianensis* (61.11% y 53.44 %). Lo cual es una diferencia notable con respecto a la fase de establecimiento para *Desmodium heterocarpon* dado que este tratamiento presentaba los porcentajes más bajos de cobertura; este cambio se debe esencialmente a que esta especie es de establecimiento lento pero una vez logra adaptarse cubre el área de cultivo de una forma rápida y eficiente (Pérez et al., 2002). El *Stylosanthes capitata* conservó su rango dentro de las especies con respecto a esta variable lo que significa que esta leguminosa exhibió un comportamiento similar en ambas fases ya que respondió bien a las condiciones de la zona y su desarrollo vegetativo ayudo al cubrimiento del suelo. Los comportamientos menos sobresalientes los mostraron *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata* (23.33% y 16.66%) en este caso se vió comprometido íntimamente el alto índice de plagas y enfermedades presentes en estas leguminosas lo cual afectó significativamente el estado general del cultivo.

Estos estudios difieren de los llevados a cabo por (González y Chow. 2008), en donde el tratamiento que presentó la mejor cobertura fue el *Stylosanthes guianensis* con 76.25%, a diferencia de el presente estudio en donde la cobertura del *Stylosanthes guianensis* fué de 53.44%. Estos estudios también difieren en los resultados obtenidos para *Vigna unguiculata*, ya que (González y Chow. 2008), registraron una cobertura de 45%, mientras que para este estudio la cobertura fué de 16.66%. Para el tratamiento *Lablab purpureus*, la clasificación en cuanto al comportamiento menos eficiente para los dos estudios es similar, pero los porcentajes obtenidos en cada uno de los ensayos difiere ampliamente, encontrando que para (González y Chow. 2008) la cobertura fue de 6.5%, a

diferencia de el actual trabajo, en donde la cobertura del *Lablab purpureus* fue 23.33%.

Figura 20. Porcentajes de cobertura de los diferentes tratamientos en la fase de producción



El porcentaje de cobertura para el tratamiento *Canavalia brasiliensis* en este estudio es de 85.44%, haciendo una comparación con el estudio de (Quiñones y Grimaldo. 2011), se tiene que los resultados obtenidos en este trabajo se asemejan con los registrados por (Quiñones y Grimaldo. 2010) en: La Cocha para la época de lluvia con 80%, El Limonar con 74% en época seca y 88% en época de lluvia y Versailles con 90% en época de lluvia. Las diferencias que se presentan entre estos dos estudios se dan en, La Cocha cuando está en época seca con 56%, El Porvenir que en época seca registra un 52% y en época de lluvia un 71%, El Punto de la i que en época seca tiene una cobertura de 49% y un 55% en época de lluvia y Versailles que en época seca registra 67% de cobertura.

En referencia al comportamiento exhibido por el tratamiento *Lablab purpureus* en relación con el estudio realizado por (Rodríguez. 2010) se tiene que: La cobertura registrada por el tratamiento *Lablab purpureus* en este trabajo (23.33%), se asemeja a los datos obtenidos por (Rodríguez. 2010) en, La Cocha con 30% en época seca, y El Limonar con 15% en época seca y 36% en época de lluvias; y se diferencian de los datos de (Rodríguez. 2010) en, La Cocha con 76% en época de lluvias, El Porvenir que registra un 6% en época de lluvias, y Punto de la i con 7% para la época seca y 60% para la época de lluvias.

7.2.3 Altura de planta. Mediante las diferentes evaluaciones realizadas en la fase de producción y el posterior procesamiento de datos según el análisis de varianza (ANOVA) realizado, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos establecidos en campo ($P=0.05$). Para determinar estas diferencias fué necesario aplicar una prueba de promedios DUNCAN (Anexo D).

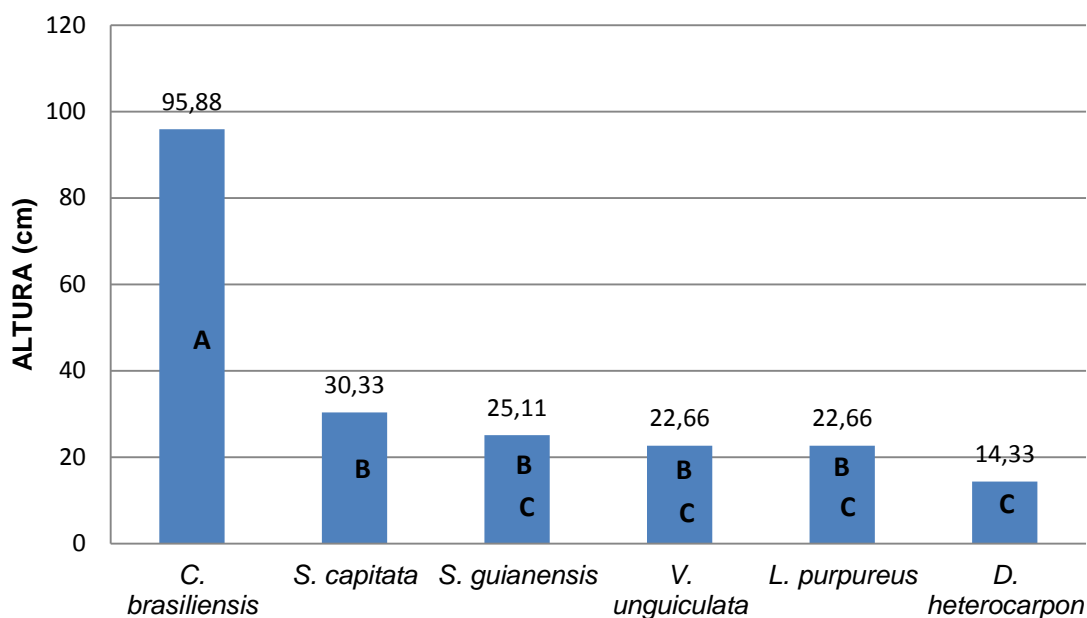
A través de la prueba de promedios se encontró que el tratamiento *Canavalia brasiliensis* (95.88cm) (Figura 21) presentó el mejor comportamiento en cuanto a la altura alcanzada durante la fase de producción, esto se debe en gran medida al rápido establecimiento en campo y a las condiciones edafoclimáticas favorables para su desarrollo (Peters et al, 2011).

Para el tratamiento de *Stylosanthes capitata* (30.33cm), esta especie mostró una mayor altura debido a que presenta un hábito de crecimiento erecto que le permite destacarse sobre otras accesiones (Peters et al, 2011). El tratamiento *Stylosanthes guianensis* (25.11cm) al igual *Stylosanthes capitata* se destacó por su hábito de crecimiento y buena adaptabilidad a suelos de mediana fertilidad (Peters et al, 2011).

Para los tratamientos *Lablab Purpureus* (22.66cm) y *Vigna unguiculata* (22.66cm), los cuales presentaron un bajo desempeño, debido principalmente a la alta incidencia de plagas y enfermedades que sometieron al cultivo a un estrés prolongado y no permitieron que se alcanzaran mayores alturas. Finalmente se tiene al tratamiento *Desmodium heterocarpon* (14.33cm) que es la menor altura evidenciada por las especies en evaluación, este comportamiento se puede explicar básicamente por la fenología del cultivo, ya que esta planta es de porte bajo y no alcanza grandes alturas con facilidad (Pérez et al., 2002).

Este estudio presenta resultados similares a los encontrados por (González y Chow. 2008), en donde el tratamiento que presentó el mejor comportamiento fué *Canavalia brasiliensis* obteniendo 95.5cm, en comparación con los 95.88cm de este ensayo, en lo que se refiere al tratamiento *Stylosanthes guianensis* los resultados obtenidos en los estudios difieren, ya que aunque para este trabajo el *Stylosanthes guianensis* fué una especie intermedia, alcanzando 25.11cm para los resultados de (González y Chow. 2008) fué de 83.38cm. Para el tratamiento *Lablab purpureus* el comportamiento de los estudios presentó diferencias, ya que para este trabajo se obtuvo una altura promedio de 22.66cm y para (González y Chow. 2008) fué de 75.16cm, esta diferencia esta atribuida principalmente a que en este estudio el tratamiento *Lablab purpureus* se vió notablemente afectado en su crecimiento por el constante ataque de plagas y enfermedades.

Figura 21. Crecimiento longitudinal alcanzado por los tratamientos en la etapa de producción



Estos estudios difieren de los llevados a cabo por (Quiñones y Grimaldo. 2011) en lo referente al tratamiento *Canavalia brasiliensis*, ya que en comparación con los 95.88cm alcanzados como promedio de altura en este ensayo, ellos registraron: La Cocha (30cm) en época seca y (44cm) en época de lluvias, El Limonar (41cm) en época seca y (48cm) en época de lluvias, El Porvenir (22cm) en época seca y (37cm) en época de lluvias, El punto de la i con 39cm para época seca y 42cm en época de lluvias y Versailles, que alcanzó 32cm en época seca y 51cm en época de lluvias.

Se presentan resultados similares con los obtenidos por (Rodríguez. 2010) en lo concerniente a la altura alcanzada por el tratamiento *Lablab purpureus*, ya que (Rodríguez. 2010) registro en El Limonar una altura de 32cm para la época seca, y (34cm) para El Porvenir en época de lluvias, presentando una similitud con los resultados obtenidos en este ensayo, en donde la altura alcanzada por el tratamiento *Lablab purpureus* fué de 22.66cm. Estos 2 estudios difieren en algunos resultados, dado que (Rodríguez. 2010) también registró lo siguiente: La Cocha (57cm) en época seca y (69cm) en época de lluvias, El Limonar con 56cm en época de lluvias, y el Punto de la i con 53cm en época seca y 74cm en época de lluvias.

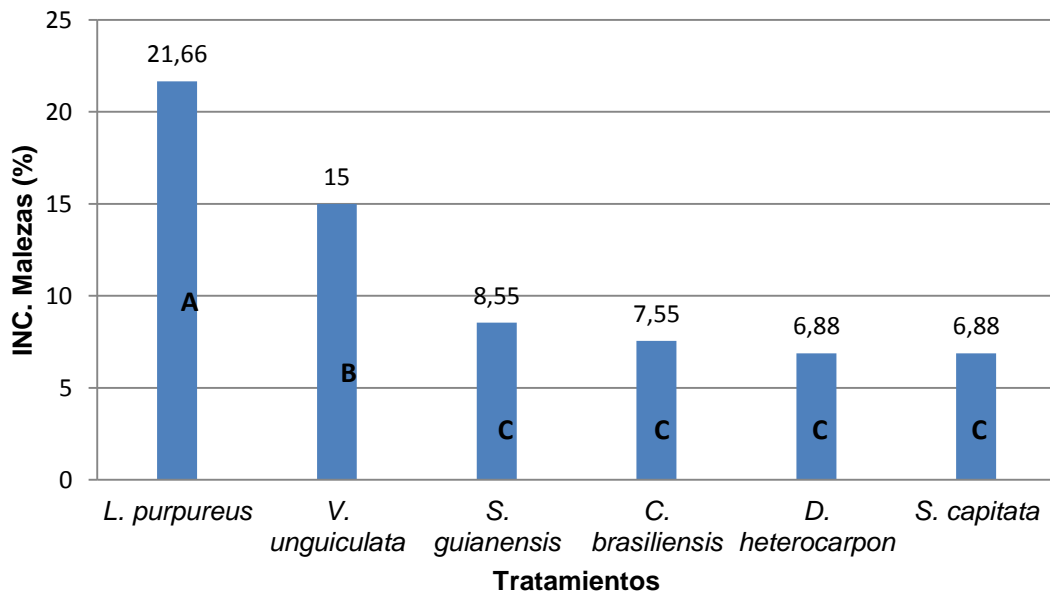
7.2.4 Incidencia de malezas. De acuerdo a las evaluaciones llevadas a cabo durante la fase de producción el análisis de varianza (ANOVA) pudo determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en campo ($P=0.05$).

Estas diferencias hacen necesario llevar a cabo una prueba de promedios (DUNCAN), encontrando que los tratamientos *Stylosanthes capitata* (6.88%), *Desmodium heterocarpon* (6.88%), *Canavalia brasiliensis* (7.55%) y *Stylosanthes guianensis* (8.55%) presentaron la menor incidencia de malezas (Figura 22).

El tratamiento *Canavalia brasiliensis* presento una alta competitividad con las plantas de crecimiento voluntario, dado que el buen establecimiento y su habito de crecimiento ayudan a disminuir el área invadida por estas; para los tratamientos *Stylosanthes capitata* y *Stylosanthes guianensis*, la baja proliferación de malezas se da por la buena producción de follaje que alcanzaron en esta fase los *Stylosanthes*, disminuyendo así el área de colonización para las plantas nativas que encuentran una mayor competitividad a la ofrecida por cultivos mal establecidos o débiles; en cuanto al tratamiento *Desmodium heterocarpon*, es importante mencionar que una vez establecido aumenta su capacidad competitiva, dificultando la aparición de malezas (Pérez et al., 2002).

Para el tratamiento de *Vigna unguiculata* (15%), esto se da principalmente por los diversos ataques de patógenos sufridos por esta especie, ocasionando una pérdida de la capacidad para competir con las plantas de crecimiento voluntario encontradas durante las diferentes evaluaciones. Finalmente se encontró que el tratamiento *Lablab purpureus* (21.66%), que al igual que el tratamiento *Vigna unguiculata* se ha visto altamente afectado por el ataque de plagas y la presencia de enfermedades, ocasionando una disminución en su producción de follaje y área cubierta por el mismo, facilitando así la aparición de una mayor cantidad de malezas.

Figura 22. Incidencia de malezas presentes en las parcelas experimentales de cada tratamiento en la fase de producción

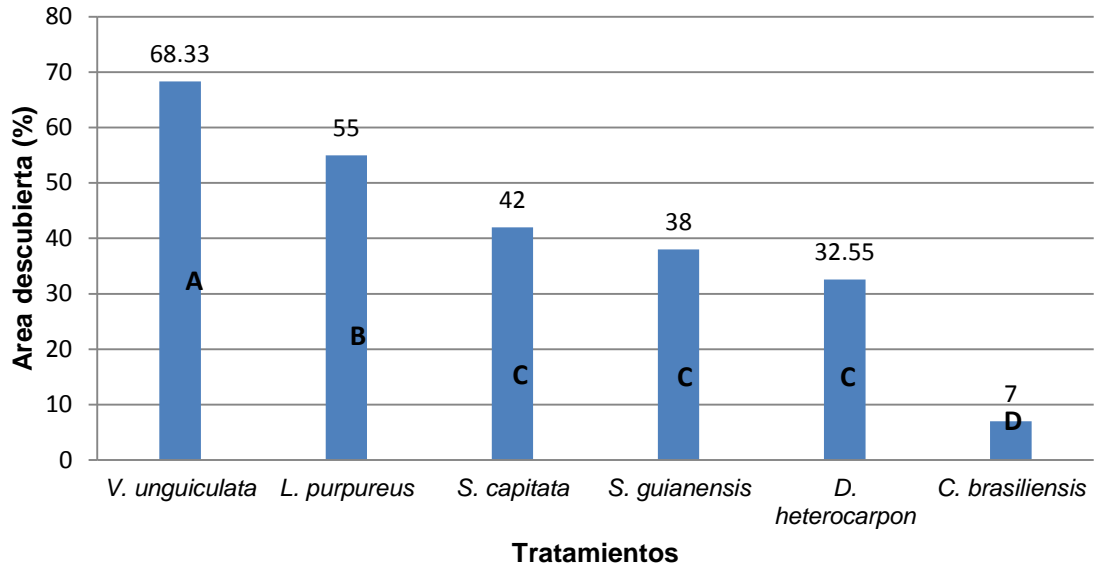


Según (González y Chow. 2008), el tratamiento que presentó la mayor incidencia de malezas también fue el *Lablab purpureus* con 86.88% en comparación con los 21.66% de este ensayo. En cuanto al tratamiento *Canavalia brasiliensis* ellos presentaron una incidencia de 60.63%, mucho mayor a la encontrada en este estudio en donde el tratamiento *Canavalia brasiliensis* presentó un 7.55% destacándose por su baja incidencia de malezas. En el estudio realizado por (González y Chow. 2008), el mejor tratamiento fué el *Stylosanthes guianensis* con 7.5%, y al igual que en este estudio en donde se obtuvo 8.55% este tratamiento se comporta bien en lo referente a la competencia con malezas.

7.2.5 Área descubierta. Mediante la prueba análisis de varianza (ANOVA) se pudieron establecer diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.05$). Las diferencias presentadas entre las especies en esta fase son más notorias en comparación con las evidenciadas en la fase de establecimiento.

Para identificar el comportamiento de cada una de las leguminosas evaluadas con respecto a esta variable se procede a realizar una prueba de promedios DUNCAN (Anexo D). Los resultados de esta prueba comprobaron una vez más que los tratamientos *Vigna unguiculata* y *Lablab purpureus* con 68% y 55% de área sin cobertura fueron los tratamientos con los comportamientos menos favorables (Figura 23) y al igual que en las anteriores variables, se debe principalmente a lo mismo, los fuertes ataques de plagas y enfermedades presentes durante todo el ensayo que disminuyeron notablemente la población de plántulas dentro de cada una de las parcelas experimentales. En cuanto a los tratamientos *Stylosanthes capitata* (42%), *Stylosanthes guianensis* (38%) y *Desmodium heterocarpon* (32.55%), estos evidenciaron notables mejoras en cuanto a la capacidad de cubrir el área de siembra en comparación con la fase de establecimiento. El tratamiento que exhibió una competencia eficiente con las malezas y una menor área de suelo descubierta fue *Canavalia brasiliensis* con 7%.

Figura 23. Porcentajes de área descubierta en los tratamientos en la fase de producción



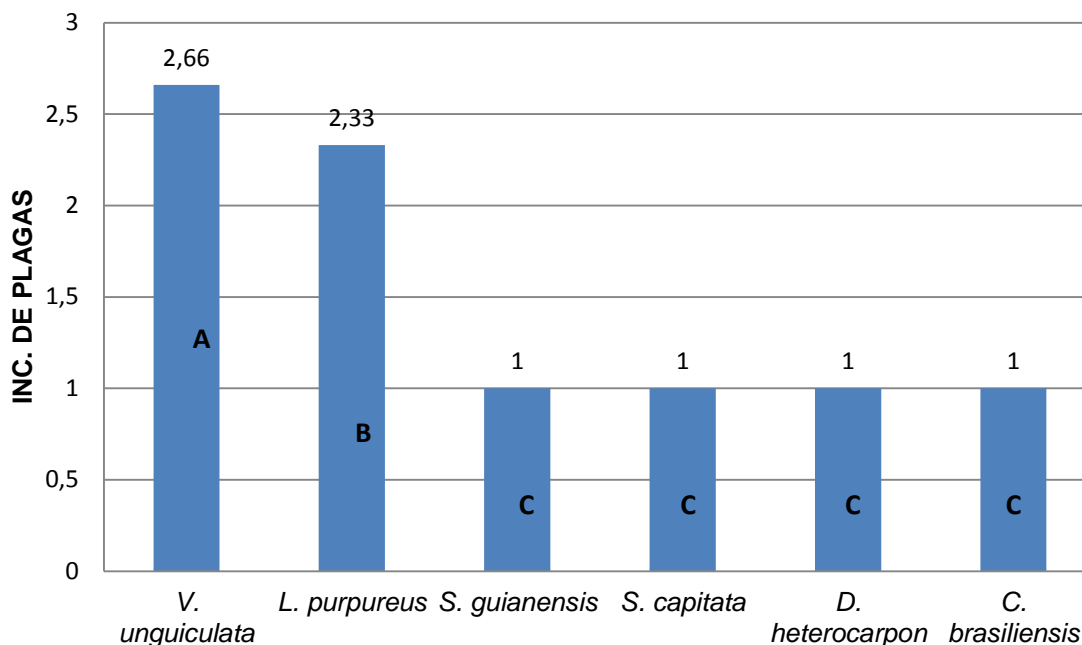
Al igual que en los estudios realizados por (González y Chow. 2008) el tratamiento que presentó la mayor área descubierta fue *Vigna unguiculata* con 28.75% para ellos, en comparación con los 68.33% de el presente estudio. En lo referente al tratamiento *Canavalia brasiliensis*, estos dos estudios difieren, ya que para el estudio de (González y Chow. 2008) fué uno de los que mayor área descubierta con 13.75%, en comparación con el 7% obtenido en este estudio, cabe anotar que para el presente trabajo el tratamiento *Canavalia brasiliensis* fué el que presentó el mejor comportamiento en cuanto a porcentaje de área descubierta.

7.2.6 Presencia de plagas. Durante las evaluaciones llevadas a cabo en la fase de producción, se pudo determinar mediante el análisis de varianza (ANOVA) que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados ($P=0.05$). Estas diferencias hacen necesario llevar a cabo una prueba de promedios (DUNCAN).

Mediante la prueba de promedios se pudo determinar qué el tratamiento *Vigna unguiculata* (2.66) es el que presenta la mayor incidencia de plagas durante la fase de producción (Figura 24), debido principalmente a que durante esta fase se lleva a cabo el llenado de frutos, volviéndose así mucho más atractivo para las plagas presentes en la zona (Peters et al., 2011). A continuación encontramos el tratamiento *lablab purpureus* con 2.33, que fue muy atacado por la plagas, debido en gran medida a la succulencia de su follaje y al estado fenológico de la especie en general (Peters et al., 2002). Los tratamientos *Stylosanthes guianensis* (1),

Stylosanthes capitata (1), *Desmodium heterocarpon* (1) y *Canavalia brasiliensis* (1), presentaron un comportamiento similar en cuanto a la incidencia de plagas. Esto se da debido a que los tratamientos presentaron un buen comportamiento en la fase de establecimiento, logrando así plantas más resistente y sobresalientes en la fase de producción.

Figura 24. Incidencia de plagas en las especies evaluadas durante la fase de producción



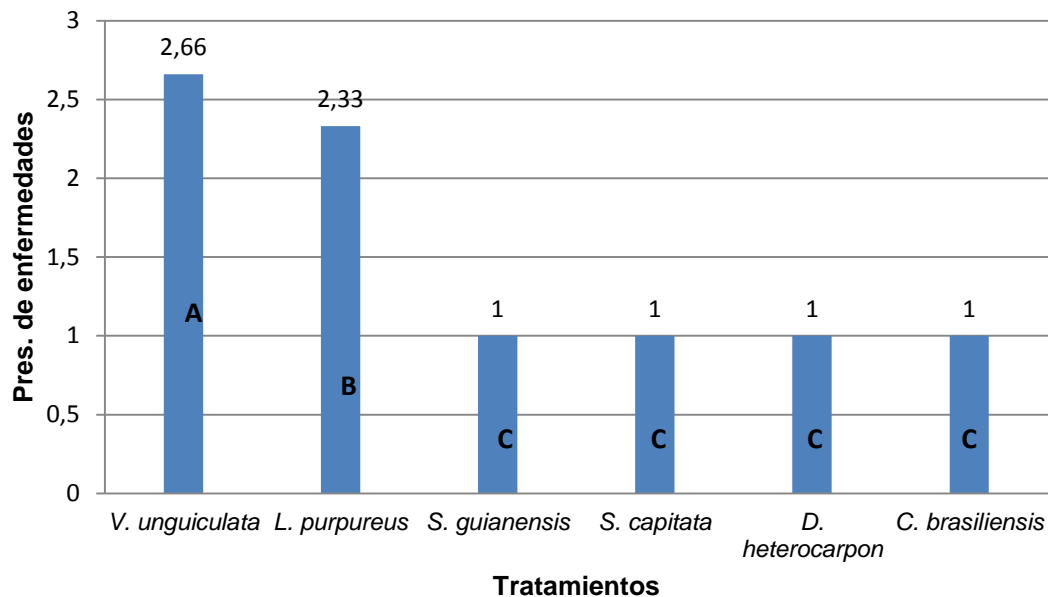
(González y Chow. 2008), reportan en su estudio de igual manera que las especies con mayor incidencia de plagas son los tratamientos *Vigna unguiculata* con una incidencia de 3 y *Lablab purpureus* con 2.25, mientras que para este ensayo los resultados obtenidos fueron 2.66 y 2.33 respectivamente. En lo referente al tratamiento *Stylosanthes guianensis* este presentó un nivel de incidencia de 1, evidenciando un comportamiento similar al tratamiento evaluado en este estudio que también presentó una incidencia de 1.

7.2.7 Presencia de enfermedades. Al analizar los datos obtenidos de esta variable durante la fase de producción se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P=0.05$) en la prueba de ANOVA (Anexo 3).

Estas diferencias se fundamentan principalmente en la adaptación que presentó cada especie ya que el *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes capitata*,

Desmodium heterocarpon y *Canavalia brasiliensis* se establecieron satisfactoriamente y no presentaron índices de enfermedad notorios. Caso contrario de las leguminosas *Vigna unguiculata* y *Lablab purpureus* las cuales no se adaptaron a las condiciones de la vereda El Tablón y por tanto se convirtieron en plantas susceptibles a la presencia de enfermedades (Figura 25).

Figura 25. Presencia de enfermedades en los tratamientos evaluados en la fase de producción



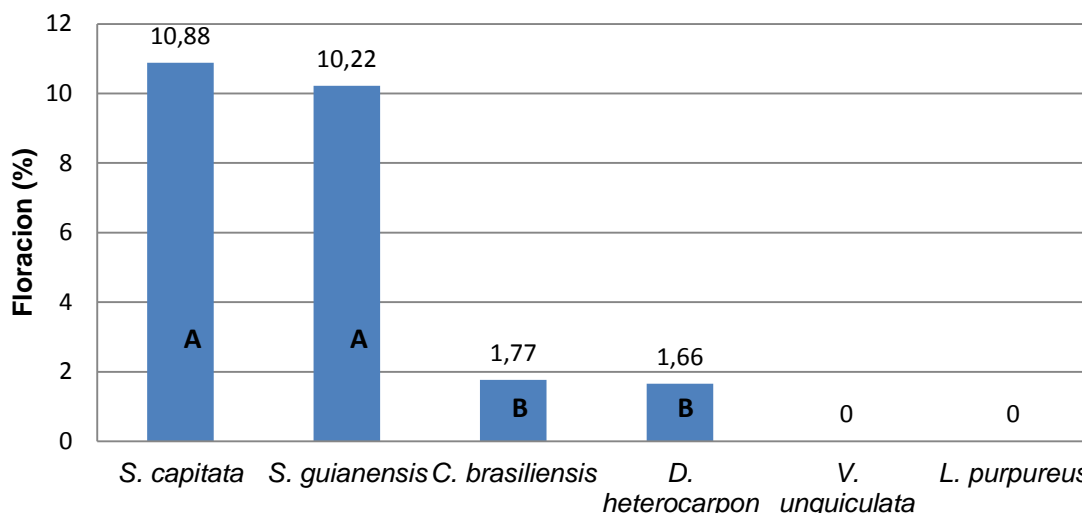
Este estudio coincide con el realizado por (González y Chow. 2008), en donde se afirma que la especie con mayor incidencia de enfermedades es *Vigna unguiculata* con 2.25 en comparación con los 2.66 de este ensayo, los estudios también se asemejan en lo referente al comportamiento evidenciado por los tratamientos *Canavalia brasiliensis* y *stylosanthes guianensis*, ya que estos reportaron una incidencia de 1 similar a la registrada en este trabajo, en donde también se obtuvieron registros de 1 para los 2 tratamientos. En lo referente al tratamiento *Lablab purpureus* estos estudios difieren, ya que (González y Chow 2008), reportan una incidencia de 1 y en este estudio se registraron niveles de incidencia de hasta 2.33.

7.2.8 Floración. Mediante el análisis de varianza (ANOVA), se pudieron determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos dispuestos en campo (P=0.05).

Estas diferencias vuelven una necesidad la aplicación de una prueba de promedios (DUNCAN), encontrando que: los tratamientos *Stylosanthes capitata* (10.88%), *Stylosanthes guianensis* (10.22%), presentaron los mayores índices de floración (Figura 26), alcanzados debido a que el desarrollo fenológico del cultivo se cumplió (Peters et al, 2011).

Los tratamientos *Canavalia brasiliensis* (1.77%), *Desmodium heterocarpon* (1.66%), *Vigna unguiculata* (0%), *Lablab purpureus* (0%), presentaron un comportamiento similar. Los tratamientos *Canavalia brasiliensis* (1.77%) y *Desmodium heterocarpon* (1.66%) alcanzaron una baja formación de flores, y los tratamientos *Vigna unguiculata* (0%) y *Lablab purpureus* (0%) se vieron seriamente limitados en su desarrollo fenológico por el ataque de plagas y la presencia de enfermedades del que fueron objeto, esto genero un desgaste en las plantas que no tuvieron la capacidad para entrar en el estado de floración.

Figura 26. Porcentaje de floración presentado por los tratamientos durante la etapa de producción



(González y Chow. 2008) no reportan ningún resultado para la variable floración, lo que indica que no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en evaluación (P=0.05).

Los resultados obtenidos en este estudio presentan algunas similitudes y diferencias con el trabajo realizado por Quiñones y Grimaldo (2011) en lo referente al comportamiento de el tratamiento *Canavalia brasiliensis*. Para este ensayo se registró una floración de 1.77%, que se asemeja a lo encontrado por los anteriores autores en: La Cocha para época seca con 1% y Versalles con 4% en época seca y 2% en época de lluvias. En cuanto a las diferencias se tiene que (Quiñones y Grimaldo. 2011) evidenciaron los siguientes comportamientos: La cocha (35%) en época de lluvia, El Limonar (14%) en época seca y (18%) en época de lluvia, El

Porvenir (10%) en época seca y (27%) en época de lluvias y El Punto de la i con 13% en época seca y (33%) en época de lluvias.

Estos estudios en donde se obtuvo un 0% de floración para el tratamiento *Lablab purpureus* difieren de los llevados a cabo por (Rodríguez. 2010) en donde se registro lo siguiente: La Cocha (17%) en época de lluvias, El Limonar (5%) en época de lluvias, El Porvenir (5%) en época de lluvias, y Punto de la i con 19% en época de lluvias. En cuanto al comportamiento registrado por (Rodríguez. 2010) para esta variable en El Limonar durante la época seca fue de 0%, similar a los datos obtenidos en este estudio.

7.2.9 Producción de vainas. En cuanto a esta variable en la fase de producción no se encontraron diferencias estadísticas con respecto al comportamiento de los tratamientos evaluados ($P=0.05$).

Estos estudios difieren de los llevados a cabo por (Quiñones y Grimaldo. 2011) en lo referente al tratamiento *Canavalia brasiliensis* en donde ellos registraron los siguientes datos para producción de vainas: La Cocha (32%) en época de lluvia, El Limonar (17%) en época de lluvia, El Porvenir (5%) en época seca y (35%) en época de lluvias y El punto de la i con 5% en época seca.

Los resultados obtenidos en este estudio presentan diferencias y similitudes con los obtenidos por (Rodríguez. 2010), en lo referente a la formación de vainas para el tratamiento *Lablab purpureus*. (Rodríguez. 2010), encontró que para El Porvenir en época de lluvias la formación de vainas fué de (0%), al igual que en el presente estudio en donde la formación de vainas también fué de (0%). Estos estudios también presentan ciertas diferencias, dado que (Rodríguez. 2010), registró lo siguiente: La Cocha (19%) en época de lluvias, El Limonar (8%) en época de lluvias, y Punto de la i con (21%) para la época de lluvias.

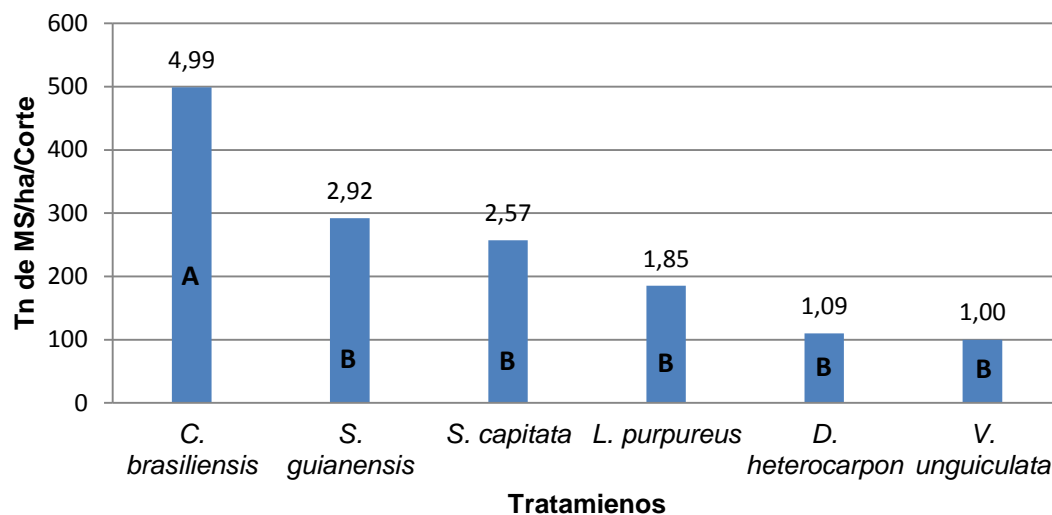
7.2.10 Producción de materia seca. A partir del análisis de varianza (ANOVA) realizado para la producción de materia seca, se determinó que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P=0.05$).

Para establecer dichas diferencias se realizó una prueba de promedios DUNCAN (Anexo D) para evaluar el comportamiento de cada una las especies, lo que arrojó dos grupos, en el primer grupo se encuentra el tratamiento con los mejores parámetros de producción que es *Canavalia brasiliensis* con 4.99 Ton MS/corte/ha (Figura 27).

Esto se dió esencialmente por el buen comportamiento que exhibió la especie al conjunto de factores ambientales a los que se vió sometida, reflejándose principalmente en el vigor, cobertura del suelo y producción de follaje. El segundo

grupo con los tratamientos *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes capitata*, *Vigna unguiculata*, *Desmodium heterocarpon* y *Lablab purpureus* con 2.92 Ton MS/corte/ha, 2.57 Ton MS/corte/ha, 1.85 Ton MS/corte, 1.09 Ton MS/corte/ha y 1Ton MS/corte/ha, respectivamente. Los *Stylosanthes* presentaron un buen comportamiento en cuanto a producción de MS, pero menores a los de la *Canavalia brasiliensis*, esta diferencia se debió principalmente al hábito de crecimiento erecto y a la velocidad de establecimiento evidenciado por las especies; En lo referente a las accesiones *Lablab purpureus* y *Vigna unguiculata* el bajo desempeño mostrado por estas se debe en gran medida a que fueron altamente atacadas por plagas y enfermedades a lo largo de todo el ensayo, dificultando así el óptimo desarrollo fenológico de las mismas.

Figura 27. Producción de materia seca de las especies evaluadas



Estos estudios difieren de los llevados a cabo por (González y Chow. 2008), en donde se reporta que el tratamiento con el mejor comportamiento productivo es *Stylosanthes guianensis* con 3717kg MS/ha, a diferencia de los 2923kg MS/ha reportados en este estudio, en donde el *Stylosanthes guianensis* presentó un buen comportamiento, pero se mantuvo detrás de el tratamiento *Canavalia brasiliensis* que evidenció 4990kg MS/ha y que para el estudio de (González y Chow. 2008) se reportó una producción de 374.28kg MS/ha. En lo referente al tratamiento *Lablab purpureus* los resultados difieren, ya que ellos obtuvieron un rendimiento de 206.82kg MS/ha y en este trabajo el rendimiento alcanzó los 1853kg MS/ha, estos rendimientos son bajos y se deben principalmente a la baja supervivencia presentada por las plantas durante el ensayo, ocasionado por el ataque de plagas y enfermedades del cual fueron objeto. Los comportamientos evidenciados por el tratamiento *Vigna unguiculata*, son similares en los dos ensayos, ya que (González y Chow. 2008) reportaron una producción de 966.79 kg MS/ha y en

este estudio se reportaron rendimientos de 1000kg/ha, estos resultados evidencian la disminución en general de los parámetros evaluados para estas dos especies, ocasionado en gran medida por el constante ataque de plagas y enfermedades del que fueron objeto a lo largo de todo el ensayo.

Estos estudios presentan similitudes y diferencias en lo referente al tratamiento *Canavalia brasiliensis* en comparación con los resultados obtenidos por (Quiñones y Grimaldo. 2011). La producción promedio para el tratamiento *Canavalia brasiliensis* en este ensayo fué de 499gr MS/m² que es una producción similar a la registrada por (Quiñones y Grimaldo. 2010) en: La Cocha con 768gr MS/m² en época seca, El Porvenir con 428gr MS/m² en época seca y El Punto de la I con (560gr MS/m²) en época de lluvias. En lo referente a las diferencias encontradas en estos estudios se tiene que (Quiñones y Grimaldo. 2011) registraron los siguientes comportamientos para el tratamiento *Canavalia brasiliensis*: La Cocha con 1072gr MS/m² en época de lluvias, El Limonar con 1172gr MS/m² en época seca y 1680gr MS/m² en época de lluvias, El Porvenir con 1168gr MS/m² en época de lluvias, El Punto de la I con 816gr MS/m² en época seca y Versalles con 1024gr MS/m² en época seca y 1304gr MS/m² en época de lluvias.

Estos estudios difieren de los llevados a cabo por (Rodríguez. 2010), ya que en comparación con los 185.3gr MS/m² registrado en el presente estudio, (Rodríguez. 2010) registró lo siguiente: La Cocha 476gr MS/m² en época seca y 1336gr MS/m² en época de lluvias, El Limonar con 440gr MS/m² para la época seca y 580 gr MS/m² para la época de lluvias, El Porvenir con 64gr MS/m² para la época de lluvias, y Punto de la I con 792gr MS/m² en época seca y 680gr MS/m² en época de lluvias.

7.3 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES

En la tabla 2, se muestra las correlaciones existentes entre las once variables analizadas. Dentro del estudio se pudo identificar que las correlaciones más sobresalientes implican a las variables vigor, cobertura, área descubierta, plagas y enfermedades. Entre ellas existen relaciones directas; cuando una variable ejerce un efecto positivo en la otra y relaciones indirectas; donde el estatus de una variable influye negativamente en la otra variable evaluada.

Tabla 2. Matriz de Correlaciones existentes entre las variables

	Vig	Cob	Alt	Mal	Ades	Plag	Enf	Flo	Vai	MVT	MS	MS/m ²
Vig	1.00											
Cob	0.78	1.00										
Alt	0.33 0.03	0.68 <.0001	1.00									
Mal	-0.72 <.0001	-0.57 <.0001	-0.18 0.24	1.00								
Ades	-0.68 <.0001	-0.97 <.0001	0.72 <.0001	0.38 0.0129	1.00							
Plag	-0.77 <.0001	-0.69 <.0001	-0.20 0.1890	0.67 <.0001	0.60 <.0001	1.00						
Enf	-0.77 <.0001	-0.69 <.0001	-0.20 0.1890	0.67 <.0001	0.60 <.0001	1.00 <.0001	1.00					
Flo	0.51 0.0005	0.12 0.41	-0.04 0.78	-0.32 0.03	-0.06 0.68	-0.28 0.06	-0.28 0.06	1.00				
Vai	0.27 0.08	0.34 0.02	0.43 0.003	-0.18 0.25	-0.33 0.02	-0.076 0.63	-0.07 0.63	0.04 0.79	1.00			
MVT	0.43 0.003	0.56 <.0001	0.72 <.0001	-0.30 0.04	-0.56	-0.27 0.07	-0.27 0.07	0.27 0.08	0.66	1.00		
MS	0.15 0.32	0.15 0.32	0.08 0.60	0.07 0.64	-0.20 0.20	-0.24 0.11	-0.24 0.11	0.13 0.38	0.17 0.25	0.27 0.08	1.00	
MS/m ²	0.43 0.004	0.53 0.0002	0.69 <.0001	-0.25 0.10	-0.54	-0.27 0.07	-0.27 0.07	0.27 0.07	0.71	0.97 <.0001	0.44 0.03	1.0 0

Vig = vigor, Cob = cobertura, Alt = altura de plantas, Mal = malezas, Ades = área descubierta, Plag = plagas, Enf=enfermedades, Flo = floración, Vai = vainas, MVT= materia verde total, MS = materia seca, MS/m² = materia seca/m²

Una de las correlaciones más sobresalientes es la que se forma entre vigor y cobertura (0.78), el correcto funcionamiento de esta correlación se ve reflejado en el área colonizada por la especie en evaluación; esto está determinado principalmente por la adaptabilidad que presenta la planta a las condiciones edafoclimáticas de la zona. Es importante mencionar que otra correlación importante es la que existe entre el vigor, ataque de plagas (-0.77) y presencia de enfermedades (-0.77), esto se ve evidenciado primordialmente en que los tratamientos que presentaron un vigor sobresaliente evidenciaron un menor ataque de plagas y presencia de enfermedades durante las evaluaciones llevadas a cabo a lo largo del ensayo.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones edafoclimáticas de la vereda El Tablón *Canavalia brasiliensis* presentó el mejor comportamiento agronómico durante las dos fases del ensayo. La producción de forraje fue de 4.99 Tn MS/ha, precedido por *Stylosantes capitata* con 2.92 Tn MS/ha y *Stylosantes guianensis* con 2.57 Tn MS/ha cada seis semanas.

El *Desmodium heterocarpon* durante la fase de establecimiento no exhibió un comportamiento sobresaliente. Pero obtuvo un gran progreso en la fase de producción convirtiéndose en uno de los tratamientos con mejor comportamiento agronómico.

Vigna unguiculata y *Lablab purpureus*, mostraron la menor adaptación agronómica, su alta susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades afectaron su establecimiento.

Las especies promisorias para las condiciones de la zona, en su orden son: *Canavalia brasiliensis*, *Desmodium heterocarpon*, *Stylosanthes capitata* y *Stylosanthes guianensis*.

Las especies que presentaron la mayor tolerancia a plagas y enfermedades presentes en la zona fueron *Canavalia brasiliensis* y *Stylosanthes capitata* e igualmente fueron estas especies las que exhibieron el mejor comportamiento productivo, convirtiéndose entonces en alternativa de uso para el establecimiento de praderas en la zona.

9. RECOMENDACIONES

Realizada la evaluación agronómica de las seis leguminosas, se recomienda las especies *Canavalia brasiliensis*, *Desmodium heterocarpon*, *Stylosanthes capitata* y *Stylosanthes guianensis* ya que fueron las especies promisorias para las condiciones de la zona de El Tablón.

Una vez establecidas una o varias de estas especies se debe respetar los periodos de recuperación entre cortes con el objeto de obtener rendimientos óptimos en cobertura y producción de biomasa.

Desmodium heterocarpon, *Stylosanthes capitata* y *Stylosanthes guianensis*, tienen habilidad asociativa con gramíneas. Lo cual genera la necesidad de realizar un estudio para determinar cuáles presentan el mejor comportamiento agronómico en sistemas productivos asociados.

Se recomienda llevar a cabo pruebas de palatabilidad, digestibilidad y resistencia al pastoreo a las diferentes especies evaluadas en este ensayo.

Dado que el tratamiento *Canavalia brasiliensis* presento la mayor producción de materia seca, es la que se recomienda para producción de forraje dentro de la unidad productiva.

BIBLIOGRAFÍA

BERMÚDEZ A.S. 2001. Importancia de los alimentos funcionales. Seminario de Alimentos Funcionales, ILSI Nor-Andino, Cap. Venezuela, Caracas.

BERNAL, J. 1994. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Tercera edición. P 544.

BOWMAN, G., SHIRLEY, C., CRAMER, C. 2000. Overview of Legume Cover Crops: Managing Cover Crops Profitably. 2 ed. Sustainable Agricultural Network. 212 p

BINDER, U. 1997. Manual de Leguminosas de Nicaragua. Tomo I y II. PASOLAC, E.A.G.E. Estelí, Nicaragua. 528 pag.

BROCKWELL, J., BOTTOMLEY P. J. Y THIES, J. E. 1995. Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: A critical assessment. Plant and Soil 174:143-180.

CASTILLO, PEDRO SAÚL. 2010. Plagas del cultivo de frijol caupi. Tumbes, Perú, Universidad Nacional de Tumbes; Departamento Académico de Sanidad Vegetal y Producción Pecuaria.

CHAMORRO, DIEGO. GALLO, JORGE. ARCOS, JUAN. VANEGAS, MIGUEL., 1998. Gramíneas y Leguminosas, consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico Bajo. Boletín de investigación. CORPOICA. Regional 6. Doc. 18405. Capítulo 6.

CHIEN, S. H., CARMONA, G., MENON, R. G. Y HELLUMS, D. T. 1993. Effect of phosphate rock sources on biological nitrogen fixation by soybean. Fertilizer Research 34: 153-159.

CRC, 2007. Ubicación y Medidas De Control De Procesos Erosivos De La Cuenca Del Rio Cauca, Departamento Del Cauca. Informe ejecutivo; Popayán.

DANSO S. K. A., BOWEN G. D. Y SANGINGA, N. 1992. Biological nitrogen fixation in trees in agro-ecosystems. Plant and Soil 141: 177-196.

GONZÁLEZ, M. S. 1992. Selectividad y productividad de leche en pasturas de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis Mag. Sc.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 142p.

GONZALES J.A Y CHOW L.R, 2008. Comportamiento agronómico y productivo de nueve leguminosas herbáceas forrajeras, en el municipio de Muy Muy, Matagalpa. Trabajo de graduación Ingeniero Agrónomo Generalista. Managua. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; Facultad de Agronomía.

GROF, B. 1982. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume-grass associations. *Tropical Agriculture* 59(1): 33-37.

Grupo de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, 2010. Proyecto “Aumento De La Productividad, Competitividad y Sostenibilidad De Sistemas De Pequeños Y Medianos Productores De Carne En La Cuenca Del Patía Y Meseta De Popayán” (Informe IV). Popayán. Cauca.

HANSEN, A. P. 1994. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes: achievements and perspectives. *Hohenheim Tropical Agricultural Series*. Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. 248 p.

HALLIDAY, J., P. SOMASEGARAN. 1983. Nodulation, nitrogen fixation, and *Rhizobium* strain affinities in the genus *Leucaena*, p. 27-32. In A. Chouinard (ed.), *Leucaena research in the AsianPacific region*. Unipub, New York.

LASCANO, C. E. y P. AVILA. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.

LENNÉ, J.M. 1981. Reaction of *Desmodium* species and other tropical pasture legumes to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Tropical Grasslands* 15(1): 17-20.

LENNÉ, J.M. 1985. *Synchytrium desmodii*, cause of wart disease of the tropical pasture legume *Desmodium ovalifolium* in Colombia. *Plant Disease* 9(69): 806-808.

LEWIS, G., SCHRIRE, B., MACKINDER B. Y LOCK M. 2005. *La Enciclopedia Ilustrada de las Leguminosas: Sistemática, Filogenia, Biogeografía y usos de la Familia a nivel Mundial*. The Royal Botanic Garden, Kew, Reino Unido. 577p.

MARTINEZ, D. M., and ALARCON, L. 1997. Efecto de los inhibidores presentes en materias primas vegetales sobre las proteasas alcalinas de los peces. VI Congreso Nacional de Acuicultura, Cartagena España, Marzo de 1997

PEDRAZA, R.; RONCEDO, C. S.; CARRIZO DE BELLONE, S., BELLONE, C. H.; PÉREZ, H. E. 2001. Diferenciación de rizobios nativos que nodulan cuatro leguminosas forrajeras en Tucumán, Argentina Ciencia del suelo Vol.19 (1), 3. ISSN 03326 – 3169.

PETERS, M; FRANCO, L.H.; SCHMIDT, A.; HINCAPIÉ, B. (2011): Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del Trópico Americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia 212 p. (CIAT publication no. 374).

PRESTON, T. y LENG R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condit. Colombia. 312p.

QUIÑONEZ, J.A. y CAMAYO, U.G. 2011. Respuesta agronómica de ocho accesiones de *Canavalia brasiliensis* en cinco ambientes del trópico bajo. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán. Cauca: Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RODRIGUEZ, V. Evaluación de genotipo ambiente de *lablab purpureus* en cinco ambientes del trópico bajo. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán. Cauca: Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias, sin publicar.

ROSALES M. 1998. Mezcla de forrajes, uso de la biodiversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales; Memorias de una Conferencia Electrónica; Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica; FAO-CIPAV; Cali, Colombia.

PÉREZ, R; A, RINCÓN; CIPAGAUTA M; SCHMIDT, A; PLAZAS, C Y LASCANO, C. 2002. Maquenque (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. subsp. ovalifolium (Prain.) Ohashi CIAT 13651): Leguminosa de usos múltiples en sistemas agropecuarios en Colombia. Villavicencio Colombia.

SÁNCHEZ, D. 2006. Evaluación de germoplasmas de leguminosas herbáceas forrajeras de en el centro de desarrollo tecnológico San Isidro, durante el ciclo 2005-2006. Tesis. UNAN CUR – Matagalpa. Nicaragua. 64 p.

SCHMIDT, A. & SCHULTZE-KRAFT, R. (eds.) 1997: *Desmodium ovalifolium* – la conocemos? Memorias del 1er Taller de Trabajo del Proyecto "La interacción genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium ovalifolium*", 19 de marzo de 1996. Documento de Trabajo No. 171, 1997. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 87 p

SCHULTZE-KRAFT, R. & BENAVIDES, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. Genetic Resources Comunication (CSIRO) 12: 1-20.

SHAW, N. H., L. MANNETJE. 1970. Studies on spear grass pasture in central coastal Queensland. The effect of fertilizer, stocking rate, and oversowing with *Stilosantes humillis* on beef production and botanical composition. *Trop. Grassl.* 43-56

SIERRA, J. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Universidad de Antioquia. Medellin, Colombia. 244 p.

STEVENSON, F.J. 1982. Origin and Distribution of Nitrogen in Soil. In Nitrogen in Agricultural Soils. Stevenson F.J., Ed. American Society of Agronomy. Madison, WI US. p. 1-42.

SUÁREZ, S. 1992. Selección de gramíneas y leguminosas de uso múltiple y de bajos requerimientos en la zona cafetera. Avances Técnicos No. 181. CENICAFÉ, Chinchiná, Caldas, Colombia. 4 p.

TANG, C., HINSINGER, P., JAILLARD, B., RENGEL, Z., DREVON, J. J. 2001. Effect of phosphorus deficiency on the growth, symbiotic N₂ fixation and proton release by two bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. *Agronomie* 2: 683–689.

TOLEDO, JOSÉ MARÍA. 1982. Manual para la evaluación agronómica Cali: Osvaldo Paladines y Carlos Lascano.


TORRES, J. 2007. Evaluación y caracterización de germoplasma de leguminosas forrajeras aplicando métodos participativos con productores de San Rafael del Norte. Informe Técnico. INTA Centro Norte – CEVAS. San Isidro, Matagalpa. Nicaragua. 17 p.

TORRES C. y ARCOS O., Evaluación agronómica de leguminosas multipropósito en los municipios de Rosas y la Sierra Cauca. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán. Cauca: Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias, sin publicar.

ZAHARAN, H. H. 1999. Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 63:968-989.

ANEXOS

Anexo A. Análisis de suelos para el lote del ensayo.

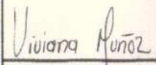
 Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca		Nombre: Jaime Mauricio Valencia		DD	MM	AA	
		Finca: El Carrizal		Fecha entrada :	23	4	2010
		Tel / Fax:		Fecha salida :	4	5	2010
		Vereda: El Tablón		Material : Suelo			
		Municipio: Popayán		Tipo de análisis : Completo			
		Dpto: Cauca					

RESULTADOS DEL ANALISIS																						
Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2,5	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	CICe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000	1000-2000	2000-3000															
					M.O (%)																	
1	29128	0,2	5,60	0,5	9,50		3,6	7,0	0,30	1,10	0,40	0,46	0,41	2,37	0,24	0,8	9,5	4,7	1,6	T	T	
			D	C	A		F		C	F	F	A	F		C	D	D	D	C	F	F	
														0,00								
														0,00								
														0,00								

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION							OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES			Metodos de análisis												
Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/Ha					Textura: Franco Si Hay evidencia de cenizas volcanicas. T = Trazas RECOMENDACIÓN: 25 a 30 dias antes dela siembra incorporar al suelo 300 kg/Ha de Cal dolomítica, mas 200 kg/Ha de roca fosforica o calfos. Inmediatamente antes de la siembra, pasado los 30 dias aplicar 300 Kg/Ha de abono 10-30-10, mas 30 kg de Bórax. Cada segundo corte o pastoreo adicionar 110 kg/Ha de Urea, se recomienda adicionarla bien caída la tarde. Para el sostenimiento del pasto durante el año adicionar 180 kg/Ha de abono 10-30-10 dividido en 2 o 3 aplicaciones al año. Nota: este suelo le es de gran ayuda para mejorar su condición fisica quimica la adicion de Materia Organica. Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.			Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: ACONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorción Atomica y/o Azometr											
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO															
1	29128	Establecimiento pasto Brachiaria																				


Vo Bo Director

Carrera 6 Calle 22N Edificio OO.PP Departamentales
Tel: 8237893-8231043-8235635

Anexo B. Formato de Evaluación

Fecha	Numero	Repretición	Vigor	Cobertura	Altura	Area Maleza	Area Descubierta	Plagas	Enfermedades	Floración	Vaina	MVT	MVS	PSS	Observaciones
D/M/A			1 A 5	%	Cm	%	%	1 A 4	1 A 4	%	%	Gr	Gr	Gr	

Anexo C. Análisis de Varianza en establecimiento y producción de seis especies de leguminosas

VARIABLE	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr>f
ESTABLECIMIENTO						
VIG	Modelo	7	10.87294415	1.55327774	2.11	0.0708
	Error	32	23.52705585	0.73522050		
	Total	39	34.40000000			
COB	Modelo	7	5163.23379	737.60483	4.69	0.0010
	Error	32	5035.16621	157.34894		
	Total	39	10198.40000			
ALT	Modelo	7	11174.65184	1596.37883	10.72	<.0001
	Error	31	4614.27124	148.84746		
	Total	38	15788.92308			
MAL	Modelo	7	81.3341224	11.6191603	0.94	0.4926
	Error	32	397.0658776	12.4083087		
	Total	39	478.4000000			
ADES	Modelo	7	4708.718547	672.674078	4.29	0.0019
	Error	32	5020.881453	156.902545		
	Total	39	9729.600000			
PLA	Modelo	7	10.23598352	1.46228336	13.91	<.0001
	Error	32	3.36401648	0.10512551		
	Total	39	13.60000000			
ENF	Modelo	7	3.33791852	0.47684550	4.98	0.0007
	Error	32	3.06208148	0.09569005		
	Total	39	6.40000000			
FLO	Modelo	7	17.4231190	2.4890170	0.45	0.8620
	Error	32	176.5518810	5.5172463		
	Total	39	193.9750000			

Continúa el Anexo C.

PRODUCCIÓN						
VIG	Modelo	7	23.05555556	3.29365079	11.18	<.0001
	Error	34	10.01587302	0.29458450		
	Total	41	33.07142857			
COB	Modelo	7	16738.11111	2391.15873	29.79	<.0001
	Error	34	2729.22222	80.27124		
	Total	41	19467.33333			
ALT	Modelo	7	38684.48413	5526.35488	61.98	<.0001
	Error	34	3031.63492	89.16573		
	Total	41	41716.11905			
MAL	Modelo	7	710.420635	101.488662	10.25	<.0001
	Error	34	336.555556	9.898693		
	Total	41	1046.976190			
ADES	Modelo	7	12635.39683	1805.05669	22.16	<.0001
	Error	34	2768.88889	81.43791		
	Total	41	15404.28571			
PLA	Modelo	7	11.88095238	1.69727891	48.47	<.0001
	Error	34	1.19047619	0.03501401		
	Total	41	13.07142857			
ENF	Modelo	7	11.88095238	1.69727891	48.47	<.0001
	Error	34	1.19047619	0.03501401		
	Total	41	13.07142857			
FLO	Modelo	7	921.309524	131.615646	3.73	0.0043
	Error	34	1200.809524	35.317927		
	Total	41	2122.119048			
VAI	Modelo	7	1.73015873	0.24716553	1.07	0.4064
	Error	34	7.88888889	0.23202614		
	Total	41	9.61904762			
MS	Modelo	7	369.517773	52.788253	1.11	0.3821
	Error	34	1623.661441	47.754748		
	Total	41	1993.179214			
MS/m²	Modelo	7	826020.189	118002.884	4.26	0.0018
	Error	34	942732.574	27727.429		
	Total	41	1768752.763			

VIG = vigor, COB = cobertura, ALT = altura, MAL = malezas, ADES = área descubierta, PLA = plagas, ENF = enfermedades, FLO = floración, VAI = vainas, MS = materia seca, MS/m²

Anexo D. Prueba de significancia de rango múltiple de Duncan en establecimiento y producción de seis especies de leguminosas

VARIABLE	GRUPO	MEDIA	TRATAMIENTO
ESTABLECIMIENTO			
VIG	A	3.5000	2
	A, B	3.1667	4
	A, B	3.1429	3
	A, B, C	2.6667	1

Continúa Anexo D.

	C, B	2.4000	6
	C	2.0000	5
COB	A	51.000	2
	A, B	41.111	1
	A, B	41.000	6
	B, C	29.167	4
	B, C	26.857	3
	C	17.714	5
ALT	A	61.500	2
	B	32.000	6
	B	30.889	1
	C	16.286	3
	C	15.500	4
	C	8.000	5
MAL	A	7.857	5
	A	5.286	3
	A	4.667	2
	A	4.556	1
	A	4.400	6
	A	4.167	4
ADES	A	74.429	5
	A, B	67.857	3
	A, B, C	66.667	4
	B, C, D	54.600	6
	C, D	52.111	1
	D	43.333	2
PLAG	A	2.2000	6
	A	2.0000	1
	B	1.1667	2
	B	1.0000	3
	B	1.0000	5
	B	1.0000	4
ENF	A	1.6667	1
	A	1.4000	6
	B	1.0000	3
	B	1.0000	4
	B	1.0000	5
	B	1.0000	2
FLO	A	3.571	3
	A	3.400	6
	A	2.714	5
	A	2.667	2
	A	2.222	1
	A	2.000	4
PRODUCCIÓN			
VIG	A	4.2222	2
	A	4.1111	4
	A	4.0000	5

Continúa Anexo D.

	A	4.0000	3
	B	2.0000	1
	B	2.0000	6
COB	A	85.444	2
	B	61.111	5
	B	53.444	3
	B	51.111	4
	C	23.333	6
	C	16.667	1
ALT	A	95.889	2
	B	30.333	4
	B, C	25.111	3
	B, C	22.667	1
	B, C	22.667	6
	C	14.333	5
MAL	A	21.667	6
	B	15.000	1
	C	8.556	3
	C	7.556	2
	C	6.889	5
	C	6.889	4
ADES	A	68.333	1
	B	55.000	6
	C	42.000	4
	C	38.000	3
	C	32.556	5
	D	7.000	2
PLAG	A	2.6667	1
	B	2.3333	6
	C	1.0000	3
	C	1.0000	4
	C	1.0000	5
	C	1.0000	2
ENF	A	2.6667	1
	B	2.3333	6
	C	1.0000	3
	C	1.0000	4
	C	1.0000	5
	C	1.0000	2
FLO	A	10.889	4
	A	10.222	3
	B	1.778	2
	B	1.667	5
	B	0.000	1
	B	0.000	6

Continúa Anexo D

VAI	A	0.4444	2
	A	0.0000	1
	A	0.0000	3
	A	0.0000	4
	A	0.0000	5
	A	0.0000	6
MS	A	36.223	6
	A	32.913	3
	A	32.406	2
	A	32.161	4
	A, B	30.576	5
	B	22.651	1
MS/m²	A	499.0	2
	B	292.3	3
	B	257.4	4
	B	185.3	6
	B	109.8	5
	B	100.0	1

VIG = vigor, COB = cobertura, ALT = altura, MAL = malezas, ADES = área descubierta, PLA = plagas, ENF = enfermedades, FLO = floración, VAI = vainas, MS = materia seca, MS/m² = materia seca/m²