

**EVALUACIÓN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS  
DEMOSTRATIVAS CON ASOCIACIONES FORRAJERAS PARA SISTEMAS DE  
PASTOREO EN EL VALLE DEL PATÍA.**



Universidad  
del Cauca

**SIRLEY CARRILLO HERNÁNDEZ**

**JESUS GERARDO GALINDEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2014**

**EVALUACIÓN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS  
DEMOSTRATIVAS CON ASOCIACIONES FORRAJERAS PARA SISTEMAS DE  
PASTOREO EN EL VALLE DEL PATÍA.**

**SIRLEY CARRILLO HERNÁNDEZ**

**JESÚS GERARDO GALINDEZ**

**Trabajo de grado modalidad de investigación para optar el título de:**

**Ingeniero Agropecuario**

**DIRECTOR**

**M. Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2014**

## 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, \_\_\_\_\_ 2014

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la Virgen por la vida que me han regalado, por permitirme este logro tan importante, por toda la sabiduría y fortaleza para enfrentar las adversidades.

A mi madre Rubiela Hernández a quien amo, admiro y agradezco por todo su amor, comprensión, apoyo e infinitas cosas que me ha brindado día tras día, por ella y para ella son cada uno de mis logros.

A mi padre Jesus Elias Carrillo por su amor, sacrificio y apoyo constante.

A mis hermanas, Albenis, Deysi y Johana, sin ellas esto no hubiese sido posible, siempre incondicionales y confiando en mí, e igualmente a mi hermano Jesus Erney y a mi sobrinito Juan José, la luz en mi familia.

En memoria de mi abuela. ..

**Sirley Carrillo Hernandez.**

A DIOS, por ser el principio de todo, por la salud con que me rejuvenece, sabiduría con que me hace funcionar, por la abundancia con que suple mis necesidades, necesaria para culminar otra meta en la vida.

A mi madre, ROSA ELVIRA GALINDEZ MALES Por haberme dado la vida y con su esfuerzo y amor me enseñó el camino del bien; esta meta sea una recompensa, que Dios la bendiga.

A mis hermanos, RURICO O. GALINDES Y DOUMER O. GALINDEZ agradecimientos sinceros por su esfuerzo y apoyo incondicional por lograr este objetivo.

A la familia, CARVAJAL HOYOS, por regalarme esta oportunidad, por darme fortaleza, apoyo moral y comprensión para poder lograr esta meta y permitirme ser un integrante más de su familia.

A la familia HOYOS RENGIFO, agradecimientos sinceros por contribuir y darme apoyo incondicional.

**Jesús Gerardo Galindez.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

A la universidad del Cauca- facultad de Ciencias Agrarias, por ser la institución que nos acogió en nuestro proceso formativo.

Al Grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria de la Universidad del Cauca, por suministrarnos los recursos técnicos y financieros para la ejecución de este proyecto.

A nuestro director M.Sc Nelson José Vivas Quila, por compartir sus conocimientos con nosotros, por orientarnos y brindarnos su amistad.

A la ecóloga Sandra Morales, por su apoyo intelectual.

Al ingeniero agropecuario Jhon Fredy Gutiérrez, por su valiosa colaboración, acompañamiento y apoyo durante todo el proyecto.

A todos los docentes por enseñarnos con calidad humana e intelectual, formándonos como personas integrales.

A todos nuestros amigos, que se convirtieron en nuestra familia adoptiva durante este proceso.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
1. MARCO REFERENCIAL.....	16
1.1. ANTECEDENTES.....	16
1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VALLE DEL PATÍA. ....	17
1.3. GRAMÍNEAS .....	18
1.3.1. <i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 26110 – Toledo.....	18
1.3.1.1. Origen.....	18
1.3.1.2. Consideraciones especiales.....	18
1.3.1.3. Descripción morfológica. ....	18
1.3.1.4. Adaptación y producción de forraje .....	18
1.3.1.5. Establecimiento.....	18
1.3.1.6. Plagas y enfermedades.....	19
1.3.2. <i>Brachiaria</i> híbrido cultivar (cv) Mulato II (CIAT 36087). ....	20
1.3.2.1. Origen.....	20
1.3.2.2. Consideraciones especiales.....	20
1.3.2.3. Descripción morfológica .....	20
1.3.2.4. Adaptación y producción de forraje. ....	20
1.3.2.5. Establecimiento.....	20
1.3.2.6. Plagas y enfermedades.....	21
1.3.3. <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza.....	21
1.3.3.1. Origen.....	21
1.3.3.2. Consideraciones especiales.....	21
1.3.3.3. Descripción .....	22
1.3.3.4. Adaptación y producción de forraje .....	22
1.3.3.5. Establecimiento.....	22
1.3.3.6. Plagas y enfermedades.....	22
1.3.4. <i>Dichanthium Aristatum</i> (poir) C.E. Hubb- Pasto Angleton.....	23

1.3.4.1.	Origen .....	23
1.3.4.2.	Consideraciones especiales.....	23
1.3.4.3.	Descripción morfológica .....	23
1.3.4.4.	Adaptación y producción de forraje .....	23
1.3.4.5.	Establecimiento.....	23
1.4.	LEGUMINOSAS.....	24
1.4.1.	<i>Canavalia brasiliensis</i> .....	24
1.4.1.1.	Origen .....	24
1.4.1.2.	Consideraciones especiales.....	24
1.4.1.3.	Descripción .....	24
1.4.1.4.	Adaptación y producción de forraje .....	24
1.4.1.5.	Tolerancia a plagas y enfermedades.....	24
1.4.1.6.	Establecimiento.....	24
1.5.	ASOCIACIÓN GRAMÍNEAS - LEGUMINOSAS .....	25
1.6.	CONTEXTO DE LA GANADERÍA EN EL VALLE DEL PATÍA .....	26
2.	METODOLOGÍA .....	27
2.1.	LOCALIZACIÓN.....	27
2.2.	ANÁLISIS DE SUELO.....	27
2.3.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	27
2.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
2.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	29
2.6.	SIEMBRA.....	29
2.7.	MANEJO DEL ESTABLECIMIENTO.....	30
2.8.	VARIABLES EVALUADAS.....	31
2.9.	DETERMINACIÓN DE COSTOS. ....	33
3.	RESULTADOS.....	34
3.1.	ANÁLISIS DE SUELO.....	34
3.2.	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	35
3.3.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS.....	36
3.3.1.	Recuento de plantas. ....	36
3.3.2.	vigor.....	37
3.3.3.	Cobertura.....	39

3.3.4.	Altura .....	41
3.3.5.	Presencia de plagas.....	42
3.3.6.	Enfermedades.....	44
3.4.	RESULTADOS DE PRODUCCIÓN.....	44
3.5.	RESULTADOS COSTOS.....	46
3.6.	CORRELACIONES.....	48
4.	CONCLUSIONES.....	49
5.	RECOMENDACIONES .....	50
	BIBLIOGRAFÍA.....	51

## LISTA DE TABLAS

	Pg
Tabla 1. Resultado análisis de suelo.	28
Tabla 2. Tratamientos.	28
Tabla 3. Resultado análisis de suelo.	34
Tabla 4. Precipitación y temperatura durante los meses de establecimiento.	35
Tabla 5. Costos por concepto y porcentaje para cada uno de los tratamientos.	47
Tabla 6. Correlación de Pearson.	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pg
Figura 1. Pasto Toledo establecido (a) y pasto Toledo establecido en asociación con <i>Canavalia brasiliensis</i> .	19
Figura 2. Cultivar (cv).Mulato II establecido (a) y cv. Mulato II establecido en asociación con <i>Canavalia brasiliensis</i> (b).	21
Figura 3. Cultivar (cv). Mombaza establecido (a, b) y cv. Mombaza establecido en asociación con <i>Canavalia brasiliensis</i> (c).	22
Figura 4. Potrero establecido con angleton.	23
Figura 5. <i>Canavalia brasiliensis</i> flor (a), hojas y guías (b), vaina seca y verde (c) y semilla (d).	25
Figura 6. Municipio de Patía.	27
Figura 7. Preparación del terreno.	29
Figura 8. Siembra.	30
Figura 9. Control en hoja ancha.	31
Figura 10. Grafica precipitaciones.	35
Figura 11. Diagrama recuento de plantas.	36
Figura 12. Diagrama de vigor.	37
Figura 13. <i>Canavalia brasiliensis</i> trepada en el cv. Mombaza.	38
Figura 14. Diagrama de cobertura.	39

Figura 15. Diagrama de altura.	41
Figura 16. Diagrama para presencia de plagas.	43
Figura 17. Diagrama para producción de materia seca en toneladas por hectárea año.	45
Figura 18. Diagrama costos por tratamiento.	46

## LISTA DE ANEXOS

	Pg
Anexo A. Mapa de campo.	56
Anexo B. Análisis de varianza.	57
Anexo C. Prueba de rango múltiple de DUNCAN.	58
Anexo D. Costos establecimiento <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II.	59
Anexo E. Costos establecimiento <i>Brachiaria brizantha</i> – Toledo.	60
Anexo F. Costos establecimiento <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza.	61
Anexo G. Costos establecimiento <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II + <i>Canavalia brasiliensis</i> .	62
Anexo H. Costos establecimiento <i>Brachiaria brizantha</i> – Toledo + <i>Canavalia brasiliensis</i> .	63
Anexo I. Costos establecimiento <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza + <i>Canavalia brasiliensis</i> .	64
Anexo J. Costos establecimiento <i>Dichanthium aristatum</i> – angleton.	65

## RESUMEN

Las asociaciones entre gramíneas y leguminosas, representan una opción para dar solución a la problemática de oferta forrajera que atraviesa la ganadería del trópico. En particular las leguminosas en asociación pueden contribuir a aumentar la calidad de las pasturas, y la productividad de estas, fortaleciendo la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera que ocupan un importante espacio en la economía de los productores de la región del Valle del Patía - Cauca.

Dada la importancia de las asociaciones forrajeras, en la vereda Piedra de Moler del municipio de Patía se realizó la evaluación en la fase de establecimiento de parcelas demostrativas con asociaciones forrajeras para sistemas de pastoreo en el Valle del Patía, mediante un diseño de bloques completos al azar con repeticiones, se evaluaron *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, *Brachiaria brizantha*- Toledo, *Panicum maximum* cv. Mombaza, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II + *Canavalia brasiliensis*, *Brachiaria brizantha*-Toledo + *Canavalia brasiliensis*, *Panicum maximum* cv. Mombaza + *Canavalia brasiliensis* y un testigo local *Dichanthium aristatum*- angleton, para un total de 7 tratamientos con 4 repeticiones. Mediante un análisis de varianza en el programa SPSS V 19.0, se encontraron diferencias estadísticas ( $PR > 0,05$ ) para las variables evaluadas (vigor, cobertura, altura de plantas, presencia de plagas y producción de materia seca).

*Panicum maximum* cv. Mombaza solo y asociado con *Canavalia brasiliensis* presentó el mejor comportamiento agronómico, en términos de vigor (4.73, 4.67), cobertura (88.8%, 85.9%), altura (134.7 cm, 132.8 cm) y producción de materia seca (78.82 ton/ ha/año, 75.76 ton/ ha/año) respectivamente. Estas dos opciones forrajeras sobresalieron cuando fueron evaluadas frente a praderas de *B. brizantha*, *B. híbrido* y *D. aristatum*. No obstante la introducción de especies forrajeras solas y asociadas con canavalia en todos los casos presentó mejor comportamiento agronómico que la parcela tradicional de la zona que se utilizó como testigo.

Los costos de establecimiento fueron mayores cuando se trató de las asociaciones con *C. brasiliensis*, debido al incremento causado por el valor de la semilla y la mano de obra del establecimiento de la leguminosa. Así mismo se determinó que el cv. Mombaza fue la especie que presentó el menor costo de establecimiento, puesto que por su vigor, cobertura y alta tasa de crecimiento requirió menos labores de manejo, lo que generó disminución en el costo de insumos y mano de obra, en comparación con lo requerido para las otras especies.

**Palabras claves:** Asociaciones, forrajes, gramínea, leguminosa, *Brachiaria brizantha* – Toledo, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Mombaza y *Canavalia brasiliensis*.

## ABSTRACT

The associations between grasses and legumes represent an option for to solve the problem of forage offer livestock traversing the tropics. In particular legumes in combination may contribute to increase pasture quality and productivity of these, strengthening the sustainability of livestock production systems occupy an important place in the economy of the farmers in the region of Valle del Patia - Cauca.

Due to the importance of forage associations in the village "Piedra de moler" Patía, the evaluation was carried in the stage of establishing with demonstration plots for grazing systems in Valle del Patia , with a design to complete bologues random whit four replications were evaluated *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II , *Brachiaria brizantha* -Toledo, *Panicum maximum* cv. Mombaza , *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II + *Canavalia brasiliensis* , *Brachiaria brizantha* -Toledo + *Canavalia brasiliensis* , *Panicum maximum* cv. Mombaza + *Canavalia brasiliensis* and a local forage *Dichanthium aristatum* - angleton , in total of 7 treatments.

Through an analysis of variance in SPSS 19.0 V program, statistical differences (PR > 0.05) for the evaluated variables (vigor, coverage, plant height, presence of pests and dry matter production ) were evaluated.

*Panicum maximum* cv. Mombaza alone and associated with *Canavalia brasiliensis* showed the best agronomic performance , in terms of vigor (4.73 , 4.67 ) , coverage (88.80% , 85.90 % ) , height ( 134.70 cm 132.80 cm ) and dry matter production ( 78.82 , 75.76 ton / ha / year ) respectively. These two forage alternatives were compared with *B. brizantha*, *B. hybrid* and *D. aristatum*. However the introduction of alone forage species and associated with canavalia in all cases better agronomic performance than the traditional prairie of the area that was used as a control.

Establishment costs were higher when it came to associations with *C. brasiliensis*, due to the increase caused by the value of the seed and labor of the establishment of the legume. It also was determined that the cv. Mombaza was the kind that had the lowest cost of establishment, since its vigor, coverage and high growth rate required less management activities, generating decrease in the cost of labor, compared to that required for other species.

**Key words:** Associations, forages, grasses, legumes, *Brachiaria brizantha* –Toledo, *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Mombaza and *Canavalia brasiliensis*.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería Bovina en el Departamento del Cauca participa con el 50% del producto interno bruto (PIB) regional y ocupa más del 50% de la población económicamente activa, que genera aproximadamente el 13.5% del PIB nacional. Del total del producto agropecuario, aproximadamente el 30% se origina en el sector pecuario, donde la ganadería bovina de carne y leche constituye el 90% de este sector, motor del desarrollo socioeconómico del Departamento del Cauca, pero objeto de constantes críticas, puesto que se basa en sistemas ganaderos extensivos, que han deteriorado los recursos naturales (suelo, agua, fauna y flora) básicos para la producción (Vivas, 2005).

Al ser la ganadería, una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo el país, considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia para el desarrollo del campo amerita una mayor atención, para encontrar verdaderos niveles de productividad y competitividad, que permitan generar un protagonismo necesario para la economía del país y que esté acorde con la magnitud del área destinada a esta actividad, aportando elementos para salir de la actual crisis económica, social, tecnológica y ambiental que hoy sufre el sector ganadero nacional y regional ( Mahecha, et., al 2002).

La Universidad del Cauca, el CIAT y las asociaciones de ganaderos de Mercaderes y Patía, han venido generando estrategias a través de la investigación en torno al desarrollo de alternativas forrajeras novedosas con especies tolerantes a las condiciones de sequía y baja calidad de suelos reinantes en la región. Dentro de los productos más importantes de este desarrollo de forrajes, y que se trabajaron en esta investigación, se encuentra el *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 – Toledo, el *Brachiaria* híbrido cultivar (cv) Mulato CIAT 36087, *Panicum maximun* cv Mombaza CIAT 6962 y *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009.

El mejoramiento del manejo de las sabanas nativas y de las praderas sembradas o naturalizadas, y mediante el establecimiento de leguminosas asociadas con gramíneas nativas o introducidas resultado de los procesos de investigación; asegura un forraje de mejor calidad durante todo el año (CIAT 2002). Investigaciones realizadas por Toledo (1982), han demostrado que las pasturas formadas por gramíneas puras, tienden a degradarse con el tiempo, si no se sigue un plan de manejo que incluya fertilización de mantenimiento y control de especies no deseables. Igualmente, se ha encontrado que cuando las pasturas están formadas por la asociación de leguminosas y se manejan bien, son más persistentes y su producción es más sostenida, debido al almacenamiento y el reciclaje eficiente de nutrientes dentro del ecosistema suelo – planta – animal, pues extraen relativamente poca cantidad de nutrientes del suelo (Toledo, 1982). En este sentido se evaluó la fase de establecimiento de parcelas desmostrativas con asociaciones forrajeras para sistemas de pastoreo en el Valle del Patia.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1. ANTECEDENTES

En la región geográfica del Valle del Patía, desde el año 2007 el Grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria (NUTRIFACA) en el marco 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”, evaluó en pruebas genotipo - ambiente varias leguminosas y gramíneas en la región de trabajo, de las cuales mediante pruebas agronómicas y evaluaciones participativas con productores se hizo la selección de probables especies para desarrollo en las ganaderías del Patía. Las especies seleccionadas en estos ensayos fueron *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 (Toledo), *Brachiaria humidicola* CIAT 36087 (Mulato II), *Panicum máximum* CIAT 6962 (Mombaza) y *Panicum máximum* (Tanzania) CIAT 6031, *Centrosema molle* 15160, *Canavalia brasiliensis* 17009 y *Cratylia argétea*.

Se trabajaron propuestas de investigación en evaluación agronómica y al analizar los diferentes resultados y observar el comportamiento de las especies evaluadas con mejor adaptación y aceptación, se pudo definir que los tratamientos más promisorios para las condiciones de la zona fueron: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, *Panicum maximun* cv. Mombaza, *Canavalia brasiliensis*. Además presentaron la mayor tolerancia a plagas y enfermedades e igualmente fueron estas especies las que exhibieron el mejor comportamiento productivo, convirtiéndose en alternativa de uso para el establecimiento de praderas en la zona.

Dentro de los trabajos de investigación desarrollados por NUTRIFACA en la región del valle del Patía, está la “Evaluación de la respuesta agronómica de ocho accesiones de *Canavalia brasiliensis*” realizada por Quiñones y Grimaldo (2011). Las accesiones fueron (CIAT 905, CIAT 7648, CIAT 7969, CIAT 7971, CIAT 17009, CIAT 17462, CIAT 19038, CIAT 21012), las que evidenciaron un mejor comportamiento frente a las condiciones edafoclimáticas de la zona fueron CIAT 7971, 17009 y 905. Las accesiones de mejor comportamiento agronómico de acuerdo a las variables evaluadas y a la conducta durante todo el proceso de evaluación fueron las accesiones CIAT 7971, CIAT 17009 y CIAT 905, manifestando rudeza, resistencia y persistencia, sin presentar una alta afectación de su desarrollo fisiológico normal, por las condiciones edafoclimáticas cambiantes en las que estaban sometidas durante la investigación; motivo que hace algunas de estas promisorias para la zona de influencia del Valle Geográfico del Patía.

De igual forma, en esta zona se reporta el estudio “Respuesta agronómica de ocho variedades de gramíneas en tres ambientes del trópico bajo Patía – Cauca”, realizado por Segura y Legarda (2011). Se evaluó vigor, cobertura, altura de plantas, incidencia de malezas, área descubierta, incidencia de plagas, presencia de enfermedades y

producción de materia seca de ocho accesiones de gramíneas, *B. brizantha* (Toledo CIAT 26110), *B. híbrido* (Mulato IICIAT 36087), *B. humidicola* (CIAT 26159, CIAT16866, CIAT 16888), *Panicum máximo* (CIAT 6962, CIAT 16031, CIAT mezcla). Los materiales de *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum* evaluados manifestaron rudeza, resistencia y persistencia, sin presentar una alta afectación de su normal desarrollo fisiológico. Los tratamientos más promisorios para las condiciones de la zona fueron: *Brachiaria* híbrido (Mulato II CIAT 36087), *Panicum máximo* (Pm 16031,) *B. brizantha* (Toledo CIAT 26110). *Brachiaria* híbrido (Mulato IICIAT 36087), presentó el mejor comportamiento de las variables agronómicas durante la fase de producción (vigor: 4.33; cobertura: 79,75%; altura: 63,02 cm). Respecto a la producción de materia seca el cultivar que presento mejor resultado fue *Panicum maximum* cultivar Tanzania (CIAT, Pm 16031) 45,1851 Tan/Ms/año seguido de los cultivares *Panicum máximo* (Mombaza CIAT 6962), *Panicum máximo* CV. Massai (CIAT mezcla) *Brachiaria* híbrido (Mulato IICIAT 36087), (36.31, 35.13 y 29.57 MS/ha/año en orden). Los tratamientos (especies), no se vieron afectados en su desarrollo por plagas y enfermedades.

Respecto a ensayos con leguminosas en la zona del valle del Patía, está el realizado por Palechor y Bastidas (2011), quienes trabajaron en la evaluación de nueve especies de leguminosas forrajeras herbáceas, *Centrocema molle* 15160, *Canavalia brasiliensis* 17009, *Clitoria ternatea* 20692, *Desmodium heterocarpon* 13651, *Lablab purpureos* 22759, *Vigna unguiculata* 4555, *Stylosanthes guianensis* 11995, *Arachis pintoi* 22160 y *Centroceca basillanum* 5234. Dentro de las principales conclusiones encontradas esta que *Centroceca molle* fue la especie que mostro mejores resultados en las variables agronómicas (vigor, cobertura y malezas), el segundo mejor comportamiento lo obtuvo *Canavalia brasiliensis* quien se adaptó a las condiciones de la región, reportando el primer lugar en producción de materia seca. Así mismo *Centroceca molle* y *Canavalia brasiliensis* poseen características que mitigan el crecimiento de arvenses disminuyendo el efecto negativo de estas obteniendo una mayor cobertura. El daño causado por plagas y enfermedades no presentó valores considerables durante el establecimiento de las especies.

## **1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VALLE DEL PATÍA.**

El municipio de Patía está localizado al suroccidente del departamento del Cauca, la cabecera municipal (El Bordo) está a está localizada a los 02° 06' 56" de latitud norte y 76° 59' 21" de longitud oeste, dista aproximadamente a 82 Km de Popayán. El Patía se encuentra entre 550 y 3000 m.s.n.m. la temperatura media oscila entre 30 – 32 °C y una precipitación anual de: 1800 mm. El valle comprende la superficie más baja y plana del municipio, de gran importancia agrícola, la cual está sujeta a inundaciones periódicas o esporádicas del río Patía, posee suelos fértiles y profundos, de origen aluviales y coluviales, con altos contenidos de materia orgánica, en donde predomina la explotación de la ganadería extensiva (desarrollada en su mayor extensión por latifundistas, quienes son dueños del 80% de la tierra aproximadamente). La erosión afecta en la totalidad la zona de la cordillera del municipio y la explotación ganadera extensiva sumada a las prácticas realizadas para la renovación de pasturas como son las quemadas, aumentan la vulnerabilidad del municipio ante este fenómeno. (PDM Patía, 2012-2015).

### 1.3. GRAMÍNEAS

Plantas pertenecientes al grupo de las monocotiledóneas, estas representan uno de los grupos vegetales más diversos en el mundo, pues ocupan el tercer lugar en cuanto al número de géneros y el quinto a nivel específico. En el mundo la familia Poaceae o graminneae incluye 702 géneros y 9675 especies (Clayton y Renvoize, 1986). Además este recurso forrajero juega un papel fundamental en la nutrición de rumiantes y proveen más del 90% de la energía consumida por estos en todo el mundo (Fitzhugh et al., 1978, Wilkinds, 20009).

#### 1.3.1. *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 – Toledo

**1.3.1.1. Origen.** El Pasto Toledo derivó directamente de la accesión *B. brizantha* CIAT 26110, recolectada en 1985 en Burundi, África a 1500 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 1710mm (Peters, et., al 2011).

**1.3.1.2. Consideraciones especiales.** Tolerante al Mión, tolerante a sequía y periodos cortos de encharcamiento. Crece bien durante la época seca manteniendo una mayor proporción de hojas verdes que otros cultivares de la misma especie (CIAT, 1999). Según Peters, et., al (2013), forma una buena asociación con leguminosas persistentes y productivas y soporta cargas altas.

**1.3.1.3. Descripción morfológica.** Según Lascano, et al (2002), es una gramínea perenne que crece formando macollas y puede alcanzar hasta 1.60m de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica lo cual favorece el desplazamiento lateral de la gramínea. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12cm y una sola hilera de espiguillas sobre ellos (CIAT 2002).

**1.3.1.4. Adaptación y producción de forraje.** Peters. et.,al (2013) reporta que en Colombia el Pasto Toledo tiene un amplio rango de adaptación a climas y suelos. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un amplio rango de pH (4,5 a 8) y textura, mejora los parámetros físicos del suelo, tolera sequías prolongadas y sombra, pero no aguanta encharcamiento mayor a 30 días. Buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas. Crece bien desde el nivel del mar hasta 1800m y con precipitaciones entre 1000 y 3500mm al año. Presenta alta producción de forraje en un rango amplio de ecosistemas y suelos, con rendimientos anuales entre 8 y 20 ton de MS/ha.

**1.3.1.5. Establecimiento.** Lascano, et., al (2002), reporta que el Pasto Toledo se establece por medio de semilla gámica, la cual generalmente es de buena calidad dando

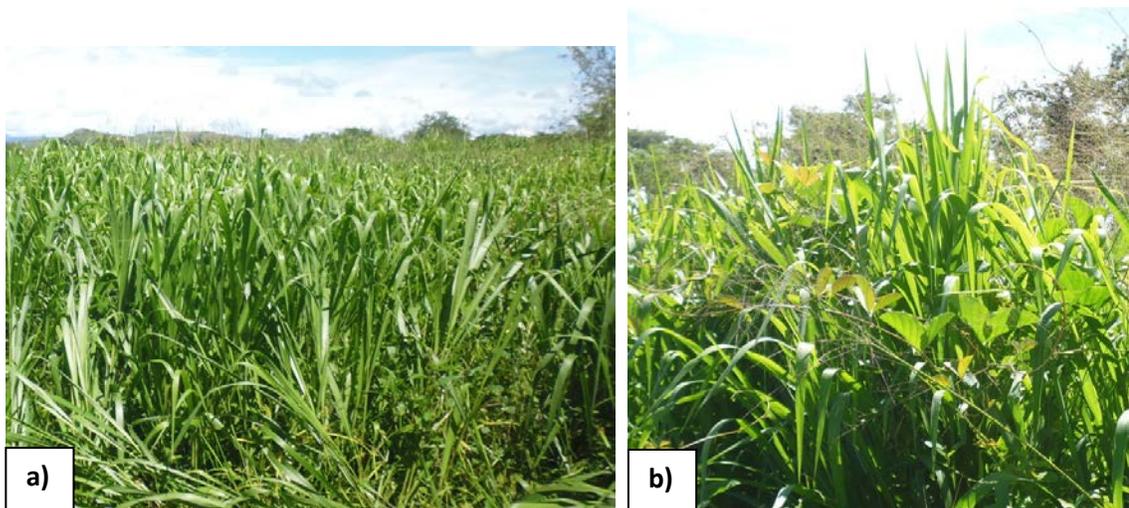
como resultado plántulas con alto poder de desarrollo. También se puede propagar por material vegetativo ya que tiene un buen enraizamiento y una rápida formación de estolones (Peters, et., al 2013). La siembra puede ser a voleo o en surcos separados 0,5 m sobre el terreno preparado convencionalmente con arado y rastrillo, o después de controlar la vegetación con herbicidas no- selectivo mediante prácticas de cero labranza (Lascano, et., al 2002).

La cantidad final de semilla varía entre 3 y 4 kg/ ha para una semilla con un valor cultural de 60% (por ej; 80% de pureza y 75% de germinación). Se ha observado una mayor emergencia de plántulas en siembras con material vegetativo que a voleo, lo cual puede estar asociado con un mejor contacto entre la humanidad en el suelo y la semilla gàmica en la siembra con el primer método (Lascano, et.,al 2002).

Debido al crecimiento en macollas del Pasto Toledo normalmente no ocurre un cubrimiento total del suelo en potreros recién establecidos, pero esta condición tiende a mejorar por el enraizamiento de los tallos una vez son sometidos al pisoteo por los animales en pastoreo (CIAT 2002). El alto vigor de las plantulas y el crecimiento agresivo inicial de este cultivar le permiten competir adecuadamente con las malezas durante la fase de establecimiento, siendo posible un primer pastoreo controlado entre 3 y 4 meses despues de la siembra (Peters, et., al 2011).

**1.3.1.6. Plagas y enfermedades.** El pasto Toledo no tiene resistencia de tipo antibiosis al ataque de cercópidos (Homoptera: cercopidae) conocidos comunmente como ``salivazo`` (Cardona et al., 2000) por lo que fue clasificado como susceptible a la plaga. Se ha observado tambien que esta gramínea tolera ataques de *Rhizoctonia* sp. Y otros hongos presentes en el suelo como *Pythium* sp. Y *Fusarium* sp (Zuñiga 1997).

**Figura 1. Pasto Toledo establecido (a) y pasto Toledo establecido en asociación con *Canavalia brasiliensis* (b).**



### **1.3.2. *Brachiaria* híbrido cultivar (cv) Mulato II (CIAT 36087).**

**1.3.2.1. Origen.** Es el segundo híbrido comercial obtenido por el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT en colaboración con otras instituciones de investigación. El cv. Mulato II es el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección a partir de cruces iniciados en 1989 entre *B. ruziziensis* R. Germ. & Evrard clon 44-6 (tetraploide sexual) x *B. decumbens* Stapf cv. Basilisk1 (tetraploide apomíctico) ( Argel, et., al 2007)

**1.3.2.2. Consideraciones especiales.** Este cultivar, se destaca por su alta producción de forraje, alta calidad forrajera, su buena adaptación en un amplio rango de localidades incluyendo aquellas con suelos ácidos de baja fertilidad y con saturación moderada de humedad. Una de las características más deseables del cv. Mulato es su tolerancia a periodos prolongados de sequía y su capacidad de rebrotar y ofrecer forraje verde durante esta época crítica del año; Además, ha mostrado resistencia a varias especies de salivazo o mión de los pastos (Argel, et., al 2007)

**1.3.2.3. Descripción morfológica.** Peters, et.,al (2013) reporta que el cv. Mulato II, es una gramínea perenne, de crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso, puede alcanzar hasta 1m de altura. Los tallos son de color verde intenso, con abundante pubescencia y vigorosos. Lascano, et., al (2002) indica que los tallos del Mulato II son capaces de enraizar cuando entran en contacto con el suelo por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica; las hojas son lineal-trianguulares (lanceoladas) de unos 3,8 cm de ancho y de color verde intenso, presentado en la lámina abundante pubescencia en ambos lado.

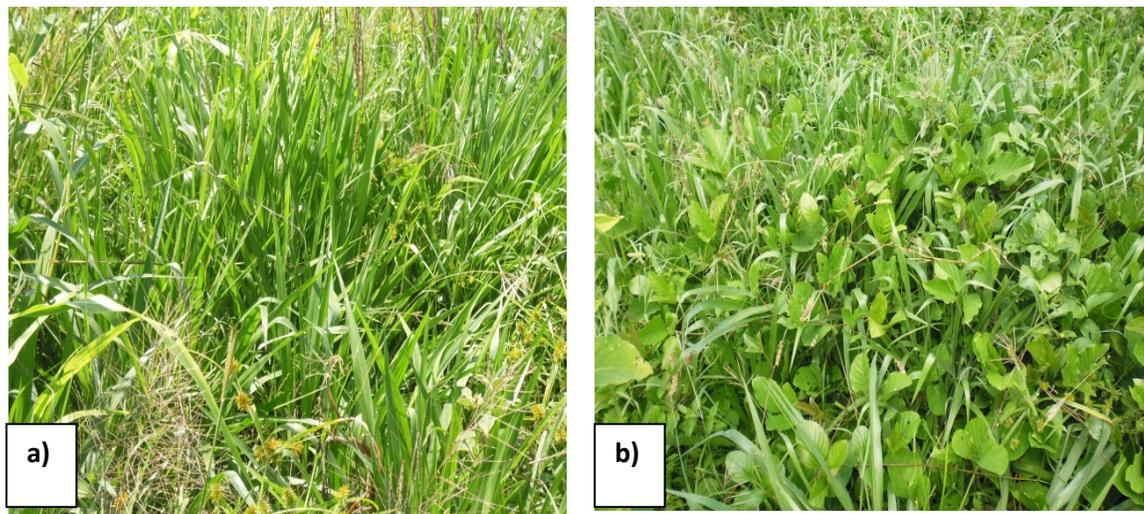
**1.3.2.4. Adaptación y producción de forraje.** Se adapta a suelos bien drenados de mediana fertilidad con pH mayor a 4.5; precipitaciones superiores a 700mm/ año, altura hasta los 1800 m.s.n.m y topografía plana ondulada. Es resistente a sequias prolongadas, con buena producción de forraje en época crítica, mas no tolera suelos mal drenados, es de rápida recuperación después del pastoreo, alto vigor de plantas y muy buena calidad forrajera (Peters, et., al 2013). Dependiendo de las características de clima y de suelos, la producción de forraje del cv. Mulato II varía entre 10 y 27 t/ha de MS por año y el 20% de este rendimiento puede ser producido durante la época seca (Argel et., al 2007).

**1.3.2.5. Establecimiento.** El cv. Mulato II es fácil de establecer por semillas y las plántulas que emergen tienen un buen vigor de crecimiento, lo que permite tener pasturas listas para pastoreo entre 90 y 120 días después de la siembra y una cobertura del suelo superior a 80%. También es posible hacer el establecimiento con material vegetativo, pero en este caso se deben utilizar cepas enraizadas con el fin de asegurar el prendimiento. Este último tipo de siembra es, por lo general, más costoso que el sistema con semilla botánica, aunque esto depende del costo de la mano de obra local y del precio comercial de las semillas (Argel et., al 2007).

La siembra con semilla botánica puede ser a voleo, con espeque (chuzo), o a chorrillo continuo sobre surcos separados entre 0.50 y 0.70 m, bien sea sobre terreno preparado convencionalmente con arado y rastra, o después de controlar la vegetación con machete o herbicidas no selectivos. Cuando se utiliza el sistema a voleo se requieren tasas más altas de siembra ya que muchas semillas quedan a la intemperie y son atacadas fácilmente por predadores como pájaros u hormigas, o simplemente no alcanzan las condiciones adecuadas de humedad para germinar. Se recomiendan tasas de siembra de 5 a 6 kg/ha de semilla. Las siembras con espeque requieren menor cantidad de semilla que cuando se siembra a voleo (Argel et., al 2007).

**1.3.2.6. Plagas y enfermedades.** Ha mostrado resistencia a varias especies de salivazo o miòn de los pastos. Este tipo de resistencia es una de las características más deseables, ya que el salivazo es la plaga de mayor incidencia y la que más daño causa a los cultivares de *Brachiaria* y otras especies forrajeras tropicales (Argel et al., 2006).

**Figura 2. Cultivar (cv). Mulato II establecido (a) y cv. Mulato II establecido en asociación con *Canavalia brasiliensis* (b).**



### **1.3.3. *Panicum maximum* cv. Mombaza**

**1.3.3.1. Origen.** Thomas y Grof (1896), informan que el género *Panicum* contienen más de 500 especies anuales y perennes. La mayoría son nativas de África tropical.

**1.3.3.2. Consideraciones especiales.** Es tolerante al miòn, presenta una alta tasa de rebrote y la mayor relación hoja tallo. Se asocia bien con leguminosas herbáceas y arbustivas.

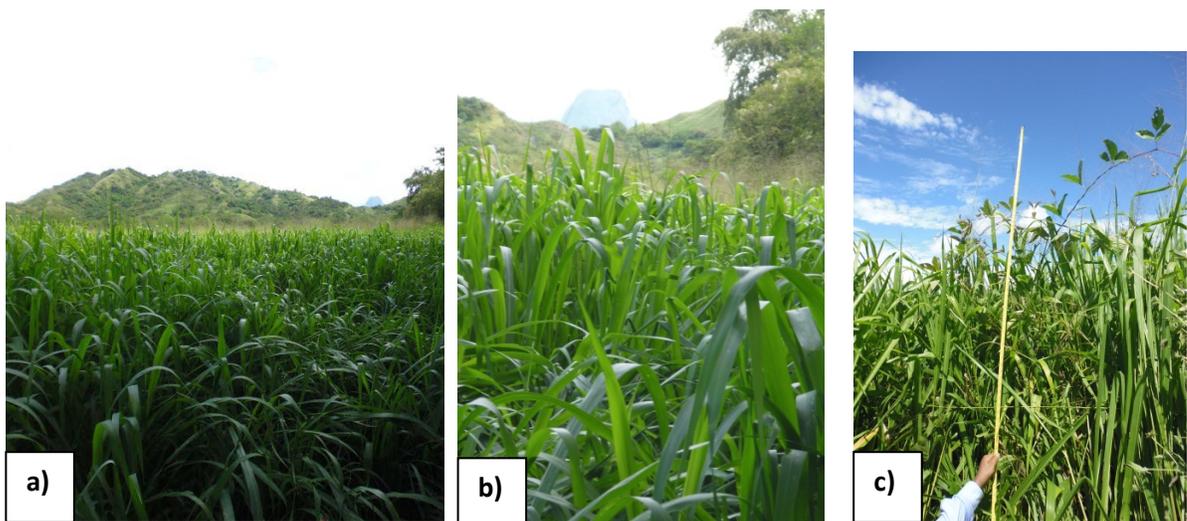
**1.3.3.3. Descripción.** Según Peters, et., al (2013), son plantas perennes que forman macollas con diámetros de 1 a 1.5 m y pueden alcanzar hasta 3 metros de altura, sus hojas son largas anchas, toscas de color verde oscuro. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tiene rizomas, característica que le otorga cierta tolerancia a la sequía; los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud.

**1.3.3.4. Adaptación y producción de forraje.** Necesita suelos de mediana a alta fertilidad, bien drenados, con pH de 5 a 8 y tolera suelos inundables. Crece en alturas desde el nivel del mar hasta los 1500m y con precipitaciones entre 1000 y 1500 mm año (Peters, et., al 2013). Soporta periodos largos de sequía y rebrota vigorosamente con las primeras lluvias después del período seco. Tiene menor tolerancia sequía que los Brachiarias, tiene buena producción de forraje con alto contenido de hojas, alcanza rendimientos mayores a 25 t/ha/año, soporta encharcamientos temporales (Peters et., al 2011).

**1.3.3.5. Establecimiento.** Peters (2011) reporta que se establece preferiblemente por semilla sexual y ocasionalmente en forma vegetativa. La cantidad de semilla recomendada es de 6kg/ha pero esta depende del sistema de siembra y de su calidad (pureza, germinación y viabilidad), cuando la siembra es al voleo se requiere mayor cantidad de semilla. Cubre rápidamente el suelo, tiene buena persistencia y productividad.

**1.3.3.6. Plagas y enfermedades.** Es tolerante al mión y no se conoce plagas o enfermedades que limiten su rendimiento (Peters, et.,al 2011).

**Figura 3. Cultivar (cv). Mombaza establecido (a, b) y cv. Mombaza establecido en asociación con *Canavalia brasiliensis* (c).**



#### **1.3.4. *Dichanthium Aristatum* (poir) C.E. Hubb- Pasto Angleton.**

**1.3.4.1. Origen.** África oriental e India.

**1.3.4.2. Consideraciones especiales.** Tolerante a sequía aunque sus rendimientos se reducen considerablemente en esta época, tolera humedad, pisoteo, alta fertilidad de semilla e invasiva de otras especies (Peters, et., al 2011)

**1.3.4.3. Descripción morfológica.** Especie perenne de crecimiento semierecto que puede medir hasta 1,2m de altura y produce estolones. Tiene gran macollamiento y tiende a desarrollarse en matorros. Hoja lanceolada. Con alta cantidad de semilla puede formar césped. La inflorescencia es una espiga con entre 5 y 9 espiguillas laterales (CORPOICA 2013).

**1.3.4.4. Adaptación y producción de forraje.** Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con amplio rango de PH y textura. Tolera sequías prolongadas y períodos húmedos y está considerada como invasora en virtud a la alta fertilidad de su semilla. Tiene buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas. En zonas tropicales crece desde el nivel del mar hasta 1400 m y con precipitaciones mayores de 850 mm al año. La producción anual varía 8 – 12 ton de MS/ha y soporta cargas altas bajo manejo de rotación (Peters, et., al 2011).

**1.3.4.5. Establecimiento.** Peters, et., al (2011), indica que su establecimiento se da por semilla sexual o en forma vegetativa, los estolones enraízan bien estableciéndose rápidamente. Se utiliza de 3 – 4 kg de semilla/ha.

**Figura 4. Potrero establecido con angleton.**



## 1.4. LEGUMINOSAS.

Plantas pertenecientes al grupo de las dicotiledóneas, son frecuentemente utilizadas para aumentar la producción proteica de la ración de los animales (CIAT, 2011).

Las leguminosas pueden contribuir a fortalecer la sostenibilidad de sistemas de producción agrícolas en las zonas ganaderas, a través de mejoramiento de la producción animal (carne y leche) y la conservación de recursos (mejoramiento de fertilidad de suelo, disminución en la degradación de tierra, control de erosión etc.). Dependiendo de la especie, se pueden obtener otros beneficios, que incluyen el uso agro-industrial de forrajes y madera (construcción y combustión), para uso en finca y venta (Peters et al., 2001; Schultze-Kraft and Peters, 1997).

### 1.4.1. *Canavalia brasiliensis*.

**1.4.1.1. Origen.** Es originaria del centro y sur de América.

**1.4.1.2. Consideraciones especiales:** Tolerante a sequía, sombra y suelos infértiles, en ambientes húmedos puede tener potencial de maleza, la semilla puede contener elementos antinutricionales.

**1.4.1.3. Descripción.** Leguminosa herbácea de ciclo anual o bianual, con hábito de crecimiento voluble y rastrero, tiene un sistema de raíces bien desarrollado; presenta flores blancas, moradas, violetas o azules. Vainas largas de 10 a 12 cm de color café y con alrededor de 12 semillas de color café claro (Peters, et., al 2013).

**1.4.1.4. Adaptación y producción de forraje.** Se adapta bien a diferentes suelos y climas, tanto arcillosos como arenosos de baja fertilidad y desde ácidos hasta alcalinos con PH de 4.3 – 8.0. Crece hasta una altura de 1800 m.s.n.m., con precipitaciones anuales entre 900 – 1800 mm y tolera bien la sequía. Crecimiento productivo alto, dependiendo del suelo y clima puede producir en 3 a 5 meses de sembrado entre 3 – 8 ton de MS/ha por corte, permitiendo hasta tres cortes/año (Peters, et., al 2011).

**1.4.1.5. Tolerancia a plagas y enfermedades.** Es atacada por algunas plagas que afectan el follaje, es hospedero de la mosca blanca (Peters, et., al 2011).

**1.4.1.6. Establecimiento:** Para abono verde y/o cobertura se siembra a voleo o en surcos a 50 cm de distancia y 30 cm entre plantas con 25 – 30 kg de semilla/ha. La semilla tiene alta germinación de semilla y se siembra a 1 – 3 cm de profundidad; su establecimiento es rápido y compite muy bien con las malezas (Peters, et., al 2011).

**Figura 5. *Canavalia brasiliensis*, flor (a), hojas y guías (b), vaina seca y verde (c) y semilla (d).**



### **1.5. ASOCIACIÓN GRAMÍNEAS - LEGUMINOSAS**

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las praderas tropicales, es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas (Rojas, et., al 2005). Con la incorporación de leguminosas se aumenta la calidad de la pastura proporcionando forraje con un alto contenido de proteína y se genera un aumento de materia seca para los animales.

Uno de los principales beneficios de la utilización de leguminosas es su conocida fijación del nitrógeno que ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con algunas bacterias de la familia *Rhizobiaceae* que inducen la formación de nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación (Sylvester, et., al 1987). Este nitrógeno fijado es aprovechado por la misma planta y por las gramíneas asociadas, a través de la transferencia que ocurre mediante exudados radiculares, la muerte y descomposición de los nódulos y de la incorporación de residuos de la planta a la materia orgánica del suelo.

Precisamente las leguminosas cumplen un papel muy importante en la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo, mediante la incorporación de cantidades de nitrógeno al subsistema suelo-planta y al incorporar materia orgánica de alto valor biológico para restaurar e incrementar la actividad microbiana y biológica del suelo (Sierra 1996).

## **1.6. CONTEXTO DE LA GANADERÍA EN EL VALLE DEL PATÍA.**

El municipio de Patía conforma parte del valle del Alto Patía y por lo tanto es afectado por procesos y cambios que ocurren a nivel regional. El comportamiento del clima cada vez es más cambiante e incierto para sus habitantes evidenciando en la pérdida de cultivos año tras año y en la escasez del agua para consumo humano y usos agropecuarios. La precipitación se ve afectada y los períodos de sequía más críticos, aún en años típicos en que no ocurre el fenómeno del niño (POT, 2002).

Las áreas dedicadas a pastoreo principalmente por vacunos y equinos conforma el 58.4% del área total, los pastos manejados conformados por gramíneas introducidas generalmente representa el 9.83%, predominan los pastos medianamente tecnificados (9.57%) mientras los pastos altamente tecnificados solo ocupan 0.26% y son usados para ganadería extensiva. Los pastizales no manejados compuesto por gramíneas naturales donde el grado de tecnificación y manejo es incipiente, cubren un 48.58% del municipio. Dentro de los cuales con manejo incipiente ocupan 18.23% y los pastos sin ningún tipo de manejo ocupan 30.34% y son usados para ganadería extensiva. (POT, 2002). La ganadería extensiva corresponde a un proceso productivo caracterizado por una baja densidad de animales. Para ganadería exclusiva se dedica el 2% del área total del municipio, aunque más del 50% del territorio es usado para ganadería extensiva. La explotación de ganado vacuno principalmente, carne, leche y doble propósito. La raza con mayor predominio en el municipio es la raza cebú y sus respectivos cruces con otras razas; la cría es extensiva y su alimentación no es balanceada, suministros bajos de sales mineralizadas y concentrados (POT, 2000)

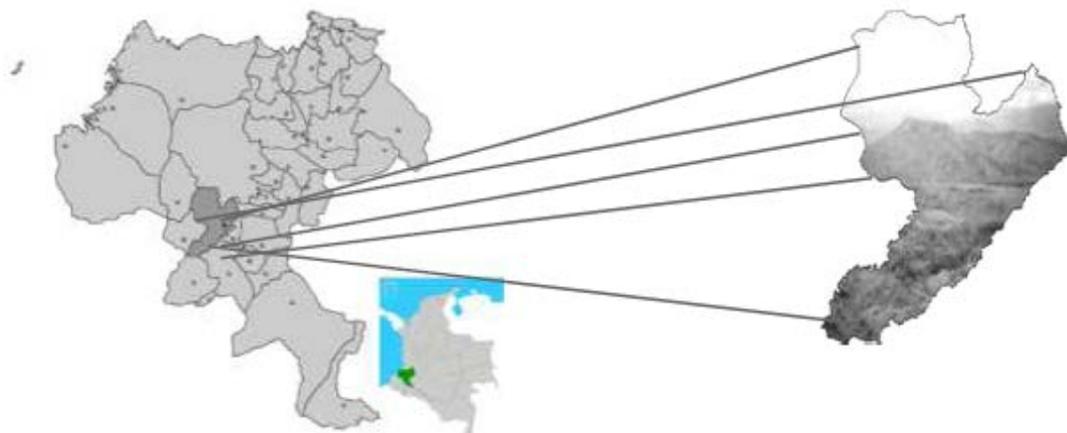
En general en el Valle del Patía, la disponibilidad de forraje disminuye notablemente en los meses de septiembre y octubre. La mayor parte de los productores depende del uso de pasturas degradadas para el sostenimiento de los animales; estas pasturas representan un área significativa en las fincas y están compuestas principalmente por *Dichanthium aristatum* (Angleton), "gramas" (*Cynodon dactylon*), "Puntero" (*Hyparrhenia rufa*) y "Estrella" (*Cynodon nlemfluensis*). Más del 50% de las fincas fueron clasificadas como pequeñas (54%) y el 32% medianas (POT, 2002).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en la vereda Piedra de moler del municipio de Patía Cauca, en un lote propiedad del señor Alirio Torres, con coordenadas N: 02° 28'01,8'' y E: 076°33' 01'' a una altitud de 608 m.s.n.m.

**Figura 6. Municipio de Patía.**



Fuente. Plan Patía. 1999-2007

### 2.2. ANÁLISIS DE SUELO.

Se tomaron 10 submuestras de suelo al azar por Ha a una profundidad entre 10 y 20 cm, estas se mezclaron homogéneamente y se enviaron 500 gr de muestra para su análisis en el laboratorio del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Es de anotar que esta actividad fue realizada previamente por los autores de este trabajo como parte de las actividades del grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria.

### 2.3. MATERIAL EXPERIMENTAL.

Las semillas fueron adquiridas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y en el grupo de investigación NUTRICIÓN AGROPECUARIA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

**Tabla 1. Material experimental.**

<b>MATERIAL EXPERIMENTAL</b>		
<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>PASAPORTE</b>
Toledo	<i>Brachiaria brizantha</i> - Toledo	CIAT 26110
Mulato	<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II	CIAT 36087
Mombaza	<i>Panicum maximum</i> cv. mombaza	CIAT 6962
Canavalia	<i>Canavalia brasiliensis</i>	CIAT 17009

Estas especies son los resultados más promisorios del desarrollo de alternativas forrajeras por parte del CIAT, la Universidad del Cauca y asociaciones ganaderas.

#### **2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Se trabajó con un diseño de bloques completos al azar (DBCA), en un lote previamente sembrado con 6 tratamientos y un testigo (tecnología local), con 4 repeticiones. La unidad experimental fue de 2700 m para un total de 8,6 ha (Anexo A).

**Tabla 2. Tratamientos**

<b>TRATAMIENTO</b>	
1	<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II
2	<i>Brachiaria brizantha</i> – Toledo
3	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza
4	Mulato II+ <i>Canavalia brasiliensis</i>
5	Toledo + <i>C. brasiliensis</i>
6	Mombaza+ <i>C. brasiliensis</i> .
7	Testigo local <i>Dichanthium aristatum</i> - angleton

## 2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis y procesamiento de la información, se utilizó el programa SPSS V 19.0, se realizó un análisis de varianza y si existían diferencias entre los tratamientos, estas se determinaron mediante prueba de rango múltiple de Duncan ( $P > 0,05$ ).

Para establecer los niveles de relación entre las variables evaluadas durante el ensayo, se realizó una prueba de Correlación de Pearson.

## 2.6. SIEMBRA.

La siembra fue una actividad previa del grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria, para ella se realizó control de malezas químico (glifosato), con el fin de controlar la especie nativa y demás malezas y de esta forma eliminar cualquier posible competencia en el establecimiento. Posteriormente se preparó el suelo bajo sistema de labranza convencional, se trabajó con una arada y una rastrillada en la cual se incorporó la enmienda (Calfos) a razón de 4.5 Ton/ 8.6 Ha.

**Figura 7. Preparación del terreno.**



### **Método de siembra:**

Las gramíneas se sembraron al voleo, se utilizaron 2 kg. de semilla por tratamiento para un total de 16 kg por especie en el total del experimento. (8 Kg. Por ha. Para Brachiaria y

6 Kg/ha. Para Mombaza). Para el testigo angleton (*Dichanthium aristatum*) solamente se preparó el terreno y se esperó su rebrote, aprovechando su persistencia y adaptación al lugar.

La leguminosa se sembró a chuzo a una distancia entre plantas de 1m y entre surcos de 1 m, se emplearon 26.2 kg de semilla en 8.6 ha.

**Figura 8. Siembra**



## **2.7. MANEJO DEL ESTABLECIMIENTO.**

Existe una etapa inicial crítica durante la fase de establecimiento y ocurre precisamente durante las primeras semanas de crecimiento de las especies mejoradas, en la cual la competencia de las malezas es mayor (Mila, et., al 2013). Malezas como ciperáceas (*Cyperus rotundus*), pega bolsillo y hoja ancha, aparecieron en diferentes tratamientos y con el fin de facilitar el establecimiento de estos y evitar competencias, se procedió a un control químico, con la limitación de que para algunas malezas no fue posible realizarlo, debido a que los productos a aplicar afectaban directamente a las especies de interés para la investigación. Por tanto solo se controló hoja ancha con producto comercial (Tordon), en los tratamientos (T1, T2 y T7), donde no había asociación con *Canavalia brasiliensis* y la presencia de la maleza era mayor.

**Figura 9. Control en hoja ancha**



## **2.8. VARIABLES EVALUADAS.**

La metodología comprendió 3 evaluaciones durante el establecimiento (4, 8 y 12 semanas), a las 12 semanas se evaluó producción de forraje verde y materia seca. La evaluación de las 4 semanas, fue realizada por los autores como parte de las actividades del grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria y la información obtenida hizo parte del análisis de este trabajo.

En las evaluaciones se midieron las siguientes variables: Porcentaje de cobertura, vigor, recuento de plantas, altura de plantas, presencia de plagas, presencia de enfermedades, producción de forraje verde y producción de materia seca.

**Recuento de plantas:** (Adaptado Toledo, 1982). El número de plantas por m<sup>2</sup> se registró a la semana 4, para tomar los datos se colocó un marco hecho en PVC de ½ de pulgada y de longitudes de 0.5m por 0.5 m (parcela útil) y se contó el número de plántulas o plantas comprendidas dentro de él y este valor se multiplico por 4 para registrar la cantidad total por m<sup>2</sup>.

**Vigor:** Se evaluó teniendo en cuenta el crecimiento, sanidad y desarrollo de la planta, el grosor del tallo, cantidad y color de las hojas producidas. Se analizó en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor, 2 regular, 3 medianamente bueno, 4 bueno y 5 excelente (Toledo 1982).

**Cobertura:** Se registró según la proporción aparente que las especies cubrían en cada área y se asignaron valores dentro del rango de 0 a 100 por ciento.

**Altura de plantas:** Se hicieron anotaciones sobre la altura de cinco plantas seleccionadas al azar en cada parcela. Se determinó el promedio de la altura en cada tratamiento. La altura se midió en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirla y sin contar las inflorescencias (Adaptado Toledo 1982).

**Presencia de plagas:** (Comedores de follaje) se evaluó el material y se clasificó según el daño en una escala de 1 a 4, el 1 significando presencia de algunos insectos, 2 daño leve, 3 daño moderado y el 4 daño grave (Adaptado Toledo 1982).

**Presencia de enfermedades:** Para evaluación se utilizó una escala de 1 a 4, donde 1: Presencia de la enfermedad, 2: daño leve, 3: daño moderado y 4: daño severo o grave (Adaptado Toledo 1982).

**Producción de forraje verde:** Se evaluó a las 12 semanas, para saber qué cantidad de biomasa aportó cada una de las especies estudiadas y así se conoció la disponibilidad de biomasa seca que se obtuvo en 1 m<sup>2</sup> o bien en el área de cada tratamiento (Adaptado Toledo 1982).

El aforo se realizó con un marco de 0.5 m por 0.5 m, el cual fue lanzado al azar en cada tratamiento; se cortó el forraje dentro del marco a 20 cm de altura simulando el consumo por parte de los animales, posteriormente se colocó en bolsas de papel kraft rotuladas, las cuales se pesaron para conocer la materia verde total (MVT) de cada tratamiento.

**Producción de materia seca:** De la materia verde total (MVT), se pesaron las submuestras de cada parcela experimental; en el caso de los tratamientos T4, T5 y T6 y sus respectivas repeticiones se tomaron aproximadamente 400 gr y 200 gr para los tratamientos T1, T2 y T3. Posteriormente las submuestras fueron llevadas a un proceso de secado en horno con ventilación controlada y con el peso final estas hallar la producción de materia seca con la siguiente fórmula:

$$MS/m^2 = \frac{PF * ps}{pf}, \text{ en donde:}$$

PF = Peso fresco de la muestra.

Pf = Peso fresco de la submuestra.

Ps = Peso seco de la submuestra

## 2.9. DETERMINACIÓN DE COSTOS.

Para la determinación de costos, se registraron por actividad, insumo (semillas, enmiendas, herbicidas) y gasto que se tuvo durante el establecimiento del modelo por cada tratamiento. Anexo (D, E, F, G, H, I, J). Se empleó información previamente recopilada por el grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria y la registrada por los autores.

Al combinar las variables de producción con los costos de establecimiento se determinó entre los arreglos forrajeros (*Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, *Brachiaria brizantha*- Toledo, *Panicum maximum* cv. Mombaza, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II + *Canavalia brasiliensis*, *Brachiaria brizantha*- Toledo + *Canavalia brasiliensis*, *Panicum maximum* cv. Mombaza + *Canavalia brasiliensis* y un testigo local *Dichanthium aristatum*- angleton), el mejor para la región del Valle del Patía.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. ANÁLISIS DE SUELO

**Tabla 3. Resultado análisis de suelo.**

Parámetro (unidad)	Resultado
pH(Un)	6.58
C-Oxid.(g/kg)	10.25
P-rayII(mg/kg)	4.97
Ca(cmol/kg)	18.19
Mg(cmol/kg)	9.43
Na(cmol/kg)	0.16
K(cmol/kg)	0.32
CIC (cmol/kg)	19.10
Fe(mg/kg)	9.67
Cu(mg/kg)	2.24
Zn(mg/kg)	1.86
Mn(mg/kg)	26.09
S(mg/kg)	18.74
B(mg/kg)	1.00

El suelo presenta un pH neutro (6,58), adecuado para el desarrollo de las especies investigadas. Peters, et., al (2013), reporta que Mombaza, Mulato II, y el pasto Toledo, se adaptan a un rango de 3.8 a 7.5 y la *C. brasiliensis* de 4.3 a 8 de pH.

El contenido de fósforo en el suelo (4.97 mg/kg) es bajo, debido a que el requerimiento mínimo de las gramíneas es de 10mg/kg, y la cantidad óptima está entre 20 a 40 mg/kg. Se presentó una relación Ca: Mg de 2:1, considerada estrecha que dificulta la disponibilidad de Ca, el valor ideal para la relación es de 4:1 o 3:1.

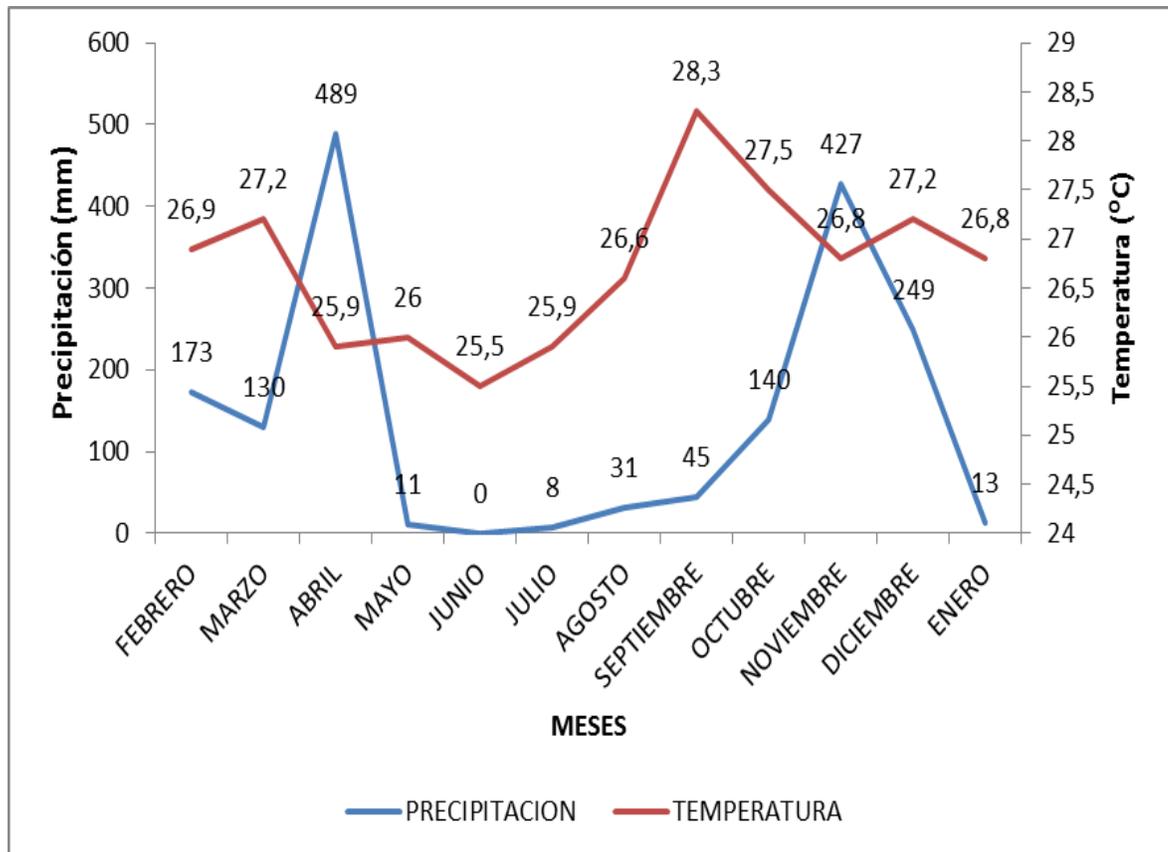
Previo al inicio de esta investigación, por parte del Grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria, se aplicaron 525 kg/ha de Calfos con un porcentaje de 12% de fósforo asimilable y 48% de Ca. Por lo anterior en el establecimiento de las parcelas, no se realizó corrección a la deficiencia de fósforo, ni a la relación Ca:Mg.

### 3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Para las condiciones climáticas, se tuvo en cuenta los promedios de temperatura y precipitación tomados de la estación meteorológica de Patía., suministrados por el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos ( IDEAM).

Según la estación meteorología del Patía, la distribución de lluvia es bimodal (figura 10) con dos periodos lluviosos que van de octubre a diciembre y de febrero a abril, siendo abril el mes más lluvioso del año con un promedio de 489 mm. El periodo o estación seca corresponde a los meses de mayo a septiembre, siendo mayo, junio y julio los meses menos lluviosos con 11, 0 y 8 mm, respectivamente. La distribución de la temperatura durante todo el año están en el rango de 25.5 y 28.3°C. (IDEAM, 2013).

Figura 10. Grafica precipitaciones



Fuente: Adaptado IDEAM 2013

**Tabla 4. Precipitación y temperatura durante los meses de establecimiento.**

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Octubre	140	27.5
Noviembre	427	26.8
Diciembre	249	27.2
Enero	13	26.8
Total precipitación	829	

El establecimiento del ensayo se realizó de acuerdo al inicio del periodo de lluvias el mes de octubre, que contó con una precipitación de 140mm y una temperatura de 27 °C, para el mes de noviembre se registró un incremento en la precipitación respecto al primer mes de establecimiento con 427mm y para el mes siguiente diciembre se presentó un descenso con 249mm y al finalizar el ensayo en el mes de enero la precipitación había caído hasta los 13mm.

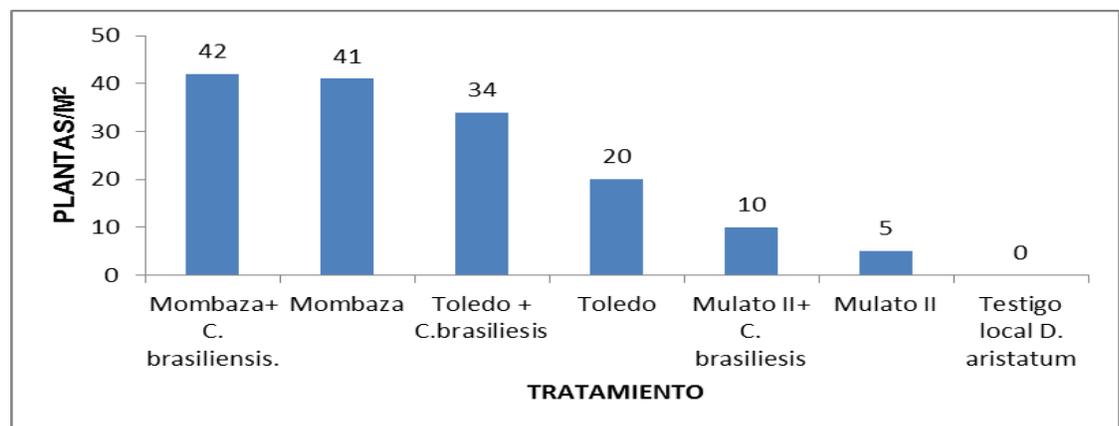
Respecto a la temperatura se presentaron valores constantes durante los meses de establecimiento con un oscilación entre 26 y 27.5°C.

Estas condiciones son normales y corresponden al comportamiento presentado en la zona en los últimos años (Vivas et al 2011).

### 3.3. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS.

#### 3.3.1. Recuento de plantas.

**Figura 11. Diagrama de recuento de plantas.**

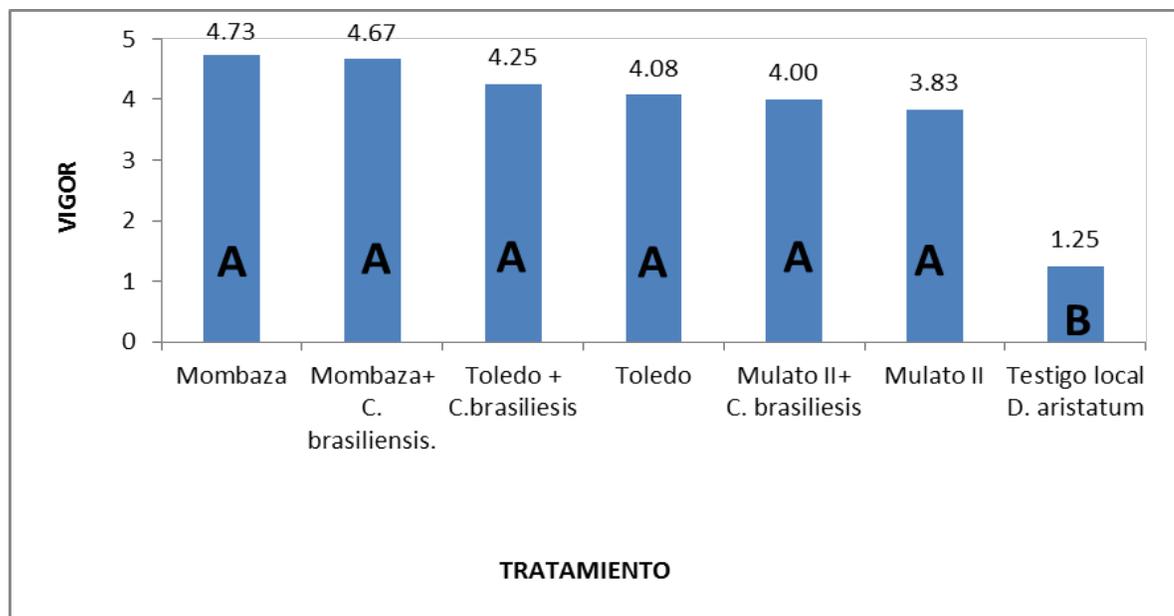


La evaluación de recuento de plantas se hizo para determinar la resiembra de las especies, para el cv. Mulato II la especie mejorada con menor cantidad (5 plantas x m<sup>2</sup>) no se realizó la resiembra puesto que se observó presencia de semillas con posibilidad de emerger, situación corroborada posteriormente. La *canavalia brasiliensis* en promedio produjo 4 plantas por m<sup>2</sup>, esta densidad va acorde a la distancia de siembra de esta especie (1 m x 1 m).

**3.3.2. vigor.** Por medio de la prueba ANOVA ( Anexo B) se encontraron diferencias estadísticas (Pr>0.05) entre los tratamientos para la variable vigor, se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan (Pr>0.05) (Anexo C) y se determinó que los tratamientos 3 (Mombaza), 6 (Mombaza+ *Canavalia brasiliensis*), 5 (Toledo + *Canavalia brasiliensis*), 2 (Toledo), 4 (Mulato II + *Canavalia brasiliensis*) y el 1 (Mulato II),son estadísticamente homogéneos y superaron el promedio para esta variable (3,82). La calificación de las especies que los conforman, se atribuye al hecho de que se encontraban en condiciones edafoclimaticas adecuadas para su establecimiento, pH de 6,56 (tabla 3), una altitud de 650 m.s.n.m, una precipitación de 829 mm durante todo el establecimiento (tabla 4), valores que se encuentran dentro del rango de adaptación de los diferentes materiales evaluados (Peters, et.,al 2013).

El testigo local tratamiento 7 (*Dichanthium aristatum*- angleton) se mostró por debajo del promedio, puesto que su rebrote fue afectado por las labores anteriores a la siembra de las demás especies como lo fueron el control de malezas y la preparación del terreno, que ejercieron un efecto directo sobre la persistencia de esta especie en la pradera.

**Figura 12. Diagrama de vigor.**



Estadísticamente se resalta que los tratamientos con *Panicum maximum* cv mombaza son los de mejor vigor, el T3 con (4.73) y el T6 con (4.67), (figura 12). Se destaca que el PastoToledo y el Mulato II en asociación con *Canavalia brasiliensis* (T5 y T4) superan en vigor a los tratamientos donde estas especies se encuentran solas (T2 y T1), indicando así que la asociación fue positiva para esta variable. En contraste a lo presentado con las otras asociaciones, la de Mombaza + *C. brasiliensis* (T6), fue superada en vigor por el cultivar solo (T3); este comportamiento pudo atribuirse al hecho de que durante el establecimiento el cv. mombaza por su precocidad y hábito de crecimiento característico generó competencia para la leguminosa que en los primeros días del establecimiento aun no desarrollaba su hábito trepador; ya que en estas asociaciones las plantas de crecimiento erecto presentan ventaja competitiva sobre las postradas en cuanto a su acceso a la luz (Rhodes y Stern 1978). Precisamente el hábito trepador adquirido a las pocas semanas y la alta tasa de crecimiento de la *Canavalia brasiliensis* ayudo a que esta persistiera favorablemente presentando un alto vigor, representado en el valor para esta variable en la asociación con *Panicum maximum* (Figura 13).

**Figura 13. *Canavalia brasiliensis* trepada en el cv. Mombaza.**



Segura y Legarda (2011) reportan información de comportamientos similares para la especie (*P. maximum*) donde esta presentó un valor de 4.83 para la finca Versailles, lugar ubicado en la misma zona geográfica. Esto corrobora que los *Panicum* expresan mejor su desarrollo vegetativo en climas cálidos (Coauro2004), y según Peters. et.,al (2013)

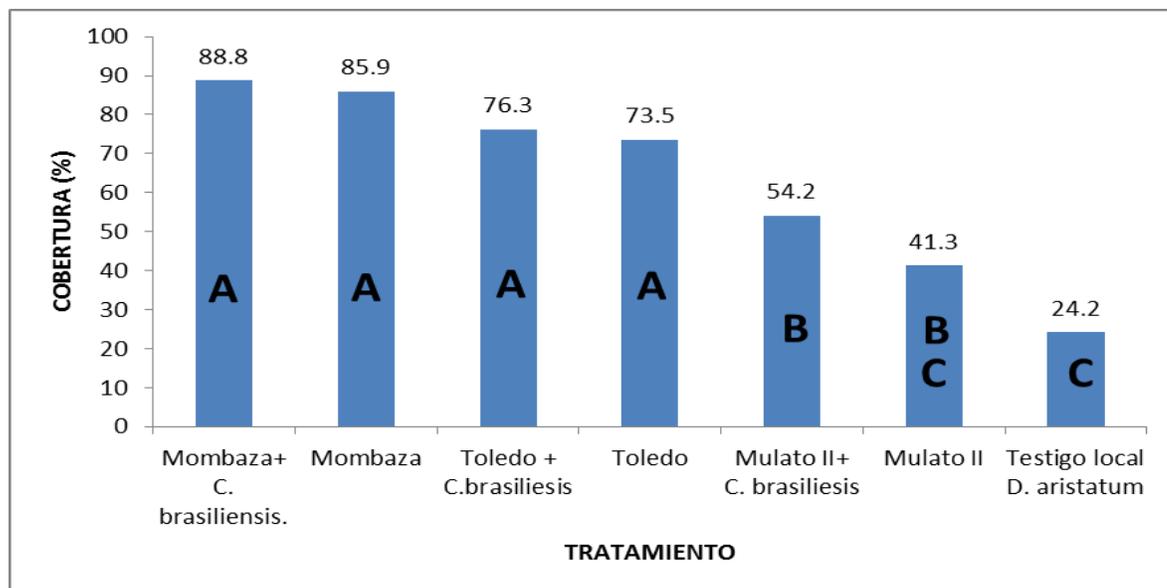
esta especie se adapta a alturas entre 0-1500 Msnm, como en las condiciones del valle del Patía (Colombia).

Valencia y Betancur (2011), reportaron un vigor de (3.0), comportamiento poco favorable para esta variable, lo cual difiere en el ensayo realizado en la Vereda Piedra de Moler, debido a las condiciones climáticas del primer estudio, puesto que los tratamientos de este se establecieron en el municipio de Popayán a una altura de (1711 Msnm), la cual influyo negativamente en el desarrollo de este cultivar.

**3.3.3. Cobertura.** Por medio de la prueba ANOVA ( Anexo B) se encontraron diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ) entre los tratamientos y se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan ( $Pr > 0.05$ ) (Anexo C), mediante la cual se determinó que el tratamiento 6 ( mombaza + *Canavalia brasiliensis*), el 3 ( Mombaza ), el 5 (Toledo + *Canavalia brasiliensis*) y el 2 (Toledo), son estadísticamente homogéneos entre si y obtuvieron la mayor cobertura encontrándose 17.82 puntos por encima del promedio para esta variable (63.27%).

Con valores intermedios se encuentran los tratamientos 4 (Mulato II +*C. brasiliensis*), y el 1 (Mulato II) que estadísticamente no difieren entre sí, estando 15.6 puntos porcentuales por debajo del promedio (63.27%) y por último se encuentra que el T1 y el T7 (*Dichanthium aristatum*- angleton) son estadísticamente homogéneos y en promedio están 30,5 puntos porcentuales por debajo de la media (63.27), representando así los valores más bajos de cobertura.

**Figura 14. Diagrama de cobertura.**



Los mejores tratamientos son los que contienen el cv. Mombaza, asociado y solo, con un 88.8% y 85.9% respectivamente, seguidos por los del Pasto Toledo asociado y solo, con 76.25% y 73.46, (figura 14). Estos porcentajes de cobertura se pudieron dar primordialmente ya que durante el establecimiento, estas especies se adaptaron favorablemente a las condiciones climáticas presentadas (tabla 4).

Los tratamientos donde el cv. Mombaza, el Toledo y el cv. Mulato II, se encuentran en asociación con *Canavalia brasiliensis*, presentan una mayor cobertura que los tratamientos donde las especies se encuentran solas (T3, T2 y T1), esto es debido a que al encontrarse una leguminosa, se proporcionaba una mayor cobertura al suelo principalmente por su hábito de crecimiento voluble y rastrero el cual le permite abarcar áreas amplias en corto tiempo (Sierra, 2005). Además en estas asociaciones por cierta competencia entre la gramínea y leguminosa se disminuye la proporción de malezas dentro de la parcela aumentando así la cobertura de las especies de interés.

En la hacienda Versailles, Patía, la especie *P. maximum*, obtuvo un porcentaje de cobertura de 96.25% (Segura y Legarda (2011), ratificando así el comportamiento presentado en esta investigación.

En los resultados obtenidos por Lara Corso (2005), en municipio la Libertad, Guatemala, la especie *P. maximum* con una cobertura de 57.62% y los reportados por Valencia y Betancur (2011) en el municipio Popayán, Colombia, valor medio de 27.5% para cobertura en la fase de establecimiento, difieren de los obtenidos en la localidad de Piedra de Moler; estas discrepancias se deben a las diferentes condiciones edafoclimáticas de donde se desarrollaron los estudios; considerándose las condiciones de Piedra de Moler, las óptimas para esta especie.

En los tratamientos con Pasto Toledo (T5 Y T2) se presentó una menor cobertura respecto a lo reportado por Segura y Legarda (2011), donde esta especie presento 90%, sin embargo se toma en cuenta que esta evaluación se llevó a cabo a partir de lotes ya establecidos a los cuales se les realizó una estandarización y según lo reportado por Peters, et., al (2011) debido al crecimiento en macollas del Pasto Toledo normalmente no ocurre un cubrimiento total del suelo en potreros recién establecidos como es el caso de este estudio y así mismo Peters, et., al (2011) asegura que esta condición tiende a mejorar por el enraizamiento de los tallos una vez son sometidos al pisoteo por los animales en pastoreo. Un buen cubrimiento del suelo para esta especie se da cuando desde el comienzo se establece asociado a una leguminosa (CIAT 2004), confirmando el hecho de que el tratamiento Toledo + *Canavalia brasiliensis* presentara uno de los mejores valores en cobertura.

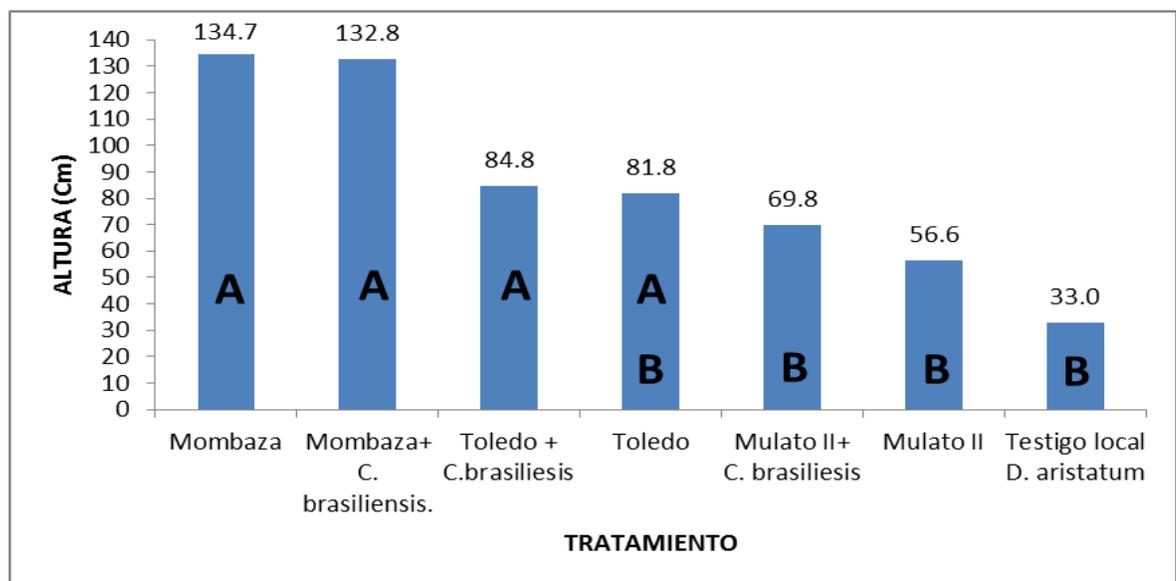
La baja cobertura del cv. Mulato II se pudo presentar debido a que en el momento en que se estableció el ensayo apenas iniciaba el periodo de lluvias (mes de octubre) y después de un periodo seco de 5 meses (figura 10), estas primeras lluvias no suministraron la humedad suficiente al suelo para la emergencia de este cultivar, que a diferencia de los

demás cultivares necesita mayor humedad en el suelo. Según lo reportado por Lascano, et., al (2002), la semilla comercial del cv. Mulato II viene recubierta o peletizada y generalmente las sustancias utilizadas en la peletización son de naturaleza higroscópica y si la semilla no obtiene adecuada humedad presenta problemas de emergencia, precisamente en la investigación se observó esta situación donde el cv. Mulato II demora en emerger en comparación con las demás especies establecidas y esa demora permitió el incremento de malezas, disminuyendo la cobertura del cultivar.

La especie con menor cobertura fue el *Dichanthium aristatum* - angleton, debido a su lento rebrote lo que lo atraso respecto a las demás especies investigadas, debido a su lento rebrote por causa de las labores anteriores a la siembra como lo fue el control de malezas y la preparación del terreno.

**3.3.4. Altura.** Por medio de la prueba ANOVA (Anexo B) se encontraron diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ) entre los tratamientos y se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan ( $Pr > 0.05$ ) (Anexo C) dando como resultado que el tratamiento 5 (Toledo + *C. brasiliensis*) es estadísticamente homogéneo a los demás, y se encontró que el cv. Momabaza solo (3) y el cv. Mombaza en asociación con *C. brasiliensis* (6), no presentan diferencias estadísticas entre sí, presentando los mejores valores encontrándose 49,6 cm por encima del promedio para esta variable (84,15 cm). Con los resultados más bajos están los tratamientos 2, 4, 1, y 7, que no presentan diferencias estadísticas entre sí con 23,87 cm en promedio por debajo de la media (84,15 cm).

**Figura 15. Diagrama de altura.**



El mejor comportamiento en cuanto a altura, lo presentó el cv. Mombaza solo y en asociación con valores promedios de 134.73 cm y 132.8 cm respectivamente (figura 15), valores que se acercan a lo expresado por Peters, et., al (2013), donde asegura que genéticamente *Panicum maximum* por su morfología y crecimiento erecto forman macollas con una altura promedio de 1.5 m y pueden alcanzar hasta 3 m en sus mejores condiciones, manifestando su adaptación a la zona.

En la localidad del Limonar Patía, el cultivar de mejor comportamiento fue *P. maximum* cv. Mombaza con 140.33 cm de altura (Segura y Legarda 2011), comportamiento similar al encontrado en Piedra de Moler, lo cual confirma la adaptación de este material a las condiciones del Valle del Patía.

En un estudio realizado en el municipio La Libertad, Guatemala, ubicado en un rango de altitud de 150 a 200 m.s.n.m. y con una temperatura promedio de 27.5 °C. Lara Corso (2005), determinó que el cv. Mombaza en la fase de establecimiento obtuvo una altura promedio de 0.90 metros, valor considerado bajo al compararlo con el arrojado en esta investigación (143.7 cm). Debido a las diferentes condiciones climáticas presentadas durante los dos estudios, siendo las de la vereda Piedra de Moler, Patía (tabla 4), favorables para el desarrollo de esta especie.

Respecto al Pasto Toledo asociado y solo (84.8 y 81.8 cm), estos valores son menores al crecimiento promedio reportado para esta especie ya que según Peters, et., al (2013) puede alcanzar los 1,6 m y así mismo son similares al comparándolos con Segura y Legarda (2011) que indican que para la localidad de Versailles en la misma región, la altura encontrada fue de 84 cm.

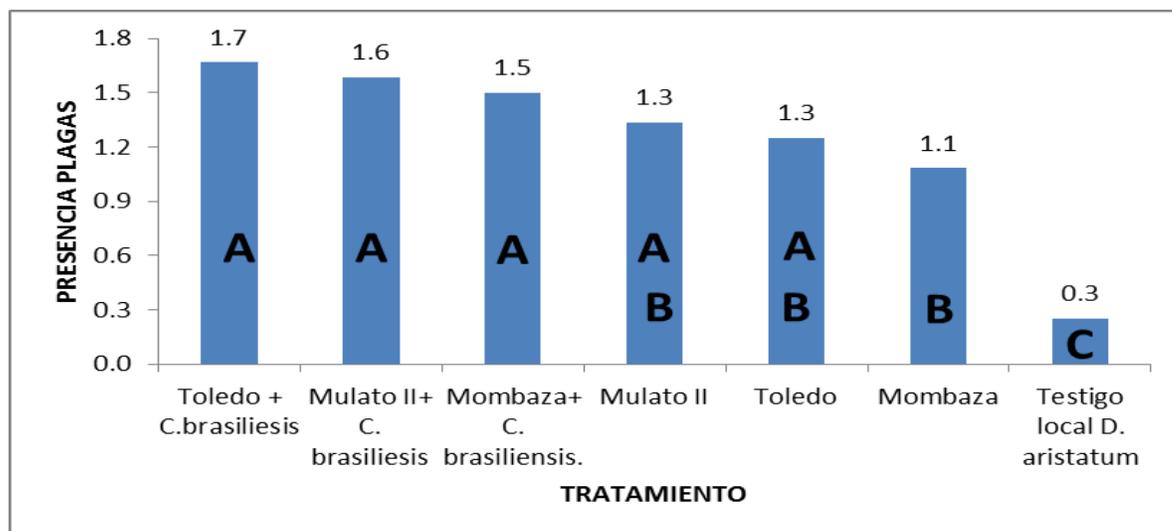
Para los valores presentados en el cv. Mulato II asociado y solo con 69.75 cm y 56.59 cm respectivamente, se puede decir que son valores bajos comparados con las demás especies investigadas, pero dado el crecimiento decumbente reportado por Peters, et., al (2013), estos datos son favorables debido que este cultivar puede alcanzar hasta una altura de 1m y comparándolos con Segura y Legarda (2011) que reportan 70,41 cm, son valores similares cuando se trata del cv. Mulato II asociado con *C. brasiliensis* mostrando así un efecto positivo para la altura en la asociación.

Persiste el comportamiento encontrado para la variable vigor, los tratamientos donde el Pasto Toledo y el cv. Mulato II se encuentran en asociación con *Canavalia brasiliensis*, superan a los tratamientos donde a estas especies se encuentran solas (2 y 1) y el cv. Mombaza solo supera a su asociación con *C. brasiliensis*.

**3.3.5. Presencia de plagas.** Al realizar el análisis de varianza (Anexo B), se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos y se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan (Anexo C) que dio como resultado que el tratamiento 7

(*Dichanthium aristatum*) presento diferencias significativas respecto a los demás, además la prueba arroja que los tratamientos donde las especies están solas son estadísticamente homogéneos entre si y por último se encontró que los tratamientos con asociación no presentan diferencias significativas entre estos y que el tratamiento 3 (Mombaza) difiere de los demás con un valor intermedio para esta variable.

**Figura 16. Diagrama para presencia de plagas.**



Se obtuvo un rango entre 0.3 y 1.7, estos valores son favorables debido a que los daños fueron leves y se clasificaron como incidencias bajas, estos daños no trascendieron en el desarrollo normal de las especies, debido a la adaptabilidad de estas a las condiciones que favorecieron su buen desarrollo (adaptado Peters et al., 2011). Las plagas encontradas en las gramíneas son las pertenecientes a los géneros *Empoasca* y *Aenolamia*. En las leguminosas se registraron daños leves causados por comedores de hoja principalmente *Diabrotica sp*, y escarabajo de las hojas de leguminosas (*Cerotoma trifurcata*) y falso medidor *Anticarsia genmatalis*.

Las asociaciones con *Canavalia brasiliensis* del Pasto Toledo, cv. Mulato II y cv. Mombaza resultaron con la mayor presencia de plagas en comparación con los tratamientos donde estas especies estaban solas, esto se debió principalmente a que en su estado fenológico inicial las leguminosas poseen un follaje succulento; lo que las hace apetecibles para plagas de follaje (Hasen, 1994).

El comportamiento del testigo local, presentó un valor favorable respecto a los demás tratamientos, lo cual puede deberse a que la especie es propia del área en donde se

estableció el estudio, presentando adaptación al medio y resistencia a plagas; así mismo dada la calidad de las demás especies mejoradas y lo suculentas que resultan para las plagas, es de esperarse que estas las prefieran ante el de menor calidad el local angleton.

Lara Corso (2005), en la sabana, municipio La Libertad Guatemala, reporta diferentes valores para el daño de insectos en el periodo de establecimiento, revelo que existió diferencias altamente significativa entre los tratamientos Mulato, Toledo, Mombasa y el testigo (*Paspalum plicatum*) con valores medios de (2.25, 2.0, 1.75 y 0.0) respectivamente, estos datos difieren a lo encontrado en el estudio en la localidad de Piedra de Moler, debido a las diferentes condiciones donde se realizaron las investigaciones, puesto que en el lugar del ensayo en Guatemala a una altura de 150 a 200 Msnm, ocurrieron cambios climáticos adversos que promovieron el incremento de las poblaciones de plagas. La característica importante a resaltar entre los dos estudios, es el comportamiento similar de los testigos locales (*Paspalum plicatum* y *Dichanthium aristatum*), donde estos presentaron el menor daño causado por insectos comparado con las demás especies evaluadas en las respectivas investigaciones. Situación dada posiblemente por el hecho de que al ser especies locales, presentan adaptación al medio y a las plagas que en este habitan.

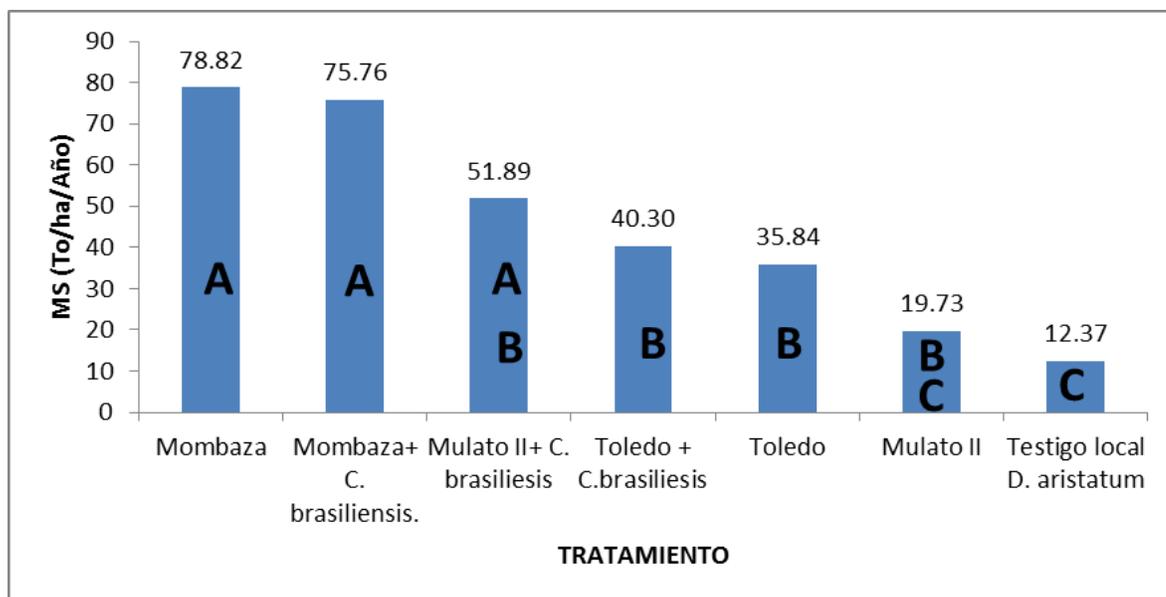
**3.3.6. Enfermedades.** Los tratamientos no presentaron enfermedades que representaran daños significativos, se determinó que la incidencia de estas fue baja.

#### **3.4. RESULTADOS DE PRODUCCIÓN.**

En la evaluación de producción de FV en MS, se pudo apreciar en la ANOVA (Anexo B) que entre los tratamientos existían diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ), lo que indicó que al menos uno de ellos obtuvo una producción diferente. Según la prueba de promedios de Duncan ( $Pr > 0.05$ ) (Anexo C), se presentaron tres grupos estadísticamente homogéneos entre los tratamientos que los conforman; en el primero se encuentra el 3 (mombaza), el 6 ( mombaza + *Canavalia brasiliensis*) y el 4 (mulato + *C. brasiliensis*) al segundo grupo pertenecen el 4, el 5 (Toledo + *C. brasiliensis*), el 2 (Toledo) y el 1 (Mulato II), y el tercer grupo por 5,2,1 y el 7 (*Dichanthium arsitatum*).

En promedio se produjo 624.43 gr de MS/m<sup>2</sup>, que con 7.2 pastoreos por año, 5 días de pastoreo y 45 días de recuperación, equivalen a una producción de 44.958 ton de MS x ha año, el primer grupo presenta los mejores valores con 331.49 gr de MS/m<sup>2</sup> (23.868 t/ha/año de MS) por encima del promedio de producción, con valores intermedios el segundo grupo esta 111,3661 gr MS/m<sup>2</sup> (8 t/ Ha/ año de MS) por debajo de la media y el tercero se encuentra 248,6161 gr MS/m<sup>2</sup> (17.899 t/ Ha/año de MS) por debajo del promedio para esta variable.

**Figura 17.**Diagrama para producción de materia seca en toneladas por hectárea año.



Los tratamientos que incluían Mombaza sola o en asociación con *Canavalia brasiliensis*, (Figura 17) fueron los de mayor producción logrando 78.822 ton/ ha/ año de MS y 75.762 ton/ ha/ año de MS. Rodríguez (citado por Segura y Legarda, 2011) describe la especie *P. máximum* con adaptabilidad a clima cálido, principalmente en los trópicos, siendo una gramínea perenne, hojosa, con raíces profundas, el cual sobre sale por su producción de forraje.

Las producciones de materia seca de los cultivares asociados Mulato II + *C. brasiliensis* y Toledo+ *C. brasiliensis*, con 51.89 y 40.30 Ton/ha/año respectivamente, superaron a las producciones de estos cultivares solos. Sobresale el comportamiento del cv. Mulato II que cuando se encontraba solo produjo 19.728 ton/ha/año de MS y en asociación con *C. brasiliensis* 51.894 ton/ha/año de MS para un incremento de 32.16 ton (figura 17). Melendez (1971) asegura que el incremento de producción en las asociaciones respecto al rendimiento de las gramíneas puras se debe a la contribución de materia seca de las leguminosas, más el incremento que experimenta la gramínea como resultado de la asimilación del nitrógeno fijado por la leguminosa. Para el caso concreto de la asociación que incluía al cv. Mombaza donde se presenta una menor producción a la del cultivar solo, se puede deber al hecho de que el *P. máximum* por su tipo crecimiento erecto y precoz afecto el desarrollo de la leguminosa y se generó un efecto competitivo entre las dos, dado al habito trepador y a la alta tasa de crecimiento que presenta la *C. brasiliensis*, mientras que el crecimiento inicial en forma de macollas del cv. Mulato y Toledo donde no hay un cubrimiento total del suelo permiten una mejor asociación con leguminosas, lo que se evidencio en esta investigación.

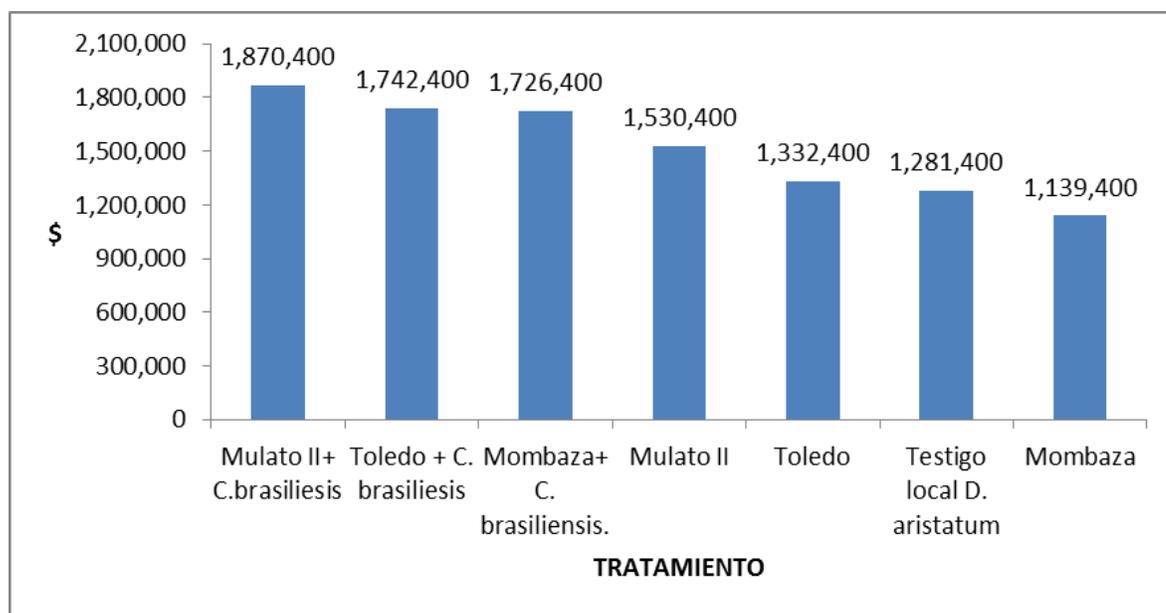
En la hacienda Versailles, Patía, *P. maximun* cv. Mombaza obtuvo una producción de 62.7 Ton/ha/año (Segura y Legarda 2011), valor inferior al encontrado en Piedra de Moler para este cultivar. De igual forma Segura y Legarda (2011) reportan comportamientos favorables para el cv. Mulato II y el Pasto Toledo con 35.6 y 34 ton/ha/año respectivamente, valor similar para el cv. Toledo y superior para el Mulato II en esta investigación, debido esencialmente al conjunto de factores que influyeron en el desarrollo de cada respectivo ensayo.

En los estudios de Valencia y Betancur (2011) se obtuvieron resultados promisorios en la producción de materia seca, principalmente con el tratamiento *B. brizantha* (cv. Toledo), y Mulato II con 51.12 y 43.92 Ton/ha/año, la cual supera las producciones encontradas en este estudio (figura 17).

### 3.5. RESULTADOS COSTOS.

Se tomaron los valores totales por cada tratamiento (Anexo D, E, F, G, H, I, J) y se graficaron en un diagrama de barras.

**Figura 18. Diagrama costos por tratamiento**



Los tratamientos más costosos son los de las asociaciones del cv. Mulato II, del Toledo y del cv. Mombaza con *Canavalia brasiliensis*, con valores de \$1, 870,400, \$1, 742,400 y \$1, 726,400 respectivamente, superando a los tratamientos donde los cultivares se encuentran solos (figura 18).

El tratamiento más económico es el del cv. Mombaza solo, con un valor de \$ 1, 139,400 encontrándose por debajo del testigo *D. aristatum* que presento un valor de \$ 1, 281,400 (figura 18).

Se tomaron los subtotales por concepto (Anexos D, E, F, G, H, I, J), y se representaron en términos de porcentaje de participación en el costo total por tratamiento (tabla 5).

**Tabla 5. Costos por concepto y porcentaje para cada uno de los tratamientos.**

CONCEPTO		Mulato II+ <i>C.brasiliensis</i>	Toledo + <i>C. brasiliensis</i>	Mombaza + <i>C. brasiliensis</i>	Mulato II	Toledo	Testigo local <i>D. aristatum</i>	Mombaza
PREPARACIÓN TERRENO	VALOR	660,000	660,000	660,000	660,000	660,000	880,000	660,000
	%	35.3	37.9	38.2	43.1	49.5	68.7	57.9
INSUMOS	VALOR	955,400	827,400	811,400	440,400	312,400	96,400	224,400
	%	51.1	47.5	47.0	28.8	23.4	7.5	19.7
MANO DE OBRA	VALOR	80,000	80,000	80,000	255,000	185,000	130,000	80,000
	%	4.3	4.6	4.6	16.7	13.9	10.1	7.0
OTROS	VALOR	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000
	%	9.4	10.0	10.1	11.4	13.1	13.7	15.4
TOTAL		\$ 1,870,400	\$ 1,742,400	\$ 1,726,400	\$ 1,530,400	\$ 1,332,400	\$ 1,281,400	\$ 1,139,400

En los tratamientos con asociaciones (tabla 5) los insumos representan entre el 47 y 51% del costo total del establecimiento mientras que en los tratamientos donde las especies están solas, estos representan entre 7,5 y 28,8% para este concepto. El anterior incremento es por causa del establecimiento de la *Canavalia brasiliensis*, específicamente por el valor de su semilla y el incremento de mano de obra por la siembra de la Canavalia. Este valor hace que para el establecimiento de las asociaciones los costos sean más altos en comparación con los del establecimiento de los cultivares solos y del testigo local.

En general las diferencias entre los costos se dieron por el precio de la semilla de cada especie y de las labores como control de malezas que se realizaron para el caso de los tratamientos cv. Mulato II, pasto Toledo y *D. arsitatum* (T1, T2 y T7), donde se presentaron los valores de participación más altos para mano de obra con un 16.7, 13.9 y 10%, respectivamente. En el caso específico del cv. Mombaza por su vigor, cobertura y alta tasa de crecimiento, se evitó el control de malezas, presentándose una reducción en el costo de establecimiento, que incluso resulto ser más bajo que el del testigo local (angleton) que tuvo menor participación en insumos, puesto que no se gasto en compra de semilla, y el establecimiento se debió un 68,7% a la preparación del terreno que fue estándar para todos los tratamientos, al estar directamente relacionado con la disponibilidad de maquinaria en la región del Valle del Patía.

### 3.6. CORRELACIONES

En la tabla 6, aparece la matriz de correlación entre las variables analizadas en esta investigación, se pudieron identificar correlaciones positivas y negativas entre las variables vigor, cobertura, plagas, altura y producción de materia seca.

**Tabla 6. Correlación de Person.**

		Vigor	Cobertura	Altura	Plagas	Enfer	PROM2
Vigor	Correlación de Pearson	1	,795(**)	,679(**)	,348(**)	.(a)	,483(**)
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.001	.	0.009
	N	84	84	84	84	84	28
Cobertura	Correlación de Pearson	,795(**)	1	,700(**)	,290(**)	.(a)	,571(**)
	Sig. (bilateral)	0.000		0.000	0.007	.	0.001
	N	84	84	84	84	84	28
Altura	Correlación de Pearson	,679(**)	,700(**)	1	-0.001	.(a)	,694(**)
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.994	.	0.000
	N	84	84	84	84	84	28
Plagas	Correlación de Pearson	,348(**)	,290(**)	-0.001	1	.(a)	.(a)
	Sig. (bilateral)	0.001	0.007	0.994		.	0.000
	N	84	84	84	84	84	28
Enfer	Correlación de Pearson	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.
	N	84	84	84	84	84	28
PROM2	Correlación de Pearson	,483(**)	,571(**)	,694(**)	.(a)	.(a)	1
	Sig. (bilateral)	0.009	0.001	0.000	0.000	.	
	N	28	28	28	28	28	28

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

Entre las variables vigor y cobertura existió una relación altamente positiva (0,795), Este efecto se explica en razón a la adaptación de las especies a las condiciones climáticas presentadas en la zona durante el establecimiento (Tabla 4). Igualmente se vio una relación positiva entre la variable vigor y altura (0,679), vigor y producción (0,483), altura y producción (0,694) cobertura y altura (0,700), cobertura y producción (0,571). Sin embargo son correlaciones con baja significancia lo que indica que no necesariamente este aspecto sea determinante en la selección de un sistema de establecimiento de forrajes y en la determinación de la oportunidad que una mezcla forrajera ofrece al sistema.

#### 4. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones de la vereda Piedra de Moler en el municipio de Patía Cauca, *Panicum maximum* cv. Mombaza solo y asociado con *Canavalia brasiliensis* presentó el mejor comportamiento agronómico, en términos de vigor (4.73, 4.67), cobertura (88.8%, 85.9%), altura (134.7 cm 132.8 cm) y producción de materia seca (78.82 ton/ ha/año, 75.76 ton/ ha/año) respectivamente.

Las parcelas con especies forrajeras solas y asociadas con *Canavalia brasiliensis*, presentaron mejor comportamiento agronómico que la parcela tradicional de la zona que se utilizó como testigo.

La asociación con *Canavalia brasiliensis*, generó un efecto positivo para *Brachiaria brizantha* -Toledo y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II. Se evidenció que en donde las gramíneas se encontraban asociadas, se presentó un mejor comportamiento agronómico en términos de vigor, cobertura, altura y producción de materia seca en comparación con los resultados obtenidos cuando las especies estaban solas. Evidenciándose un efecto positivo de *C. brasiliensis* en las condiciones del suelo del valle del Patía, que favorecieron el comportamiento de las brachiarias.

En las parcelas con *Panicum maximum* cv Mombaza, se presentó mayor potencial productivo cuando la gramínea estaba sola, que cuando se encontraba en asociación, debido a su hábito de crecimiento (erecto), y precocidad, lo que generó cierta competencia a la *Canavalia brasiliensis* en las primeras semanas del establecimiento, impidiendo el potencial de la leguminosa y desde luego su efecto en el suelo. Esta situación tiende a cambiar cuando la *C. brasiliensis* desarrolla su característica de volubilidad y puede expresar su competencia con la gramínea.

Los costos de establecimiento fueron mayores cuando se trató de asociaciones con *C. brasiliensis*, incremento causado por el valor de la semilla y la mano de obra del establecimiento de la leguminosa.

Se determinó que el cv. Mombaza fue la especie que presentó el menor costo de establecimiento, puesto que por su vigor, cobertura y alta tasa de crecimiento requirió menos labores de manejo, lo que generó disminución en el costo de insumos y mano de obra, en comparación con lo requerido para las otras especies.

Al combinar las variables de producción con los costos de establecimiento se pudo determinar que la mejor alternativa forrajera para la zona del Patía, es *Panicum maximum* cv. Mombaza solo o en asociación con *Canavalia brasiliensis*.

## 5. RECOMENDACIONES

Continuar la investigación acerca de las asociaciones forrajeras con las especies más promisorias para el desarrollo de las ganaderías del Patía, realizando estudios cambiando la leguminosa en asociación que permitan generar alternativas para los productores de la región.

Evaluar la respuesta de las praderas asociadas a la presión del animal y la respuesta productiva de los animales cuando las pastorean.

Difundir el conocimiento adquirido a los productores de la región acerca de la importancia de implementar pasturas asociadas con *Canavalia brasiliensis* y los beneficios que se generan en pro de la productividad de la región.

Aumentar la información existente y completar la investigación para determinar si las especies en asociación son capaces de persistir bajo pastoreo y determinar periodos de recuperación y pastoreo.

Realizar estudios para determinar la calidad del forraje de las pasturas asociadas con pruebas de digestibilidad y estimar parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia).

Realizar evaluaciones que permitan conocer el aporte de nitrógeno fijado en el suelo por parte de las leguminosas utilizadas, con el objetivo de realizar planes de fertilización eficientes.

Realizar evaluaciones sobre la conservación de humedad, en el suelo con el sistema de manejo de asociaciones forrajeras.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE PATÍA PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL (PDM) 2012-2015. 3 p.

ALCALDÍA PATÍA CAUCA. Nuestro municipio. Información general. Patía, 2009. Disponible en internet en: <http://www.patia-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m11l--&m=f&s=m#geografia>.

ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H. y LASCANO, C. E. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087): Gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. Cali, Colombia. Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. Boletín. 22 p.

BETANCUR, J. y VALENCIA, M. Evaluación agronómica de siete variedades de gramíneas en la vereda el Tablón municipio de Popayán. Trabajo de grado Ingeniería agropecuaria. Popayán, Cauca. Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2011.

CABEZAS, N. L. y SOLARTE, D. C. Evaluación agronómica de seis especies de leguminosas en la Vereda el Tablón, Municipio de Popayán. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán, Cauca. Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2011.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los llanos Orientales de Colombia; Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali Colombia 1981.

CHAMORRO, D.; GALLO, J.; ARCOS, J. y VANEGAS, M. Gramíneas y Leguminosas, consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico Bajo. Boletín de investigación. CORPOICA, 1998. Regional 6. Doc. 18405. Capítulo 6.

Copyright © Semillas Papalotla, S.A. de C.V. Manual de actualización técnica. Primera edición en Español: 2001, 7 p.

CORPOICA. Ficha técnica 38, 2013. Disponible en internet: [http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha\\_38.pdf](http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_38.pdf).

DOUXCHAMPS, S; MENA, M; HOEK, R; BENAVIDEZ, A. y AXEL, S. *Canavalia brasiliensis* Mart. Ex Benth CIAT 17009. Forraje que restituye la salud del suelo y mejora la nutrición del ganado. Managua, Nicaragua: 2011.

FARIA, J. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito. X seminario de pastos y forrajes, 2006.

FRANCO, L. H.; CALERO, D. y DURAN, C. Manual de establecimiento de pasturas. Proyecto "Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca". Palmira Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. 22, 23 p.

GONZALES, J. y CHOW, L. Comportamiento Agronómico y productivo de nueve leguminosas herbáceas forrajeras en el municipio de Muy Muy. Trabajo de grado Ingeniero agrónomo generalista. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía. Consejo de investigación y desarrollo. 2008. 41-44-56-61 p. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01g643c.pdf>

GRUPO DE INVESTIGACIÓN NUTRICIÓN AGROPECUARIA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS UNIVERSIDAD DEL CAUCA (NUTRIFACA). Proyecto "Aplicaciones de tecnologías para la transformación de sistemas ganaderos de carne en el departamento del Cauca". Popayán, Cauca, 2013.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, UNIVERSIDAD DEL CAUCA (NUTRIFACA). 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. 2010

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, UNIVERSIDAD DEL CAUCA (NUTRIFACA). 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 VI). Popayán. Cauca. 2011.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, UNIVERSIDAD DEL CAUCA (NUTRIFACA). 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 final). Popayán. Cauca. 2011.

HOLMAN, F; ARGEL, P y PÉREZ, E. “Análisis Expost: Impacto de la adopción de forrajes mejorados en fincas de pequeños productores en Centroamérica”. Disponible en Internet: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/5297/1/impacto\\_adopcion\\_forrajes.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/5297/1/impacto_adopcion_forrajes.pdf).

JUÁRES, F. I, “Evaluación nutricional de leguminosas tropicales”. Disponible en Internet: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/3/Evaluaci%C2%A2n%20Nutricional%20de%20Leguminosas%20Tropicales.pdf>

LASCANO, C.; PEREZ, R.; PLAZAS, C.; MEDRANO, J. y ARGEL, P. Cultivar Toledo – *Brachiaria brizantha* ( Accesion CIAT 26110): gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería Colombiana. Villavicencio, Colombia: CORPOICA: Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2002.

LASCANO, C y TERGAS, L. “Algunos aspectos sobre la utilización de mezclas de gramíneas – leguminosas en el trópico”. Disponible en Internet: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/handle/123456789/5986>

LARA, M. E. Evaluación de adaptación y producción de biomasa de nueve gramíneas forrajeras mejoradas. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Peten, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro universitario de Petén, 2005. 31-32-33-39-41-43-45-47-48 p. Disponible en Internet: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/26/26\\_0036.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/26/26_0036.pdf)

MAHECHA, L.; GALLEGO, L.; PELÁEZ, F. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. En Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002.

MEMORIAS VI CONGRESO LATINOAMERICANO AGROFORESTERIA PARA LA PRODUCCIÓN PECUARIA SOSTENIBLE. Estudio cualitativo de sistemas ganaderos del valle del Patía y meseta de Popayán en el departamento del Cauca. Sección 1.1 recuperación de tierras degradadas papel de árboles y sistemas silvopastoriles. Panamá, 2010.

MEMORIAS DEL CURSO PASTURAS TROPICALES. CORPOICA. SIERRA, J. O. Establecimiento y manejo de asociaciones gramíneas - leguminosas. Medellín, 1996. 72, 73, 74, 75 p.

MILA, P. Establecimiento de parcelas demostrativas de especies forrajeras en el trópico colombiano. SENA y FEDEGAN. Bogotá D. C Colombia, 2013.

PETERS, M.; VIVAS, N.; RENDON, E.; MORALES, S.; HINCAPIÉ, B y ORDOÑEZ, K. Alternativas forrajeras para el trópico bajo. Cauca Colombia, 2013.

PETERS, M; FRANCO, L. H.; SCHMIDT, A.; HINCAPIÉ, B. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano. Cali, 2011.

PIZARRO, E. "IX Seminario de pastos y forrajes. 2005: Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano". Disponible en Internet: [http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix\\_seminario\\_pastosyforraje/Conferencias/C3-EstebanPizarro.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C3-EstebanPizarro.pdf)

POT. Plan de Ordenamiento Territorial del Patía 2009.

QUIÑONES, J y CAMAYO, U. 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. Departamento de ciencias agropecuarias, 2011.

ROJAS, S.; OLIVARES, J.; JIMÉNEZ, R.; HERNÁNDEZ, E. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. REDVET en: Veterinaria Organización. México. Mayo, 2005, vol. VI, No. 5, p. 3-6-7. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050509.pdf>

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

SEGURA, D. y LEGARDA, J. Respuesta agronómica de ocho variedades de gramíneas en tres ambientes del valle del Patía-Cauca. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán. Cauca: Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2011

SIERRA, J. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Ciencia y Tecnología. Universidad de Antioquia, 2002.

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

TOLEDO, J. Manual para la evaluación Agronómica. CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali: 1982.

TORRES, C. y ARCOS, O. Respuesta agronómica de diez accesiones de leguminosas multipropósito en los municipios de Rosas y La Sierra. Trabajo de grado de Ingeniería Agropecuaria. Popayán Cauca; Universidad del Cauca; facultad de ciencias agropecuarias, 2011.



## ANEXO B. ANALISIS DE VARIANZA

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Vigor	Inter-grupos	100.383	6	16.731	13.428	0.000
	Intra-grupos	95.938	77	1.246		
	Total	196.321	83			
Cobertura	Inter-grupos	41,962.479	6	6,993.747	15.718	0.000
	Intra-grupos	34,262.223	77	444.964		
	Total	76,224.702	83			
Altura	Inter-grupos	99,679.231	6	16,613.205	4.770	0.000
	Intra-grupos	268,204.547	77	3,483.176		
	Total	367,883.779	83			
Plagas	Inter-grupos	7.449	6	1.241	7.734	0.000
	Intra-grupos	12.361	77	0.161		
	Total	19.810	83			
Enfer	Inter-grupos	0.000	6	0.000	.	.
	Intra-grupos	0.000	77	0.000		
	Total	0.000	83			
PORMS	Inter-grupos	65.929	6	10.988	0.312	0.924
	Intra-grupos	740.750	21	35.274		
	Total	806.679	27			
PROM2	Inter-grupos	3,045,840.357	6	507,640.060	6.090	0.001
	Intra-grupos	1,750,340.500	21	83,349.548		
	Total	4,796,180.857	27			

### ANEXO C. PRUEBA DE DUNCAN

Vigor			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa	
		2	1
7.00	12	1.2500	
1.00	12		3.8333
4.00	12		4.0000
2.00	13		4.0769
5.00	12		4.2500
6.00	12		4.6667
3.00	11		4.7273
Sig.		1.000	0.090

Altura			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa	
		2	1
7.00	12	32.9583	
1.00	12	56.5917	
4.00	12	69.7500	
2.00	13	81.8266	
5.00	12	84.7717	84.7717
6.00	12		132.8042
3.00	11		134.7364
Sig.		0.057	0.053

Cobertura				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
7.00	12	24.1667		
1.00	12	41.2500	41.2500	
4.00	12		54.1667	
2.00	13			73.4615
5.00	12			76.2500
3.00	11			85.9091
6.00	12			88.7500
Sig.		0.051	0.138	0.110

plagas				
Duncan				
tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7	12	.25		
3	12		1.08	
2	12		1.25	1.25
1	12		1.33	1.33
6	12			1.50
4	12			1.58
5	12			1.67
Sig.		1.000	.219	.052

PROM2				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
7.00	4	171.7500		
1.00	4	274.0000	274.0000	
2.00	4	497.7500	497.7500	
5.00	4	559.7500	559.7500	
4.00	4		720.7500	720.7500
6.00	4			1,052.2500
3.00	4			1,094.7500
Sig.		0.095	0.056	0.097

**ANEXO D. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II**

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas	bomba	5	35,000	175,000
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				915,000
<b>INSUMOS</b>				
Semilla Mulato	kg	8	43,000	344,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas	litro	1	25,000	25,000
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				440,400
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	Visitas		85,000	85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,530,400</b>

**ANEXO E. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Brachiaria brizantha*- Toledo**

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Brachiaria brizantha</i>- Toledo</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas	bomba	3	35,000	105,000
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>845,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla Toledo	kg	8	27,000	216,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas	litro	1	25,000	25,000
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>312,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	Visitas		85,000	85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,332,400</b>

**ANEXO F. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Panicum maximum* cv. Mombaza**

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas		0	0	
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>740,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla mombaza	kg	5	30,600	153,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas		0	0	0
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>224,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	Ha		85,000	85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,139,400</b>

**ANEXO G. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Brachiaria* Híbrido cv. Mulato II+ *Canavalia brasiliensis*.**

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II+ <i>Canavalia brasiliensis</i>.</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas		0	0	
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>740,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla Mulato	kg	8	43,000	344,000
Semilla canavalia	kg	9	60,000	540,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas		0	0	0
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>955,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	visitas		85,000	85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,870,400</b>

**ANEXO H. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Brachiaria brizantha*- Toledo + *Canavalia brasiliensis***

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Brachiaria brizantha</i>- Toledo + <i>Canavalia brasiliensis</i></b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas		0	0	
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>740,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla Toledo	kg	8	27,000	216,000
Semilla canavalia	kg	9	60,000	540,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas		0	0	0
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>827,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	visitas		85,000	85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,742,400</b>

**ANEXO I. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Panicum maximun* cv. Mombaza + *Canavalia brasiliensis***

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Panicum maximun</i> cv. Mombaza+ <i>Canavalia brasiliensis</i></b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.1 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	4	50,000	180,000
Rastrillada	Ha	1	400,000	480,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	1	20,000	20,000
Resiembra				
Control de malezas		0	0	
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>740,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla mombaza	kg	5	40,000	200,000
Semilla canavalia	kg	9	60,000	540,000
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas		0	0	0
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>811,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	visitas			85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,726,400</b>

**ANEXO J. COSTOS ESTABLECIMIENTO *Dichanthium aristatum*- angleton**

<b>COSTOS LOTE VALLE DEL PATIA</b>				
<b>ESTABLECIMIENTO <i>Dichanthium aristatum</i>- angleton</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD COMERCIAL</b>	<b>CANTIDAD (1.6 ha)</b>	<b>VALOR UNITARIO PESOS</b>	<b>VALOR TOTAL PESOS</b>
Análisis de suelo		1	90,000	90,000
<b>LABORES</b>				
Arada	hora	5	50,000	240,000
Rastrillada	Ha	2	400,000	640,000
Trazado	jornal	1	20,000	20,000
Instalación de postes		0	0	0
Instalación de cercas				
Aplicación de correctivos	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de herbicidas	jornal	1	20,000	20,000
Aplicación de fertilizantes				0
Siembra	jornal	0	0	0
Resiembra				
Control de malezas	bomba	2	35,000	70,000
Control de plagas				
Control de enfermedades				
<b>SUB-TOTAL LABORES</b>				<b>1,010,000</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla angleton	kg	0	0	0
Enmiendas	bulto	3	23,800	71,400
Fertilizantes				0
Herbicidas	litro	1	25,000	25,000
<b>SUB-TOTAL INSUMOS</b>				<b>96,400</b>
<b>OTROS COSTOS</b>				
Asistencia técnica	visitas			85,000
<b>SUB-TOTAL</b>				
<b>TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>				<b>1,281,400</b>