

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON  
VARIACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LA FINCA LA TORRE,  
VEREDA CLARETE, MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**LIBARDO ANTONIO GURRUTE QUILINDO  
EMERSON ARTURO SUAREZ BUCHELLY**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2015**

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON  
VARIACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LA FINCA LA TORRE,  
VEREDA CLARETE, MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**LIBARDO ANTONIO GURRUTE QUILINDO  
EMERSON ARTURO SUAREZ BUCHELLY**

**Directores**

**M. Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILLA  
M. Sc. SANDRA MORALES VELASCO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2015**

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>  | <b>13</b> |
| 1.1 GANADERÍA EN COLOMBIA .....   | 13        |
| 1.2 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA .....  | 14        |
| 1.3 AGROFORESTERIA.....   | 14        |
| 1.3.1 Sistemas agroforestales. ....   | 15        |
| 1.3.2 Sistemas silvopastoriles.....   | 15        |
| 1.3.2.1 Ventajas de los sistemas silvopastoriles.....   | 16        |
| 1.3.2.2 Alternativas para la utilización de especies arbóreas y arbustivas<br>con mayor potencial forrajero en región ..... | 17        |
| 1.4 GENERALIDADES DEL REVENTADOR BLANCO ( <i>CLIBADIUM<br/>SURINAMENSE L</i> ).....   | 18        |
| 1.4.1 Botánica.....   | 19        |
| 1.4.2 Morfología.....   | 20        |
| 1.4.3 Distribución geográfica. ....   | 21        |
| 1.4.4 Establecimiento. ....   | 22        |
| 1.4.5 Adaptación.....   | 22        |
| 1.4.6 Usos. ....  | 22        |
| 1.4.7 Composición Nutricional. ....   | 22        |
| 1.5 GENERALIDADES DEL BOTÓN DE ORO ( <i>TITHONIA<br/>DIVERSIFOLIA (HEMSL.) GRAY</i> ).....                                  | 23        |
| 1.5.1 Distribución.....   | 24        |
| 1.5.2 Morfología.....   | 25        |
| 1.5.3 Cultivo .....   | 25        |
| 1.5.4 Usos .....  | 25        |
| 1.6 GENERALIDADES DE ESTRELLA AFRICANA ( <i>CYNODON<br/>NLEMFUENSIS</i> ) .....   | 26        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 1.6.1     | Distribución.....   | 27        |
| 1.6.2     | Morfología.....   | 27        |
| 1.6.3     | Cultivo .....   | 27        |
| 1.6.4     | Usos. ....  | 27        |
| 1.7       | GENERALIDADES DE LEUCAENA ROJA ( <i>LEUCAENA DIVERSIFOLIA (SCHLTDL.) BENTH</i> )..... | 27        |
| 1.7.1     | Distribución.....   | 29        |
| 1.7.2     | Morfología.....   | 30        |
| 1.7.3     | Cultivo .....   | 30        |
| 1.7.4     | Usos. ....  | 30        |
| 1.8       | GENERALIDADES DE ACACIA NEGRA ( <i>ACACIA DECURRENS WILD</i> ).....                   | 30        |
| 1.8.1     | Distribución.....   | 32        |
| 1.8.2     | Morfología.....   | 33        |
| 1.8.3     | Cultivo. ....   | 33        |
| 1.8.4     | Usos. ....  | 33        |
| <b>2.</b> | <b>METODOLOGÍA.....</b>   | <b>34</b> |
| 2.1       | LOCALIZACIÓN.....   | 34        |
| 2.2       | MATERIAL EXPERIMENTAL.....  | 34        |
| 2.3       | DISEÑO EXPERIMENTAL.....  | 35        |
| 2.4       | PROPAGACIÓN DEL MATERIAL.....   | 38        |
| 2.4.1     | Preparación del terreno. ....   | 38        |
| 2.4.2     | Propagación. ....   | 38        |
| 2.4.3     | Establecimiento del material en campo.....  | 40        |
| 2.5       | ÉPOCA DE ESTABLECIMIENTO .....  | 42        |
| 2.6       | CORTE DE ESTANDARIZACIÓN.....   | 43        |
| 2.7       | VARIABLES EVALUADAS .....   | 44        |
| 2.7.1     | Vigor .....   | 45        |
| 2.7.2     | Cobertura.....  | 44        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 2.7.3     | Altura .....   | 44        |
| 2.7.4     | Diametro .....   | 45        |
| 2.7.5     | Presencia de plagas: .....   | 44        |
| 2.7.6     | Presencia de enfermedades: .....   | 44        |
| 2.7.7     | Porcentaje de floración. ....  | 44        |
| 2.7.8     | Numero de rebrotes .....   | 45        |
| 2.7.9     | Produccion de forraje.....   | 45        |
| <b>3.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>46</b> |
| 3.1       | CONDICIONES CLIMÁTICAS.....  | 46        |
| 3.2       | CLIMA.....   | 46        |
| 3.3       | ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO..... | 47        |
| 3.3.1     | Vigor .....  | 47        |
| 3.3.2     | Cobertura.....   | 48        |
| 3.3.3     | Altura. ....   | 49        |
| 3.3.4     | Diámetro. ....   | 49        |
| 3.3.5     | Presencia de plagas. ....  | 50        |
| 3.3.6     | Presencia de enfermedades.. ....   | 51        |
| 3.3.7     | Floración.....   | 52        |
| 3.3.8     | Numero de rebrotes.....  | 53        |
| 3.3.9     | Producción de materia seca/m <sup>2</sup> . ....                         | 54        |
| <b>4.</b> | <b>DISCUSIÓN.....</b>  | <b>57</b> |
| <b>5.</b> | <b>COSTOS DE ESTABLECIMIENTO.....</b>                                    | <b>61</b> |
| <b>6.</b> | <b>ACTIVIDADES ADICIONALES .....</b>                                     | <b>62</b> |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>8.</b> | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>64</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>65</b> |
|           | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>72</b> |

## LISTA DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Contenido de proteína cruda de especies arbóreas y arbustivas ..                                    | 18 |
| Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la especie <i>C. surinamense</i> L .....                                | 19 |
| Cuadro 3. Composición Nutricional <i>Clibadium surinamense</i> L.....   | 22 |
| Cuadro 4. Clasificación taxonómica de la especie <i>Tithonia diversifolia</i><br>(Hemsl.) Gray.....           | 24 |
| Cuadro 5. Clasificación taxonómica de la especie <i>Cynodon nlemfuensis</i> .....                             | 26 |
| Cuadro 6. Clasificación taxonómica de la especie <i>Leucaena</i><br><i>diversifolia</i> (Schltdl.) Benth..... | 29 |
| Cuadro 7. Clasificación taxonómica de la especie <i>Acacia decurrens</i> Wild ....                            | 32 |
| Cuadro 8. Variable Producción MS gramos/planta o m <sup>2</sup> para los tres<br>tratamientos. ....           | 55 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. <i>Clibadium surinamense</i> L. ....   | 21 |
| Figura 2. Diagrama de campo para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles experimentales .....       | 35 |
| Figura 3. Modelo de parcela, vista superficial .....   | 36 |
| Figura 4. Modelo de parcela, vista frontal. ....   | 37 |
| Figura 5. Trabajo de campo.....  | 38 |
| Figura 6. Trabajo de campo.....  | 39 |
| Figura 7. Trabajo de campo.....  | 41 |
| Figura 8. Trabajo de campo.....  | 42 |
| Figura 9. Trabajo de campo.....  | 43 |
| Figura 10. Trabajo de campo.....   | 43 |
| Figura 11. Comportamiento de la Precipitación y Temperatura en el periodo de estudio de la investigación. .... | 46 |
| Figura 12. Comportamiento de la variable Vigor. ....   | 48 |
| Figura 13. Comportamiento de la variable Altura. ....  | 49 |
| Figura 14. Comportamiento de la variable Diámetro. ....  | 50 |
| Figura 15. Comportamiento de la variable Presencia de plagas. ....   | 51 |
| Figura 16. Comportamiento de la variable Presencia de enfermedades. ....                                       | 52 |
| Figura 17. Comportamiento de la variable Floración.....  | 53 |
| Figura 18. Comportamiento de la variable Número de rebrotes.....   | 54 |
| Figura 19. Comportamiento de la variable Producción MS % /planta o m <sup>2</sup> .....                        | 56 |

## LISTA DE ANEXOS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Anexo A. | Formato de evaluación del establecimiento de un sistema silvopastoril con variación de especies arbustivas y arbóreas..... | 73 |
| Anexo B. | Cuadro .Variable Vigor para los tres tratamientos. ....  | 74 |
| Anexo C. | Cuadro. Variable Cobertura para los tres tratamientos. ....  | 75 |
| Anexo D. | Cuadro. Variable Altura para los tres tratamientos. ....   | 75 |
| Anexo E. | Cuadro. Variable Diámetro para los tres tratamientos. ....   | 76 |
| Anexo F. | Cuadro. Variable Presencia de plagas para los tres tratamientos. ....  | 76 |
| Anexo G. | Cuadro. Variable Presencia de enfermedades para los tres tratamientos. ....  | 77 |
| Anexo H. | Cuadro. Variable Floración para los tres tratamientos. ....  | 78 |
| Anexo I. | Cuadro. Variable Numero de rebrotes para los tres tratamientos. ....   | 79 |
| Anexo J. | Costos generales del establecimiento del proyecto.....   | 80 |
| Anexo K. | Costos de establecimiento del primer sistema silvopastoril .....   | 81 |
| Anexo L. | Costos del establecimiento del segundo sistema silvopastoril. ....   | 82 |
| Anexo M. | Costos del establecimiento del tercer sistema silvopastoril. ....  | 83 |
| Anexo N. | Tabla. Capacidad de Carga para los tratamientos.....   | 84 |



## RESUMEN

Con el objetivo de diseñar y evaluar la fase de establecimiento de un sistema silvopastoril para el mejoramiento de la producción ganadera en la vereda Clarete, municipio de Popayán. Se evaluaron tres asociados con especies presentes en la zona.

Para la evaluación en campo se realizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones, se delimitaron 9 parcelas de 24 x 12 con una distancia de 2 m entre ellas. Durante la investigación se realizaron 3 muestreos con sus respectivas evaluaciones, y un periodo de recuperación de 35 días.

Las variables evaluadas fueron vigor, cobertura, altura de plantas, % floración, % de materia seca, diámetro, incidencia de plagas y enfermedades (Toledo, 1982). Los resultados se analizaron mediante estadísticos descriptivos y se realizó análisis de varianza ( $P=0.05$ ), sin obtener diferencias estadísticas para cada una de las variables.

Se les realizó análisis varianza ( $P=0.05$ ) además de estadísticos descriptivos. Siendo el tratamiento T1 el de mejor comportamiento con una producción de materia seca de 21.570 Ton MS/ha/año.

El análisis de costos económicos determinó que los costos de establecimiento de los diferentes modelos como alternativa de producción para la región, son similares, por lo tanto se puede establecer cualquiera de los tres métodos propuestos como sistema de producción.

## SUMMARY

With the objective of designing and evaluating the establishment phase of a silvopastoral system for the improvement of livestock production in the Village of Clarete, municipality of Popayan. Partnerships with three species present were evaluated in the area.

For field evaluation was conducted an experimental design in randomized complete block with 3 treatments and 3 replications , 9 plots of 24x12 with a distance of 2 m between them were defined . During the investigation three samples with their respective evaluations, and a recovery period of 35 days were made.

The variables evaluated were vigor, cover, plant height, % bloom, % dry matter , diameter, incidence of pests and diseases (Toledo , 1982). The results were analyzed using descriptive statistics and analysis of variance (  $P = 0.05$  ) was performed without obtaining statistics for each of the variables differences.

Was performed variance analysis (  $P = 0.05$  ) as well as descriptive statistics. As the T1 has the best behavior with a dry matter production of 21,570 Ton DM / ha / year.

The economic cost analysis determined that the costs of establishing different models as an alternative production for the region are similar, so you can set any of the three methods proposed as a production system

## INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles tanto biológica como económicamente, los sistemas silvopastoriles pueden ser una alternativa a corto mediano y largo plazo. La introducción de árboles en las pasturas además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, especialmente si son leguminosas, pueden ser utilizados dispersos en la pradera, pueden controlar la erosión, mejorar la fertilidad de los suelos y adicionalmente ofrecen otros productos como leña, madera, frutos, proporcionándole otros ingresos al productor y dándole mayor estabilidad económica. (Barreto y Rodríguez, 2007)

En Colombia el uso de sistemas silvopastoriles, en la producción ganadera ha tenido un gran auge en los últimos años. Sin embargo, Aún falta información y documentación a largo plazo, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre los componentes árbol-pasto suelo- animal. Esta información es necesaria para generar puntos de intervención del hombre para el manejo del sistema, que garanticen su mayor eficiencia y sostenibilidad. (Barreto y Rodríguez, 2007)

El desarrollo de la investigación se centró en el diseño y evaluación del establecimiento de tres sistemas silvopastoriles para mejorar la producción ganadera de la vereda Clarete; arreglos que involucran especies nativas como Reventador blanco (*Clibadium surinamense L*) y especies presentes en la zona como Botón de oro (*Tithonia diversiflora*) y Acacia negra (*Acacia decurrens Wild.*); cuyas interacciones afectan de manera positiva la producción ganadera.

Los diseños silvopastoriles se convierten en una propuesta para el mejoramiento de praderas y el siguiente trabajo es una herramienta importante para hacer la ganadería de la zona más rentable, socialmente responsable y ambientalmente sostenible.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 GANADERÍA EN COLOMBIA

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 y que ha sido y es cuestionada fuertemente por su desempeño productivo e impacto ambiental, debe equilibrarse en un nivel tecnológico aceptable y sostenible, que combine la productividad de los sistemas intensivos con las bondades de los extensivos. (Mahecha *et al.*, 2002)

La ganadería colombiana está caracterizada por ser una actividad extensiva-extractiva, con bajos niveles de inversión y un deficiente desarrollo de acciones administrativas que la promuevan empresarialmente en un mercado globalizado, que es altamente competitivo. El silvopastoreo, los sistemas de conservación de forrajes y el uso de bloques multinutricionales, constituyen estrategias que pueden generar importantes avances en los aspectos productivo y ambiental, enmarcados en las exigencias de los mercados globalizados (Mahecha *et al.*, 2002).

Es evidente la importancia que la producción ganadera tiene para la economía rural, sectorial y la oferta alimentaria del país, contribuye con el 3.6% del PIB nacional, con el 27% del PIB agropecuario y con el 64% del PIB pecuario. Representa el 7% del empleo nacional y el 28% del empleo rural. La ganadería se enfrenta a barreras estructurales comunes para el desarrollo rural en Colombia, tales como: debilidad del capital humano, baja productividad, alto grado de informalidad, uso ineficiente de los

recursos naturales, y el acceso inadecuado a los recursos financieros y las nuevas tecnologías, entre otros. En muchas regiones la ganadería ejerce una significativa presión sobre la biodiversidad debido a los impactos directos e indirectos que genera tanto sobre bosques de trópico bajo, bosques andinos, paramos, humedales y ecosistemas naturales en general (World Bank, CEA, 2005 citado por Fedegan, s.f). En el momento, la actividad ganadera ocupa aproximadamente 38 millones de hectáreas, 66% de las cuales presentan algún nivel de degradación. (Fedegan, s.f.)

## **1.2 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

El departamento del Cauca se encuentra localizado al suroeste del país; presenta una topografía quebrada, lo que le confiere variantes climáticas, según la distribución de las tierras, la vocación del suelo caucano es de agroforestería, cultivos forestales y de conservación; sin embargo, a la ganadería son dedicadas 925.000 hectáreas que representan cerca del 30% del área, en las cuales se albergan 245.000 reses (Gamarra, 2007 citado por Pérez, 2013). De acuerdo con el censo realizado el primer trimestre del año 2011, se reportaron 243.542 cabezas de ganado en el departamento (Pérez, 2013).

## **1.3 AGROFORESTERIA**

Es la interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde se presentan interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas y no leñosas, o leñosas, no leñosas y animales. Cuando todas son especies leñosas, al menos una se maneja para la producción

agrícola y/o pecuaria permanente (Ospina, 2006 citado por Polanía y Rendón, 2009).

**1.3.1 Sistemas agroforestales.** Los sistemas agroforestales se presentan como un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implican la combinación o asociación de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos del mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes (Polanía y Rendón, 2009).

**1.3.2 Sistemas silvopastoriles.** “Los sistemas silvopastoriles son una opción productiva en donde interactúan un componente leñoso perenne, una herbácea y un animal” (Pezo e Ibrahim, 1996). Estos sistemas son una ayuda eficaz para contribuir con la recuperación de suelos degradados y ayudar a la protección del medio ambiente. “La implementación de sistemas silvopastoriles permite mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El cambio de un sistema de pradera en monocultivo a un arreglo de tipo boscoso permite el refugio de aves, reptiles y otros mamíferos”; se conocen como sistemas silvopastoriles aquellos sistemas de producción que incluyen pastos mejorados con alto vigor y productividad, asociados con arbusto y/o árboles forrajeros; así como los árboles que generalmente se utilizan para dar sombrío, confort al ganado, producción de leña, extracción de madera y postes, también se pueden involucrar bancos de proteína, cercas vivas, y árboles asociados con pasturas naturales y/o mejoradas. Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería que combina los pastos para la ganadería con árboles y arbustos (Corpoica, 2006).

**1.3.2.1 Ventajas de los sistemas silvopastoriles.** Dentro de las ventajas de los sistemas silvopastoriles encontramos que se genera un microclima ideal para actividades agrícolas y pecuarias, las especies arbóreas forrajeras o maderables proporcionan sombrero al ganado, protegen las praderas contra los vientos, reducen el uso de alimentos concentrados ya que los árboles y arbustos forrajeros mejoran la calidad de alimento para el ganado y proveen alimento durante todo el año (Corpoica, 2006).

Se ha identificado algunas fuentes de ganancias que traerían aparejados estos sistemas y que explicarían su rápida adopción por parte de los productores, entre ellos: la diversidad de la oferta, ya que permitiría ampliar el mercado hacia clientes más solventes respondiendo a sus propias expectativas de calidad maderera (Fassola *et al.*, 2004) y la calidad del producto, la cual autoriza un precio superior. Por calidad del producto se entiende a la generación de rollizos con mayor diámetro y por ende mejor aprovechamiento y, por otro lado, a la obtención de rollizos con menos cantidad de nudos muertos, los cuales no son deseables en el mercado (Luccerini y Subovsky, 2006). Por el lado del componente ganadero, el manejo del mismo bajo dosel permite reemplazar el ganado más rustico, tan utilizado en zonas marginales, por razas con alta proporción de sangre británica logrando mayores tasas de crecimiento y cortes de alto grado de terneza; la posibilidad permanente de reducción de costos, por incrementos en la productividad, calidad de las especies forestales, forrajeras y ganaderas (Luccerini y Subovsky, 2006).



**1.3.2.2 Alternativas para la utilización de especies arbóreas y arbustivas con mayor potencial forrajero en región.** Entre los aspectos más relevantes a la hora de usar árboles en las fincas por parte de los ganaderos tenemos: sombra en los potreros, lo que redundaría en la mejora de la productividad del ganado, preservación de la biodiversidad de la zona, conservación de la fertilidad del suelo, embellecimiento de paisaje, alimentación del ganado, conservación de fuentes de agua, otros como la obtención de leña y madera para uso interno de la finca y en algunas ocasiones para la venta (Polanía y Rendón, 2009).

**Cuadro 1. Contenido de proteína cruda de especies arbóreas y arbustivas**

| Especie                    | Proteína cruda% |       | Fuente                     |
|----------------------------|-----------------|-------|----------------------------|
|                            | Follaje         | D%    |                            |
| Cajanus cajan (L) Mill sp. | 20 - 23         | 80    | Peters, 2003               |
| Erythrina edullis          | 24,3            |       | Vargas, 1991               |
| Leucaena leucocephala      | 12 - 25         | 65-85 | Peters, 2003               |
| Erythrina peoppigiana      | 26              | 67.2  | Espinoza, 1984             |
| Trichantera gigantea       | 18              | 60    | Gómez, 1995                |
| Gliricidia sepium          | 20 - 30         | 50-75 | Peters, 2003               |
| Tithonia diversifolia      | 28              | 79    | Peters, 2003               |
| Alocasia macrorrhiza       | 22,4            |       | Gómez, 2008                |
| Boehmeria nivea            | 18 - 21         |       | Boschini y Rodríguez, 2002 |
| Clibadium surinamense      | 17,56           | 56,7  | Burbano y Zapata, 2007     |
| Malvaviscus arboreus       | 19-21           |       | Bolio <i>et al</i> , 2006  |
| Hibiscus rosa sinensis     | 26,6            | 72    | Flores <i>et al</i> , 1998 |
| Morus alba                 | 15-25           | 75-90 | Flores <i>et al</i> , 1999 |
| Acacia decurrens           | 18              | 43    | Cárdenas, 2008             |
| Mimosa quitensis Kunth     | >25             | <55   | Cárdenas, 2008             |
| Urera caracassana          | 28              |       | Sarria, 2008               |

D%: Porcentaje de digestibilidad  
Fuente. Polanía y Rendón, 2009.

#### **1.4 GENERALIDADES DEL REVENTADOR BLANCO (*CLIBADIUM SURINAMENSE* L)**

El género *Clibadium* está representado por individuos con ramas casi cilíndricas y algo vellosas, hojas opuestas, oval-lanceoladas y aserradas, flores abundantes, amarillas o blancas en pequeñas cabezuelas reunidas en corimbos y de aquenios sin vilano. Es un arbusto de 2.5 m de altura en promedio, flores blancas y muy aromáticas. (Salamanca, 2001 citado por

Burbano y Zapata, 2004). En el cuadro 2, se describe la clasificación taxonómica de la especie *C. surinamense L.*

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la especie *C. surinamense L.*

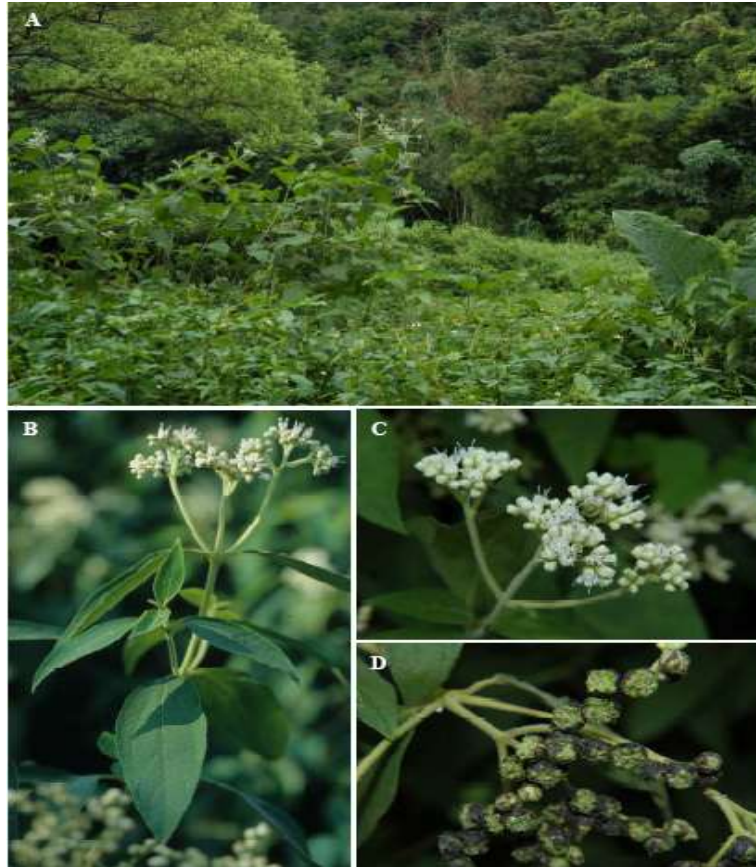
|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| Reino    | Plantae                         |
| Subreino | Tracheobionta                   |
| Filo     | Magnoliophyta                   |
| Clase    | Magnoliopsida                   |
| Subclase | Asteridae                       |
| Orden    | Asterales                       |
| Familia  | Asteraceae                      |
| Genero   | <i>Clibadium</i>                |
| Especie  | <i>Clibadium surinamense L.</i> |

Fuente: Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica, 1997

**1.4.1 Botánica.** El reventador blanco (*Clibadium surinamense L.*) pertenece a la familia Asteraceae (Compositae); Esta familia es una de las más estudiadas, debido a que es una de las mejor representadas en la flora Colombiana, comprende un gran número de especies, silvestres y cultivadas, todas útiles a las abejas, las cuales se localizan entre los pisos cálido y medio (Burbano y Zapata, 2004).

**1.4.2 Morfología.** Es un arbusto de 1 - 3 metros de alto. Perenne; hojas opuestas, lanceoladas u oval-lanceoladas, de 9 - 12 cm de largo y 2.5 - 4 cm de ancho, de ápice acuminado y base angosta, con margen aserrulado, ásperas en la cara superior, pubescentes en la cara inferior, especialmente en los nervios; peciolo pubescentes, 1 - 2 cm de largo. Capítulos sésiles o subsésiles, globosos, de unos 5 cm de diámetro, agrupados en panículas corimbosas terminales; flores exteriores femeninas y fértiles, flores centrales hermafroditas y estériles. Involucro con 3 a 4 escamas aovadas, membranáceas, blancas o a veces violáceas, de unos 4 mm de largo. Flores blancas. Corola de las flores femeninas en forma de embudo, 2.5 mm de largo, con ovario piloso en el ápice y 1.5 mm de largo. Corola de las flores hermafroditas angosta, acampanada, de 3 - 3.5 mm de largo, los lóbulos pilosos afuera, ovario piloso, 1.5 - 3 mm de largo Aquenio oboviforme, ligeramente piloso en el ápice, 3 mm de largo y 2.5 mm de ancho. Papo ausente (Schenee, 1984 citado por Bachiller, 2003 citado por Burbano y Zapata, 2004). A continuación se describen algunas características de la especie (figura 1).

**Figura 1. *Clibadium surinamense* L.**



Fuente: Tseng, Y.; Wang, C.; Peng, C. 2008

A: Hábitat. B: Rama floral. C: Inflorescencias. D: Infrutescencias.

**1.4.3 Distribución geográfica.** Según Missouri Botanical Garden (2003) citado por Burbano y Zapata (2004). *Clibadium surinamense* L se encuentra en Colombia en los departamentos de: Antioquia, Choco, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Santander y Valle del Cauca, en un rango altitudinal que va de los 20 a los 2550 m.s.n.m. También se reporta la presencia de esta especie en otros países de Sudamérica como: Ecuador, Bolivia, Perú, Venezuela y en Centro América en Costa Rica, Nicaragua, Panamá.

**1.4.4 Establecimiento.** Se propaga por brotes de cepa y semillas (Cipagauta *et al.*, s.f.).

**1.4.5 Adaptación.** Se encuentra en estado natural en rastrojos de la Amazonia, la Macarena y el Guaviare. Según la luminosidad es semiheliófito cuando esta joven y heliófito cuando esta adulta (Cipagauta *et al.*, s.f.).

Según Bachiller (2003) citado por Burbano y Zapata (2004), *Clibadium surinamense* L se encuentra en suelos degradados a causa de la tala de bosques primarios, los cultivos, el pastoreo intensivo y las quemas.

**1.4.6 Usos.** Se utilizan las ramas, las hojas y los frutos como planta medicinal y como alimento para animales domésticos, silvestres y el hombre, para quienes produce frutas o flores comestibles. Los bovinos la consumen muy bien y la ramonean cuando la encuentran en rastrojos y potreros. (Cipagauta *et al.*, s.f.).

#### **1.4.7 Composición Nutricional.**

**Cuadro 3. Composición Nutricional *Clibadium surinamense* L.**

| <b>Parámetro</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
|------------------|----------|----------|----------|
| Nitrógeno        | 3.48     |          |          |
| Fosforo          | 0.29     | 0.38     |          |
| Potasio          | 1.37     |          |          |
| Magnesio         | 0.58     |          |          |
| Calcio           | 2.50     | 1.16     |          |
| Sodio            | 0.10     |          |          |
| Proteína         | 21.75    | 16.56    | 14.23    |
| Fibra            | 17.09    | 15.37    |          |
| Grasa            | 6.49     |          |          |

| Parámetro            | 1 | 2     | 3     |
|----------------------|---|-------|-------|
| Ceniza               |   | 11.89 | 13.67 |
| Extracto etéreo      |   | 1.22  |       |
| Extracto nitrogenado |   | 54.96 |       |
| FDN                  |   | 33.74 | 32.82 |
| FDA                  |   | 19.71 | 28.86 |
| Materia Orgánica     |   |       | 79.01 |
| DIVMS                |   |       | 37.75 |

**DIVMS:** Digestibilidad *in vitro* materia seca

1: Análisis foliar del Papagallo (*Clibadium surinamense* L), Boyacá, 1993. Fuente: Bachiller, 2003 citado por Burbano y Zapata, 2004.

2: Análisis bromatológico de *Clibadium surinamense* L. Bogotá, 2002. Fuente: Bachiller, 2003 citado por Burbano y Zapata, 2004.

3: Análisis bromatológico de las especies evaluadas. Fuente: Astaiza y Botina, 2012.

## 1.5 GENERALIDADES DEL BOTÓN DE ORO (*TITHONIA DIVERSIFOLIA* (HEMSL.) GRAY)

Es conocido con numerosos nombres vulgares como: mirasol (zona cafetera del Valle del Cauca, Antioquia, Caldas, Tolima), aro (Santander), cajeta (Ocaña, Cundinamarca), fuñe y madre del agua (Villavicencio), yátago (Cañón del Chicamocha, Boyacá y parte de Santander), suiban y cenicero (Bolivia), tuno (Guatemala), naranjilla (Venezuela), palo de agua (Panamá), beque, pausanto (Brasil) (Gómez *et al.*, 1995). En el cuadro 4, se describe la clasificación taxonómica de la especie *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray

**Cuadro 4. Clasificación taxonómica de la especie *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray**

|                 |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|
| <b>Reino</b>    | <b>Vegetal</b>                      |
| <b>División</b> | <b>Spermatophyta</b>                |
| <b>Clase</b>    | <b>Dicotiledoneae</b>               |
| <b>Orden</b>    | <b>Campanuladas</b>                 |
| <b>Familia</b>  | <b>Compositae</b>                   |
| <b>Genero</b>   | <b>Tithonia</b>                     |
| <b>Especie</b>  | <b><i>Tithonia diversifolia</i></b> |

Fuente: Árboles y Arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica, s.f.

**1.5.1 Distribución.** Esta especie se distribuye naturalmente desde el sur de México hasta Centroamérica y el norte de Suramérica (Colombia, Ecuador y Venezuela), incluidas las Antillas, y ha sido introducida en Estados Unidos, las islas del Pacífico, Australia, África y Asia. Aunque en algunas regiones se considera una planta invasora, en otras es un recurso muy apreciado. En Tailandia, por ejemplo, se celebra un festival durante su floración en noviembre (Calle y Murgueitio, 2008).

Esta planta es común en áreas perturbadas como bordes de ríos, caminos y carreteras. En Colombia, crece en diferentes tipos de suelos, desde el nivel del mar hasta 2500 metros de elevación y en sitios con precipitaciones que fluctúan entre 800 y 5.000 mm. (Calle y Murgueitio, 2008)



**1.5.2 Morfología.** Esta especie fue descrita como planta herbácea de 1.5 a 4.0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas, las hojas en su mayoría de 7.0 a 20 cm de largo y, de 4.0 a 20.0 cm de ancho. Con 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base y la mayoría decurrentes en la base del pecíolo, bordes aserrados pedúnculos fuertes de 5 a 20 cm de largo; 12 a 14 flores amarillo brillantes o anaranjadas de 3.0 a 6.0 cm de longitud (Nash 1976 citado por Ríos y Salazar, 1995).

**1.5.3 Cultivo.** Posee un gran volumen radicular y una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema y tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. (Pérez *et al.*, 2009)

**1.5.4 Usos.** Según Mahecha y Rosales (s.f.) en Colombia se ha observado su uso como cerca viva, flora para apicultura, ornamental, en silvopastoreo de ganado bovino, forraje de corte en la alimentación de cerdos, ovejos, conejos, bovinos y búfalos. Sin embargo existen reportes de literatura sobre su uso en otros países como atracción de insectos benéficos en cultivos, antiparasitario para animales, paja para cama en ganadería y abono verde en cultivos, siendo este último el uso más difundido.

A pesar de las observaciones del uso de *Tithonia diversifolia* en la alimentación animal, especialmente por campesinos, se han realizado muy pocos trabajos investigativos a nivel mundial en este campo entre ellos se cuenta con el reporte de una evaluación del consumo de forraje en ovejos y cerdos y evaluaciones productivas en cabras, búfalos y

gallinas ponedoras. Siendo una especie tan valiosa agronómicamente sería interesante su integración en sistemas de producción animal.

### **1.6 GENERALIDADES DE ESTRELLA AFRICANA (*CYNODON NLEMFUENSIS*)**

Se utiliza para pastoreo, control de erosión, corte, acarreo, heno y ensilaje. Esta especie posee alta calidad, alta exigencia de fertilidad de suelos y manejo (Peters *et al.*, 2011). En el cuadro 5, se describe la clasificación taxonómica de la especie *Cynodon nlemfuensis*

**Cuadro 5. Clasificación taxonómica de la especie *Cynodon nlemfuensis***

|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| <b>Reino</b>      | <b>Plantae</b>             |
| <b>Subreino</b>   | <b>Tracheobionta</b>       |
| <b>División</b>   | <b>Magnoliophyta</b>       |
| <b>Clase</b>      | <b>Liliopsida</b>          |
| <b>Subclase</b>   | <b>Commelinidae</b>        |
| <b>Orden</b>      | <b>Cyperales</b>           |
| <b>Subfamilia</b> | <b>Poaceae</b>             |
| <b>Genero</b>     | <b>Cynodon</b>             |
| <b>Especie</b>    | <b>Cynodon nlemfuensis</b> |

Fuente: Instituto de Ciencias Naturales, Alexander von Humboldt, 2007

**1.6.1 Distribución.** Originario de África oriental. Se adapta a climas cálidos y medios por lo cual no prospera en alturas superiores a 2.200 m.s.n.m.; resiste la sequía y crece bien en suelos de baja fertilidad y pH bajo (Ospina y Aldana, 1998).

**1.6.2 Morfología.** Gramínea perenne de tallos abundantes y entrenudos largos; desarrolla numerosos estolones superficiales o subterráneos de 5 m o más; las raíces crecen de los nudos. Los pedúnculos florales alcanzan hasta 1 m y poseen de cuatro a cinco ramificaciones. Tiene hojas exfoliadas e hirsutas; siendo las plantas frondosas con tallos muy erectos. La inflorescencia se presenta en espigas (Ospina y Aldana, 1998).

**1.6.3 Cultivo.** Se propaga por medio de tallos, cepas o estolones. Plantados en surcos distanciados entre 0,5 y 1 m o al voleo, regando los tallos y estolones en el campo (Ospina y Aldana, 1998).

**1.6.4 Usos.** Puede ser pastoreado en forma continua, ante lo cual responde satisfactoriamente cuando se mezcla con leguminosas como centrosema y kudzu. Con buena fertilización puede producir entre 4.000 y 5.000 kg de forraje seco por hectárea, cada seis o siete semanas. Su uso primordial es el pastoreo (Ospina y Aldana, 1998).

## **1.7 GENERALIDADES DE LEUCAENA ROJA (*LEUCAENA DIVERSIFOLIA (SCHLTDL.) BENTH*).**

Nombre común Leucaena, Leucaena roja, guaje, guajillo, y quebrachiquillo (Peters *et al*, 2011). En el cuadro 6, se describe la

clasificación taxonómica de la especie *Leucaena diversifolia* (Schltdl.)  
*Benth.*

**Cuadro 6. Clasificación taxonómica de la especie *Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth**

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Reino      | Plantae               |
| Filo       | Spermatophyta         |
| Subphylum  | Angiospermas          |
| Clase      | Dicotyledoneae        |
| Orden      | Fabales               |
| Familia    | Fabaceae              |
| Subfamilia | Mimosoideae           |
| Genero     | Leucaena              |
| Especie    | Leucaena diversifolia |

Fuente: CABI, 2014

**1.7.1 Distribución.** La distribución natural de *L. diversifolia* corresponde a una zona estrecha de bosque siempre verde submontano húmedo o muy húmedo, con sujeción a la niebla frecuente y la nubosidad. *L. diversifolia* también crece a veces en abundancia en vegetación secundaria. Como una especie de altitud media, es tolerante con los climas fríos, pero no heladas. *L. diversifolia* es una especie tropical del altiplano se encuentran en lugares frescos y de temporada húmeda. Esto no resiste bien la sequía y tolera sólo la sombra parcial. (World Agroforestry Center, 2013)

**1.7.2 Morfología.** Es un arbusto de espinas de larga duración o un árbol que puede alcanzar una altura de 7.18 m. Las hojas son bipinnadas con 6-8 pares de pinnas que lleva 11-23 pares de folíolos 8-16 mm de largo. La inflorescencia es una forma globular de color crema que produce un racimo de vainas marrones planas de 13 a 18 mm de longitud que contienen 15-30 semillas. (Shelton y Brewbaker)

**1.7.3 Cultivo.** *L. diversifolia* se puede propagar a través de la siembra directa. Las semillas no germinan a menos que se realice un previo proceso de escarificado, donde se raspa la testa para la formación de grietas en la cubierta de la semilla resistente al agua. Agua hirviendo vigorosamente vierte sobre las semillas, se agita suavemente y se vertió en 3-5 minutos los resultados en alrededor del 70% de germinación, como alternativa, las semillas pueden ser remojados en agua de 80 grados. C durante 3 minutos. Las semillas pueden tardar semanas en germinar. Típicamente, las plantas de semillero deben ser trasplantadas en el campo de 8-12 semanas después de la germinación. La propagación vegetativa por estacas e injertos generalmente ha fracasado, aunque el cultivo de tejidos se realiza correctamente. (World Agroforestry Center, 2013)

**1.7.4 Usos.** Los principales usos de la especie es la leña y el carbón vegetal, fibra, madera, sombra o refugio, goma o resina, fijación de nitrógeno, enmiendas del suelo (World Agroforestry Center, 2013).

## **1.8 GENERALIDADES DE ACACIA NEGRA (*ACACIA DECURRENS WILD*)**

Es una especie fijadora de nitrógeno, apta para la recuperación de suelos y control de la erosión. También sirve como forraje en tiempos de escases, cercas vivas (Quiceno y Medina, 2006 citado por Rendón y Polania, 2009). En el cuadro 7, se describe la clasificación taxonómica de la especie *Acacia decurrens Wild*

**Cuadro 7. Clasificación taxonómica de la especie *Acacia decurrens* Willd**

|            |                        |
|------------|------------------------|
| Reino      | Plantae                |
| División   | Magnoliophyta          |
| Clase      | Magnoliopsida          |
| Orden      | Fabales                |
| Familia    | Fabaceae               |
| Subfamilia | Mimosoideae            |
| Genero     | Acacia                 |
| Especie    | Acacia decurrens Willd |

Fuente: Lanfiutti, s.f.

**1.8.1 Distribución.** Es una especie originaria de los bosques húmedos del sureste de Australia y Tasmania. Se ha introducido como especie ornamental en parques, jardines y propiedades, como especie forestal por su buena madera.

Está clasificada como una de las 100 especies con mayor potencial invasor del mundo. Smith (1985) listó la especie como una de las 33 especies exóticas que deberían ser monitoreadas debido a sus amenazas potenciales sobre los ecosistemas nativos. La magnitud de la amenaza de la especie sobre los ecosistemas nativos está limitada si su expansión es exclusivamente vegetativa, si la reproducción por semilla llega a ser común, el potencial de invasión es considerablemente alto. Produce grandes cantidades de semilla de alta viabilidad en el suelo, por encima de 50 años. Las numerosas plantas generadas tienden a dominar el ambiente invadido desplazando a las especies nativas. Las semillas pueden ser diseminadas por aves, expandiéndose a las áreas invadidas, por viento, agua, roedores y en general pequeños mamíferos. (Quentin y



Fuller, 2001 citados por Olaya A.M, 2005 citados por Tombe y Arboleda, 2010).

**1.8.2 Morfología.** Árbol de entre 8 y 15 m de altura, sin espinas, de corteza agrietada y color bastante oscuro. Las ramas son angulosas y pubescentes. Las hojas, que carecen de estípulas, son en las plantas jóvenes bipinnadas, mientras que en las adultas están reducidas, desapareciendo completamente el limbo y ensanchándose el pecíolo, formando una estructura llamada filodio. Las flores, se reúnen en inflorescencias a modo de glomérulos, de forma globosa, de 10 a 12 mm de diámetro y portando cada uno entre 30 y 50 flores. El fruto es la legumbre elipsoidal de entre 4 y 12 cm, recurvada y comprimida entre las semillas. Las semillas son negruzcas, elipsoidales, con un funículo largo plegado que da varias vueltas a la semilla. (Tombe y Arboleda, 2010)

**1.8.3 Cultivo.** Se multiplican por semillas. Soportan bien toda clase de suelos, aunque prefiere los suelos ácidos. Le perjudican las sequías veraniegas.

**1.8.4 Usos.** Es una especie forestal utilizada para la obtención de madera y también como ornamental, cerca viva, recuperación de suelos, y fuente de forraje para bovinos (Olaya A.M, 2005 citado por Tombe y Arboleda, 2010).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se adelantó en la finca La Torre, vereda Clarete, municipio de Popayán, Cauca (2<sup>o</sup>30´ latitud norte y 76<sup>o</sup>31´ latitud oriente). A una altura de 1993 m.s.n.m. Localizada en la subcuenta media del río Palacé, al nororiente de la ciudad (Figura 2); limita con el municipio de Totoró. La vereda se encuentra a una altitud entre 1400 y 2600 metros sobre el nivel del mar, correspondiente al piso climático subandino; presenta un clima templado a frío, con una temperatura entre 12<sup>o</sup> C y 17<sup>o</sup>C (Figueroa y Concha, 2006 - 2007).

### 2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental tenido en cuenta fue: Estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*), Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), Reventador Blanco (*Clibadium surinamense* L), Leucaena Roja (*Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth), y Acacia Negra (*Acacia decurrens* Wild.). El pasto estrella, el Botón de Oro y el Reventador blanco, se recolectaron en la zona, teniendo en cuenta las plantas que presentaban las mejores características morfológicas. La Leucaena se colectó de plantas presentes en la Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, teniendo en cuenta plantas que presentaban excelentes características y la Acacia se adquirió en las casas comerciales agropecuarias de Popayán.

### 2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones (bloques). Los cuales fueron distribuidos como lo muestra la Figura 2. Cada parcela experimental conto con un área de 288 m<sup>2</sup>, y para el manejo se dejó un espacio de 2 m entre parcelas.

**Figura 2. Diagrama de campo para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles experimentales**



- **Tratamientos.**

T1: Pasto Estrella + Acacia negra (10 plántulas) + Leucaena roja (26 plántulas) + Botón de Oro (52 plántulas).

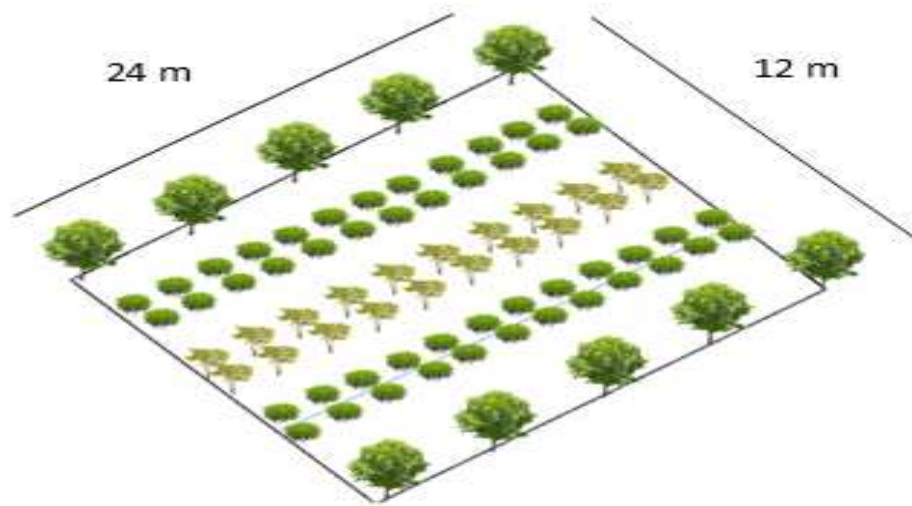
T2: Pasto Estrella + Acacia negra (10 plántulas) + Leucaena roja (26 plántulas) + Reventador Blanco (52 plántulas).

T3: Pasto Estrella + Acacia negra (10 plántulas) + Leucaena roja (26 plántulas) + Reventador Blanco (26 plántulas) + Botón de Oro (26 plántulas).

- **Tamaño de las parcelas.**

En un área de 3328 m<sup>2</sup> establecida previamente con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) se delimitaron 9 parcelas de 24 m de largo y 12 m de ancho. Figura 3 y Figura 4.

**Figura 3. Modelo de parcela, vista superficial**



Convenciones:

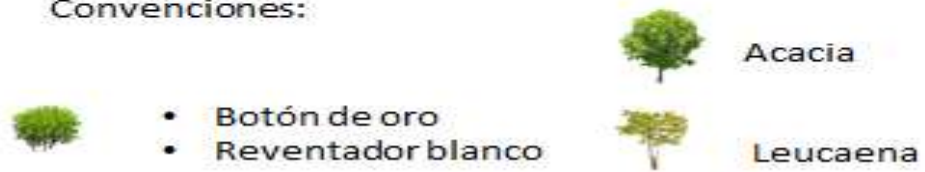
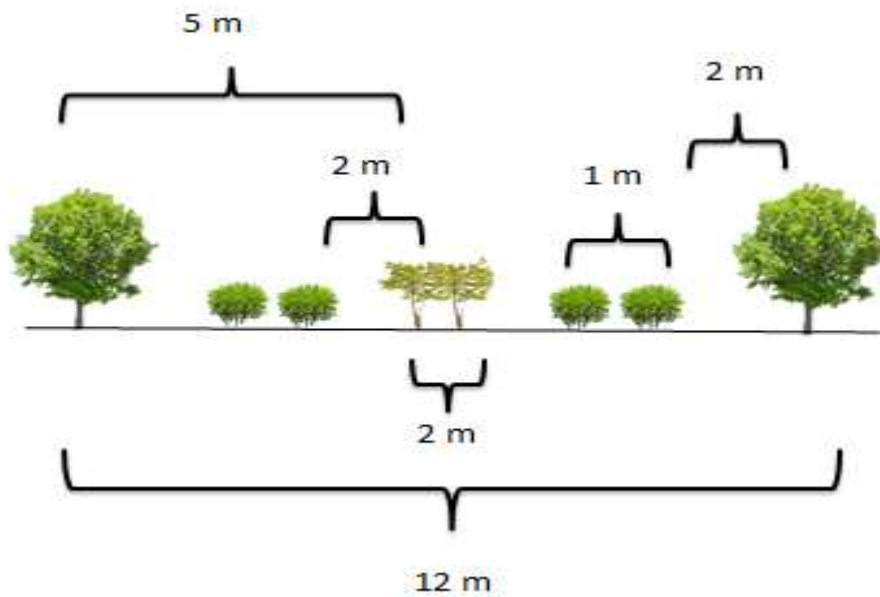


Figura 4. Modelo de parcela, vista frontal.



## 2.4 PROPAGACIÓN DEL MATERIAL

**2.4.1 Preparación del terreno.** En un área de 3328 m<sup>2</sup>, se realizaron labores de limpieza por medio de labranza convencional, conjunto a esta actividad se realizaron correctivos al terreno con CALFOMAG: Fosforo total (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 23%, Calcio (CaO) 42%, Magnesio (MgO) 10%, Azufre total (S) 3%, Silicio (SiO<sub>2</sub>) 11%. Con una aplicación al voleo de 600 kilogramos (12 Bultos).

**2.4.2 Propagación.** Para el establecimiento del Botón de Oro (*Tithonia diversiflora*) y de Reventador Blanco (*Clibadium surinamense L*) se utilizaron estacas jóvenes de 25 a 30 cm de largo, y con un diámetro de 1 a 2 cm, con un mínimo de tres yemas. Esto debido a que las estacas muy gruesas tienen poca germinación. El material fue sembrado en almacigo de manera vertical, durante un periodo de enraizamiento aproximadamente de 60 días, para posteriormente ser llevado a campo con una altura promedio de 20 cm.

**Figura 5. Trabajo de campo**



A) Siembra de *Clibadium surinamense* y *Tithonia diversiflora* B) y C) Plantas en almacigo de *Clibadium* y *Tithonia diversiflora*.

Para la propagación de la *Leucaena* roja (*Leucaena diversifolia*) se recolectó semilla de los árboles con mejores características morfológicas, de la facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad del Cauca; las cuales se sometieron a un proceso de escarificación en agua a 80 grados durante 3 minutos. De ahí se procedió a sembrarlas en almácigos usando una mezcla de suelos de 3:1 (tres partes de tierra por una de materia orgánica), depositando de dos a tres semillas por bolsa y a una profundidad del doble del tamaño de éstas y se mantuvo en el vivero dos meses aproximadamente, periodo después del cual se llevaron a campo con una altura promedio de 10 cm.

**Figura 6. Trabajo de campo.**



A) y B) Establecimiento de *Leucaena diversifolia*, C) Plántulas en almacigo de *Leucaena diversifolia*.

**2.4.3 Establecimiento del material en campo.** Para el establecimiento, en la pradera previamente adecuada con Pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) se realizó un trazado de 50 centímetros entre surcos. Las especies arbustivas Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) y Reventador Blanco (*Clibadium surinamense* L), se distribuyeron en doble línea y a una distancia entre plantas de 2 m y 1 m entre calles, en cada uno de los tratamientos. Evaluaciones realizadas por Ríos, (1994) citada por Gómez *et al.*, (s.f.) indican que no existen diferencias significativas en cuanto a la densidad de siembra, pero el mejor comportamiento se presentó con densidades más amplias (1.0 m x 0.75 m y 0.75 m x 0.75 m). Es posible obtener mayor rendimiento por unidad de área en la densidad de 0.5 m x 0.75 m, aunque podría correr los riesgos fitosanitarios inherentes a esta forma de cultivo, adicional a esto, se genera una competencia entre plantas más marcada en la densidades mayores repercutiendo en el desarrollo de las mismas.



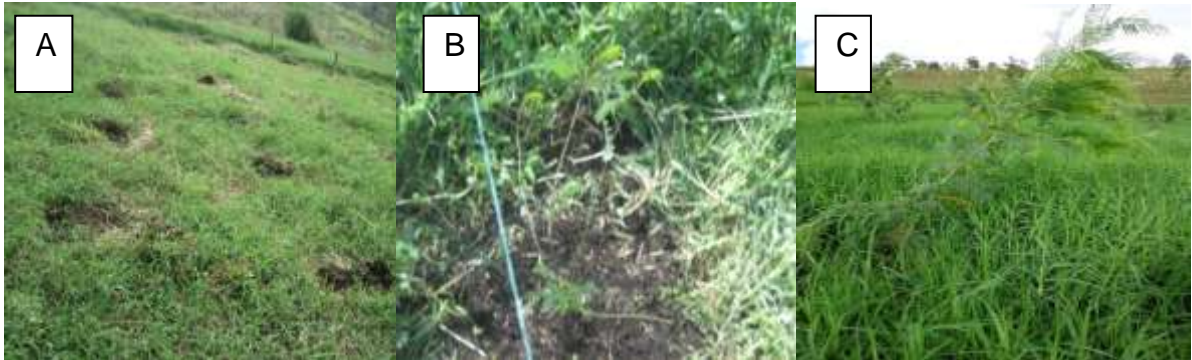
**Figura 7. Trabajo de campo.**



A) Pradera de *Cynodon nlemfluensis*. B) y C) Distribución y establecimiento de *Tithonia diversifolia* y *Clibadium surinamense* L.

A diferencia de las especies arbustivas mencionadas, la leucaena roja (*Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth.) se estableció a 2 m entre plantas y 2 m entre calle. Según Ojeda *et al.*, (2003) para un sistema silvopastoril tipo pastoreo, la distancia entre hileras será de 2.0 m y de 0.50 a 1.0 m entre plantas o sitios. La especie arbórea acacia negra (*Acacia decurrens* Wild.), se sembró a una distancia de 6 m entre plantas y 12 m entre calle. Investigaciones realizadas por Giraldo *et al.*, (s.f.) indican que la producción de pasto tendió a disminuir en altas densidades de siembra de la especie arbórea ya que la mayoría de los pastos tropicales son de tipo C4 por lo tanto tienen una capacidad limitada para aclimatarse o tolerar sombra, lo cual puede afectar el normal crecimiento del pasto.

**Figura 8. Trabajo de campo.**

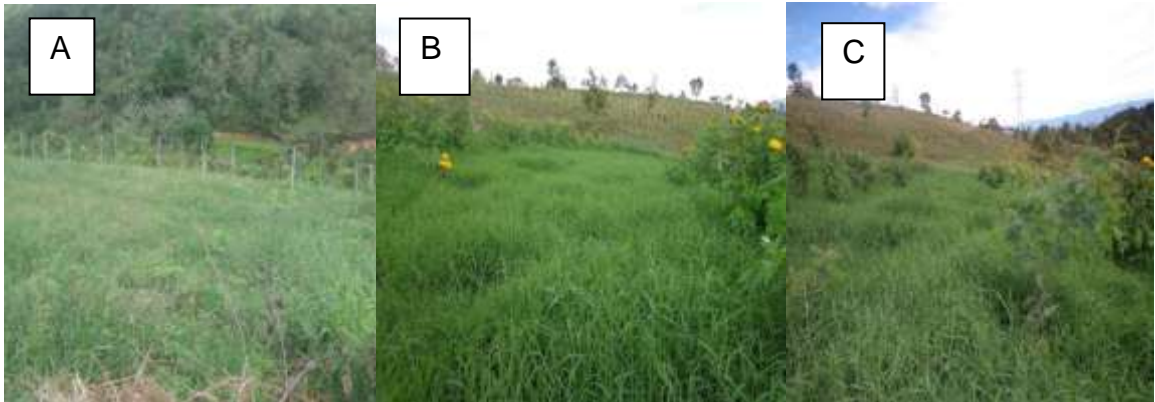


A) Trazado y distribución de *Leucaena diversifolia* B) Establecimiento de *Leucaena diversifolia* y C) *Acacia decurrens Wild* en campo.

## 2.5 ÉPOCA DE ESTABLECIMIENTO

El proyecto de investigación se realizó en dos fases: la primera correspondió al establecimiento de la pradera con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), transcurridos 90 días de establecida la pradera se realizó un pastoreo a fondo en el lote que permitió realizar el trazado y ahoyado del diseño. Y una segunda fase corresponde al establecimiento del sistema silvopastoril. Se realizaron tres evaluaciones, la primera evaluación se realizó a los 95 días posteriores a la siembra, la segunda a los 130 días y finalmente una tercera evaluación a los 180 días. En cada una de ellas se evaluaron las variables vigor, cobertura, altura, presencia de plagas y enfermedades, producción de flores, y llenado de vaina, diámetro, número de rebrotes y materia seca (Anexo A).

**Figura 9. Trabajo de campo**



A) Pradera de *Cynodon nlemfluensis*. B) y C) Sistema silvopastoril establecido en campo.

## 2.6 CORTE DE ESTANDARIZACIÓN

Esta labor se llevó a cabo a los 102 días, 140 días y 195 días posteriores al establecimiento del sistema silvopastoril; y de cada una de las recolecciones de las muestras, esta práctica se realizó con el fin de homogenizar el ensayo (Toledo, 1982).

**Figura 10. Trabajo de campo.**



A) y B) Labores de estandarización en el lote C) Lote luego de proceso de estandarización.

## 2.7 VARIABLES EVALUADAS

De acuerdo a la metodología de la Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales (Toledo, 1982), se abordó la evaluación de las siguientes variables:

**2.7.1 Vigor.** Expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor. El patrón de comparación fue todo el ensayo planteado.

**2.7.2 Cobertura.** La cobertura se debe registrar en porcentaje por m<sup>2</sup> durante el establecimiento; se mide entre los 40 y 50 días después del establecimiento con un marco de madera o metálico, y una piola o cordel que se pasa por todos los clavos o ganchos laterales del marco para formar un cuadro. La cobertura se estima según la proporción aparente en que el pasto cubra cada área de la retícula (0.2 x 0.2 m).

**2.7.3 Altura de las plantas.** Medida como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de las plantas en estado natural, medida en centímetros.

**2.7.4 Diámetro.** Se tomó la distancia entre las ramas más extendidas de la planta de punta a punta (Vivas, 2005).

**2.7.5 Presencia de plagas.** Para la evaluación la incidencia y severidad causada por insectos comedores de follaje, la evaluación del daño se hizo en una escala de 1 a 4, así:

1. Presencia de algunos insectos: la parcela no presenta áreas foliares consumidas.

2. Daño leve: se observa en la parcela de 1 a 10% del follaje consumido.
3. Daño moderado: el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20 %.
4. Ataque grave: más del 20 % del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto.

**2.7.6 Presencia de enfermedades.** Se procedió a recorrer las parcelas, se consideran plantas afectadas las que presentan síntomas de enfermedades, se califican de 1 a 4 así:

1. Presencia de la enfermedad: 5% de plantas afectadas.
2. Daño leve: 5-20 % de plantas afectadas.
3. Daño moderado: 20-40 % de plantas afectadas.
4. Daño severo o grave: más de 40 % de plantas afectadas.

**2.7.7 Porcentaje de floración.** Para analizar esta variable se estableció el número de plantas en floración con respecto al número total de plantas dentro de la parcela experimental. De acuerdo a esta proporción se estableció un porcentaje para floración (Vivas, 2005).

**2.7.8 Numero de rebrotes.** Conteo después de cada corte (Vivas, 2005).

**2.7.9 Producción de forraje.** Mediante el pesaje de la producción a través de aforos de biomasa del área de muestreo, el cual se llevó a cabo con la ayuda de un marco de 0.25 x 0.25 m, este muestreo se realizó al azar dentro de cada parcela, en cada corte de evaluación de producción y su rendimiento en materia seca por medio de secado en hornos de ventilación controlada a 70°C por 72 horas.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

#### 3.2 CLIMA

La investigación se vio influenciada por el comportamiento ambiental propio de la meseta de Popayán; donde las precipitaciones fueron bajas durante los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre con lluvias entre 3,6 – 159,5 mm/mes y con precipitaciones extremas entre 223,9 – 321,2 mm/mes correspondientes a los meses de noviembre y diciembre del año 2013, enero, febrero y marzo del año 2014 (Estación meteorológica Universidad del Cauca facultad de Ingeniería Civil, 2014).

**Figura 11. Comportamiento de la Precipitación y Temperatura en el periodo de estudio de la investigación.**



Fuente: Estación meteorológica Universidad del Cauca facultad de Ingeniería Civil, 2014.

A su vez la evaluación estuvo acompañada de temperaturas de 17,8 – 20,1 °C. (Estación meteorológica Universidad del Cauca facultad de Ingeniería Civil, 2014)

### **3.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO.**

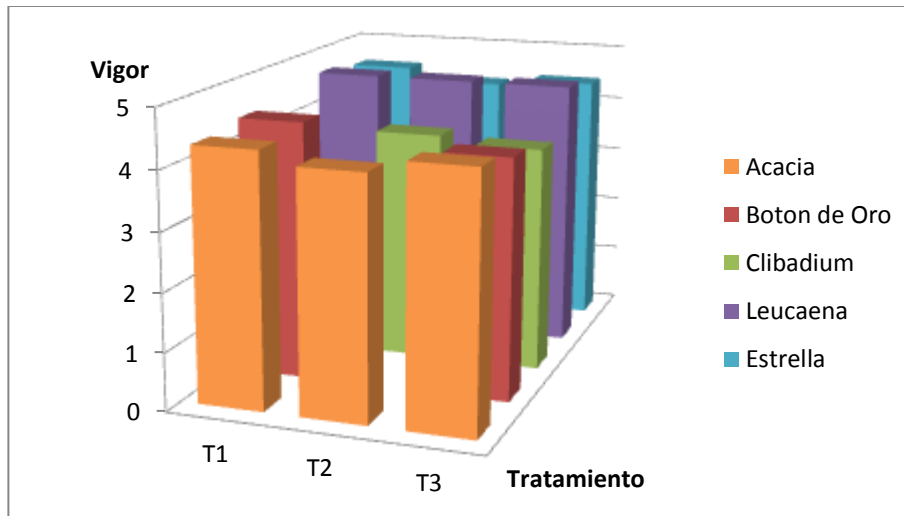
Los resultados del análisis de varianza no arrojaron diferencias ( $P=0,05$ ) para ninguna de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos, sin embargo se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre los bloques representados por la pendiente del terreno, lo que quiere decir que la decisión de tomar el diseño de bloques completos al azar fue acertada.

Para realizar el análisis de las diferentes variables, se tuvo en cuenta el resultado independiente de cada especie y la interacción entre ellas.

**3.3.1 Vigor.** Para la variable vigor según el análisis de varianza ( $P=0,05$ ), no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre los tratamientos; estos oscilaron en un rango de calificación entre 4 y 5 (Anexo B). Las condiciones ambientales y agronómicas fueron similares para todos los tratamientos y por lo tanto la diversidad de especies en cada tratamiento no tuvo incidencia en el vigor.

En la figura 12 se puede observar el comportamiento de la variable vigor presentada por los tratamientos en el transcurso de la evaluación. Durante la evaluación no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ).

**Figura 12. Comportamiento de la variable Vigor.**



Como se puede apreciar en la figura 12, el vigor presentado por la planta leñosa Acacia fue: para T1 y T3, con 4.33 y para T2 de 3.11 calificado como bueno para todos los tratamientos. La *Leucaena* no presento diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3 donde se tuvo 4.66. El comportamiento de esta variable para Botón de oro fue; T1 de 4.44 y en T3 de 4.11. Para el Reventador blanco el vigor en T2 fue 4.00 y en T3 3.88 de carácter regular. Para el pasto Estrella el vigor fue bueno en los tres tratamientos; para T1 fue de 4.55, T2 con 4.33 y T3 con 4.44.

**3.3.2 Cobertura.** No se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ), para la variable cobertura, dado que los valores para los tres tratamientos tuvieron un igual comportamiento en un rango de 100 % (Anexo C).

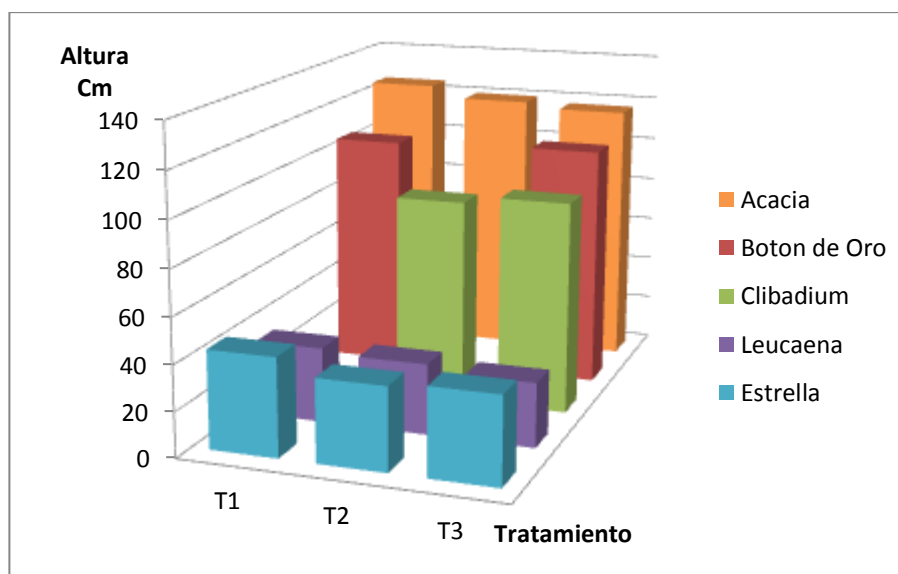
Esto debido a que el sistema se evaluó en proceso de establecimiento, a lo cual la gramínea llevaba un periodo previo de establecimiento respecto a las otras especies a evaluar, por lo cual se encontraba en la totalidad del área experimental.



**3.3.3 Altura.** Según el análisis de varianza ( $P=0,05$ ), no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ), para la altura en las plantas entre los tratamientos evaluados (Anexo D).

Como no se obtuvieron diferencias entre los tratamientos; de esta manera se puede afirmar que el crecimiento de las especies tiene una respuesta independiente del sistema de manejo silvopastoril propuesto para las especies evaluadas (Figura 13).

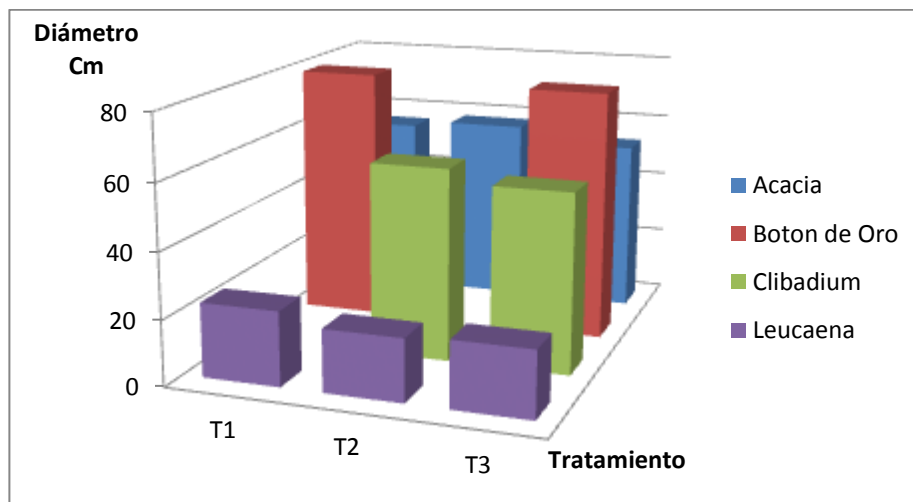
**Figura 13. Comportamiento de la variable Altura.**



**3.3.4 Diámetro.** El análisis de varianza señala que no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre los tratamientos (Anexo E). Es decir, el diámetro de las plantas en los tratamientos T1, T2 y T3 no varía significativamente para las diferentes especies.

La figura 14, señala el orden en que se presentaron los diferentes diámetros en las plantas evaluadas.

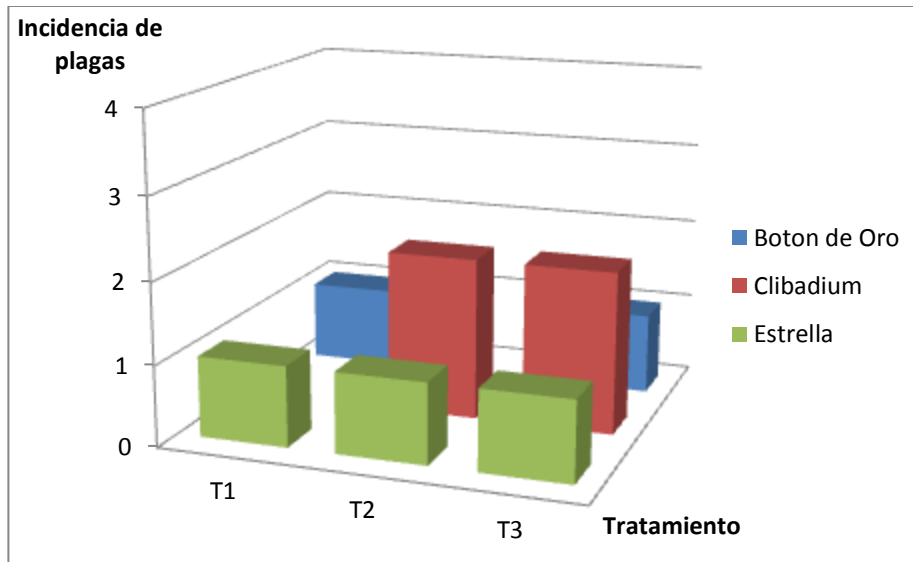
**Figura 14. Comportamiento de la variable Diámetro.**



**3.3.5 Presencia de plagas.** Durante el periodo de evaluación se presentó el ataque de algunas plagas, pero no fue estadísticamente significativo ( $P=0,05$ ), en el cultivo se apreció la presencia de áfidos especialmente, pero su presencia fue baja y no representaron amenazas para el sistema forrajero. (Anexo F).

Teniendo en cuenta la clasificación realizada por Toledo (1982), Se catalogaron en el rango de 1: presencia de algunos insectos, lo cual nos indica que hubo una incidencia baja dentro del sistema silvopastoril. Entre las plagas más comunes que se observaron se encuentran los comedores de hojas, ocasionando algunos daños que no llegaron a afectar el desarrollo de la evaluación (Figura 15).

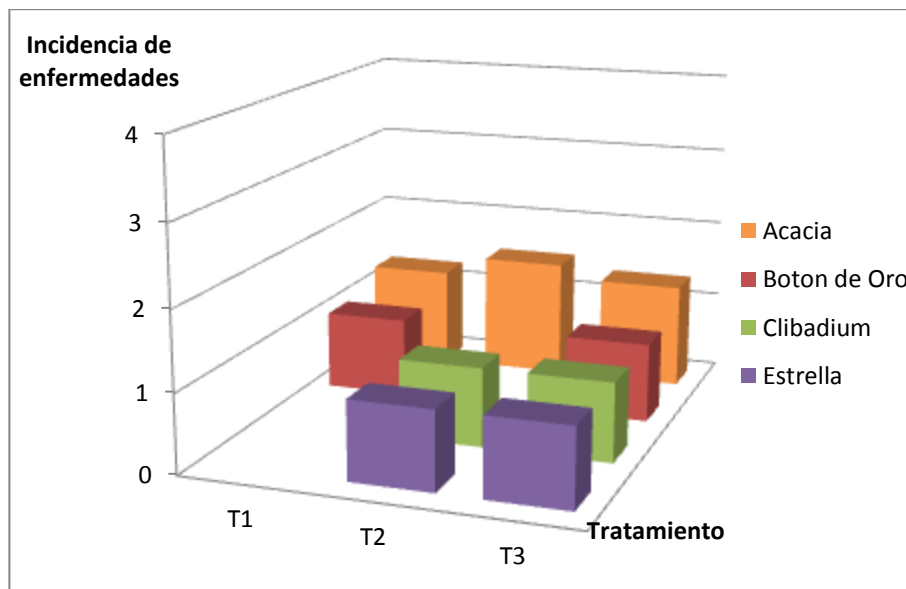
**Figura 15. Comportamiento de la variable Presencia de plagas.**



**3.3.6 Presencia de enfermedades.** Al evaluar la presencia de enfermedades de cada una de las especies, no se apreciaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ), entre los tratamientos (Anexo G).

Aunque se presentaron síntomas de algunas patologías como manchas cloróticas y necróticas en el Botón de oro, y se observó la presencia de afecciones fumagina en el pasto estrella y muerte descendente en *Clibadium*, no se encontraron daños que afectaran el desarrollo y la productividad del sistema. La Figura 16, muestra la calificación dada a los tratamientos los cuales no superan la calificación de 2. Es decir, el daño de las partes afectadas fue inferior al 20%.

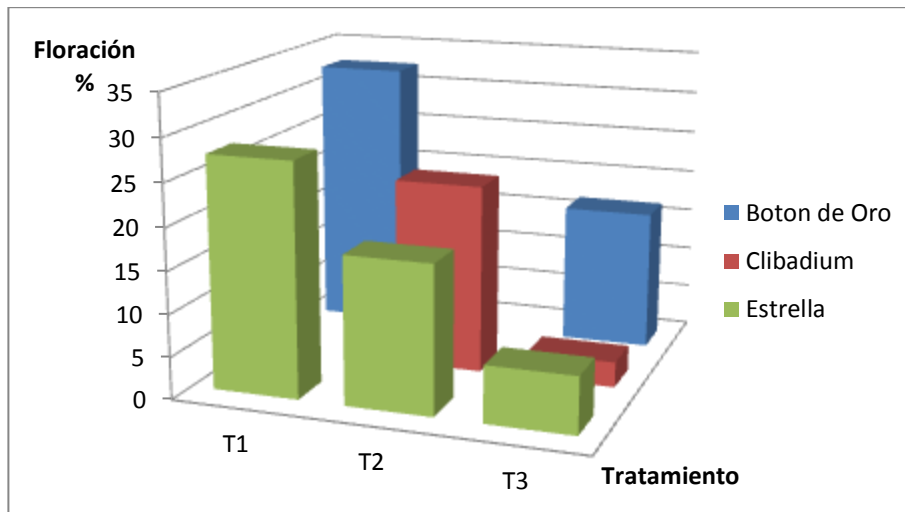
**Figura 16. Comportamiento de la variable Presencia de enfermedades.**



**3.3.7 Floración.** Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ), entre los tratamientos. Probablemente factores no asociados al sistema afectan al cultivo de manera negativa ocasionando estrés que la planta expresa floreciendo. (Anexo H).

La especie arbórea Acacia negra y la especie arbustiva leñosa Leucaena roja no presentaron formación de botones florales debido a que el sistema de producción se encuentra en etapa de establecimiento. Las especies arbustivas no leñosas; Botón de Oro mostro una mayor formación de botones florales en el tratamiento T1 con 3.4 % seguido del T3 con 16.6%, el Reventador blanco expreso mayor valor para esa variable en el tratamiento T3 con 3 % seguido del tratamiento T2 con 22.3%. Para la gramínea la presencia de flores estuvo en mayor proporción en el tratamiento T1 con 27.5% seguido de los tratamientos T2 y T3 con 17.5% y 6.7% respectivamente. (Figura 17).

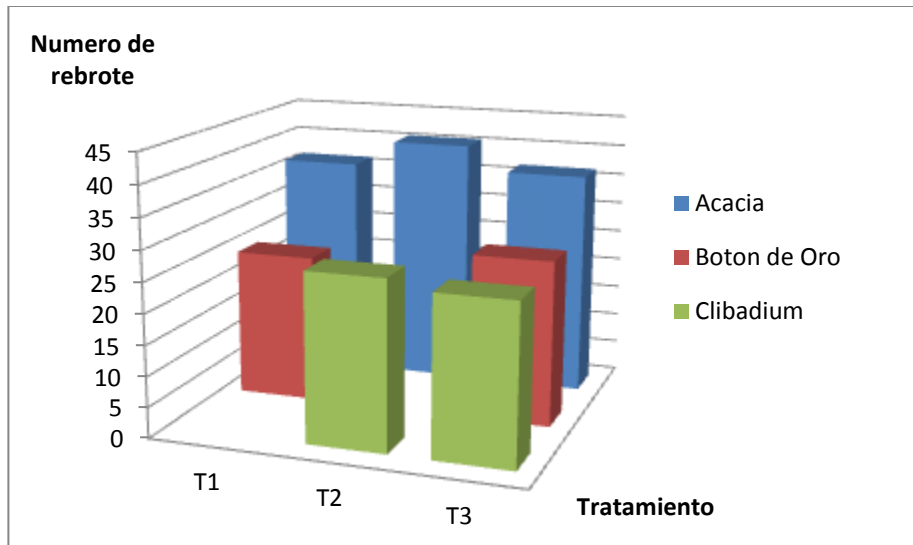
**Figura 17. Comportamiento de la variable Floración.**



**3.3.8 Numero de rebrotes.** Según los resultados del análisis de varianza, no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre los tratamientos ( $P=0,05$ ), (Anexo I).

En la figura 18, se puede observar que la Acacia tuvo una mayor presencia de rebrotes en el tratamiento T2 con 40.66 rebrotes, seguido de los tratamientos T3 y T1 con 36.6 y 36.3 rebrotes respectivamente. Para las especies arbustivas no leñosas; el Botón de oro presento mayor expresión para la variable en el tratamiento T3 con 27 rebrotes seguidos del tratamiento T1 con 24 rebrotes, el Reventador blanco mostro mayor número de rebrotes en el tratamiento T2 con 27.5 rebrotes seguido del tratamiento T3 con 26 rebrotes.

**Figura 18. Comportamiento de la variable Número de rebrotes.**



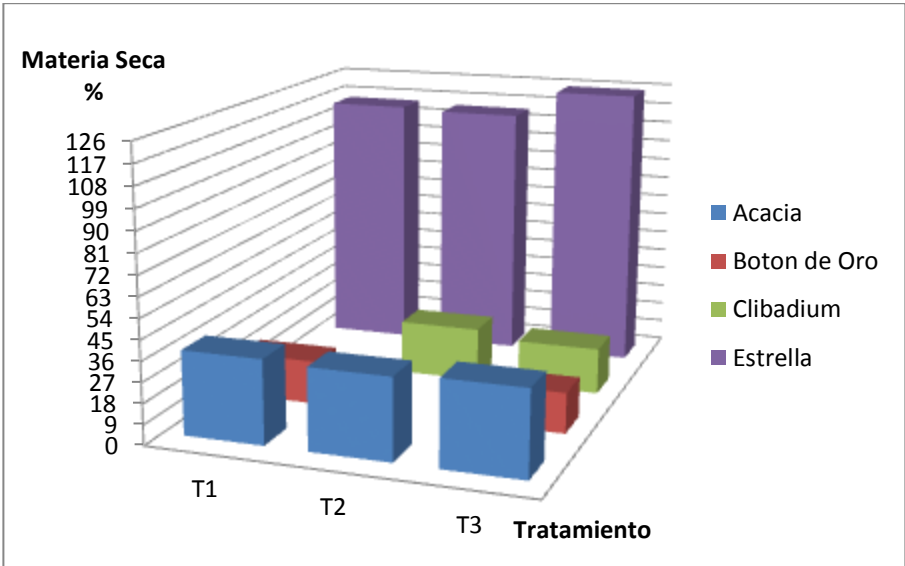
**3.3.9 Producción de materia seca/m<sup>2</sup>.** Con relación a los resultados del análisis de varianza, los tratamientos muestran que no se presentaron diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ), entre ellos (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Variable Producción MS gramos/planta o m<sup>2</sup> para los tres tratamientos.**

| Tratamiento | Especie      | Producción MS<br>gramos/planta o<br>m <sup>2</sup> | Total MS<br>gramos/tratamiento |
|-------------|--------------|--|--------------------------------|
| T1          | Acacia       | 37.08  |                                |
|             | Botón de Oro | 19.19  |                                |
|             | Leucaena     | 0.00   |                                |
|             | Estrella     | 114.28   | 170.55                         |
| T2          | Acacia       | 35.98  |                                |
|             | Clibadium    | 23.88  |                                |
|             | Leucaena     | 0.00   |                                |
|             | Estrella     | 113.2  | 173.06                         |
| T3          | Acacia       | 37.73  |                                |
|             | Botón de Oro | 17.85  |                                |
|             | Clibadium    | 20.43  |                                |
|             | Leucaena     | 0.00   |                                |
|             | Estrella     | 125.24   | 201.25                         |

En la figura 19, se puede observar que la gramínea tuvo una mayor expresión de su producción en el tratamiento T3 con 125.24 g/m<sup>2</sup>, seguido de los tratamientos T1 y T2 con 114.28 g/m<sup>2</sup> y 113.2 g/m<sup>2</sup>. La Acacia presento mayor rendimiento de materia seca en el tratamiento T3 con 37.73 g/planta seguido de los tratamientos T1 y T2 con 37.08 g/planta y 35.98 g/planta. En las especies arbustivas no leñosas; el Botón de oro tuvo una mejor producción de materia seca en el tratamiento T1 con 19.19 g/planta seguido del T3 con 17.85 g/planta, en Reventador blanco la variable se expresó mejor en el tratamiento T2 con 23.88 g/planta seguido del tratamiento T3 con 20.43 g/planta.

**Figura 19. Comportamiento de la variable Producción MS % /planta o m<sup>2</sup>.**





#### 4. DISCUSIÓN

De los resultados de la investigación se obtuvo que; en el establecimiento de los sistemas propuestos en la presente investigación se encontró que el comportamiento productivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) fue similar y homogéneo en los diferentes tratamientos lo cual pudo deberse no solo a su capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas de la región como lo afirma Peters *et al.*, (2011) sino también a que los modelos a evaluar se encuentran en etapa de establecimiento, y por ende el crecimiento de las leñosas y no leñosas aun no presentan un efecto determinante de su interacción con la gramínea.

Al analizar la producción de forraje en cada uno de los sistemas evaluados, se encontró que esta fue mayor cuando se estableció Botón de oro como arbusto forrajero para ramoneo, por ser esta una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo cual se ve reflejado en un incremento de la capacidad de carga (anexo N). Esto es corroborado por Pérez *et al.*, (2009) e igualmente por Trujillo, (2008), quien señala que Botón de oro puede soportar cargas de 4 UGG, (unidades gran ganado) por hectárea. Además tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos para su cultivo (Ríos, 1998 citado por Pérez *et al.*, 2009). La *Tithonia* es una planta que se deja mezclar con muchas otras y es factor a tener en cuenta especialmente si se piensa en alelopatía, es poco atacada por patógenos evitando así la aplicación de insumos costosos y nada deseables. (Salazar, 2007). Es importante tener en cuenta que *T. diversifolia* dentro de las especies arbustivas es la especie con mayor producción de forraje verde; a la vez presenta el menor contenido de materia seca respecto a

los demás forrajes evaluados. Al reemplazar parte del Botón de Oro por Reventador blanco se puede concluir que factores como la competencia por luz, nutrientes, espacio, entre otros, afectan de manera directa la producción de materia seca, al encontrarse estas especies en competencia podemos ver que este incremento se debe al número de rebrotes, lo cual se va a ver reflejado en la producción de materia seca.

Según Cipagauta *et al.*, (s.f) la producción promedio de materia seca en rebrotes de *Clibadium surinamense* con cortes a 1 metro de altura, cada ocho semanas, en condiciones de rastrojo del pie de monte caqueteño, es de 58,6 gramos por planta, registrándose un porcentaje de materia seca de 25,6 %, en promedio. Y según los resultados obtenidos en la presente investigación, la producción promedio de materia seca obtenida en los tratamientos T2 y T3 es de 23.88% y 20.43%, y una producción de 47.6 gramos/planta y 43.08 gramos/planta correspondientes para T2 y T3. Esto nos indica que cuando la planta se encuentra bajo un manejo de cultivo tiende a expresar mayor rendimiento en producción de forraje y materia seca, debido al manejo agronómico que se le brinda a la planta y a una respuesta eficiente a la fertilización.

La especie arbustiva con mejor comportamiento para la variable número de rebrotes fue *C. surinamense*, cuando no se encontraba en asocio, debido a la disponibilidad de espacio y a la no presencia de competencia, y disminuyó cuando se encontraba en asocio con *T. diversifolia* debido a la competencia entre las dos especies por espacio, luz y nutrientes, entre otros. La *T. diversifolia* describe valores inversos para esta variable indicando que cuando estuvo en asocio mostro un alto número de rebrotes debido a efectos de la competencia, a diferencia de cuando estuvo sin asocio donde presento un menor número de rebrotes.

Debido a que los árboles son especies con tendencia leñosa, en su estructura no almacena muchos fluidos que a la hora de deshidratarlos varíen en la cantidad de material recolectado de campo. Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas. De allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Ruso, 1997). Lo anterior confirma el buen desarrollo de *A. decurrens* en campo y en cada uno de los tratamientos, esto a su vez es corroborado por Escobar, (1993) citado por Giraldo (s.f) quien demuestra que *Acacia decurrens* Wild. Presenta 97 % de supervivencia después de 5 meses de trasplante, posee un acelerado crecimiento, además de su alta producción y calidad de biomasa disponible para el animal. Giraldo (s.f) dice que se encontró una mayor altura de ramificación en la baja densidad y que esta especie muestra una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona, además de manifestar en su buena tasa de crecimiento, alta producción de leña y biomasa.

La *Leucaena diversifolia* no produjo cortes en las tres evaluaciones, por lo que este aspecto no fue evaluado, no obstante si se tuvo en cuenta las demás variables agronómicas. Ugulde y Larios (2008) citados por Astaiza y Botina (2012) indican que la *Leucaena diversifolia* es lenta para establecerse, pero una vez establecida su productividad es alta aún bajo defoliación regular. Alcanza su estado reproductivo y de producción en 1 a 2 años, y se cosecha a intervalos de 60 días. Adicional a esto necesita control de malezas durante los 5 a 6 meses de establecimiento (Peters *et al.*, 2011). Según Wencome y Ortiz (2011) las plantas leñosas (sobre todo las arbóreas) se caracterizan por crecer lentamente en comparación con las gramíneas, lo que constituye una dificultad en el establecimiento.

A pesar de la incidencia de plagas, algunas de las especies evaluadas como *A. decurrens* y *L. diversifolia* no presentaron afecciones ya que son especies introducidas y aun no tienen este tipo de problemas. *C. surinamense*, y *T. diversifolia* toleran ciertas plagas correspondientes a comedores de hojas y tallos, sin que afecte su rendimiento. Según Astaiza y Botina (2012) son bien conocidas las características alelopáticas de algunas plantas como la *Tithonia diversifolia*, *Clibadium surinamense*, que pudieron actuar en favor del control de plagas y enfermedades. Al igual que el ataque de plagas, las especies evaluadas mostraron poca incidencia de enfermedades, a excepción de *L. diversifolia*, quien presentó un excelente comportamiento para la zona respecto a esta variable. El tipo de enfermedades encontradas en la zona fueron muerte descendente en *A. decurrens*, roya (*Endophyllum decoloratum*) en *T. diversifolia* y *C. surinamense*, y fumagina en *C. nlemfuensis*; Algunos de los síntomas observados en campo: marchitez, necrosis de hojas y tallos, clorosis en hojas y otros órganos correspondientes al ataque de hongos y bacterias.

## 5. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

El análisis de costos incide en los beneficios que genera un producto o servicio desarrollado, constituye una de las tareas prioritarias para determinar su utilidad económica. Por lo tanto, para identificar las utilidades en cualquier tipo de producción es necesario determinar los costos y beneficios de sus productos o servicios.

Al analizar la competencia que tienen los sistemas silvopastoriles frente a los sistemas tradicionales, se considera viable elaborar un modelo básico de costos, ya que estos varían dependiendo del área a mejorar, el diseño de cada área de estudio y de las diferentes especies de gramíneas, leguminosas arbóreas y arbustivas a utilizar.

Al realizar el análisis de los costos para el establecimiento de los modelos propuestos como alternativa de producción para la zona (Anexo J), se puede concluir que los tres diseños requieren inversiones similares (Anexos K, L y M), cabe resaltar que el T1 sería el más recomendable ya que su capacidad de carga es mayor con respecto de los otros dos diseños. Lo cual se va a ver reflejado en una compensación rápida de la inversión realizada.

## 6. ACTIVIDADES ADICIONALES

Luego de realizar la primera homogenización del lote, el material resultante se proporcionó a los animales sin ningún tratamiento. El material proveniente del segundo corte fue enfardado y suministrado a los animales, a manera de heno con melaza. Luego del tercer proceso de homogenización se introdujo animales al lote y se realizó un proceso de pastoreo durante 1 día.



A) Recolección del material en el lote B) Proceso de enfardado del material y C) Animales en el lote experimental.

## 7. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación indican que los tres sistemas propuestos, representan una buena alternativa para implementar y establecer en la región, debido a que las especies evaluadas mostraron gran rusticidad y resistencia sin verse afectadas en su establecimiento y desarrollo por la sequía prolongada y las altas temperaturas, al igual que la poca incidencia de plagas y enfermedades siendo importante debido a las condiciones ambientales cambiantes.

Las especies; *C. surinamense* L., *T diversifolia*, *A. decurrens* y *L. diversifolia*, utilizadas en los tres arreglos silvopastoriles, mostraron un excelente rendimiento y comportamiento, dada a la adaptabilidad que muestra a las condiciones agroclimáticas de la región.

Los resultados de la investigación indican que los sistemas silvopastoriles propuestos son rentables económico, social y ambientalmente, además de garantizar la producción de forraje durante todo el año y aportar a la mejora de las praderas, el bienestar animal, asimismo el mejoramiento de la calidad de vida de los productores.

## 8. RECOMENDACIONES

Continuar con la investigación sobre el uso y beneficio de *Clibadium surinamense* L. como componente en sistemas silvopastoriles, con el fin de mejorar la oferta y calidad de los forrajes.

Realizar ensayos de digestibilidad y palatabilidad en ganado, para determinar el grado de consumo por parte de los animales y su grado de aceptación.

Establecer métodos de protección en las primeras etapas del sistema silvopastoril (clausura de potreros), para que los animales no afecten a las especies establecidas de manera que se garantice la persistencia de éstas dentro del sistema.

Concientizar a la comunidad de los impactos negativos que deja la ganadería tradicional con sus manejos extensivos y al mismo tiempo plantear arreglos silvopastoriles como solución y estrategia para volver a la ganadería una producción rentable y ambientalmente sostenible.



## BIBLIOGRAFÍA

- Astaiza, P. & Botina, A. (2012). Evaluación agronómica de diez especies forrajeras arbustivas en Popayán, Cauca. (Tesis de grado) Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.
- Barrera, D. & Rodríguez, M. (2007). Evaluación de variables de establecimiento de ssp de sombra y ramoneo con *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon*, y *Alnus acuminata*, en bosque seco montaño bajo y su efecto sobre el suelo y la calidad de la pastura. Universidad de la Salle. Bogotá. Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/6747/1/13992005.pdf>
- Botero, J. (2006). Los sistemas silvopastoriles como sumideros de CO<sub>2</sub>. Bogotá D.C.: Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127115639\\_Sistemas%20silvopastoriles%20sumidero%20CO2.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127115639_Sistemas%20silvopastoriles%20sumidero%20CO2.pdf).
- Burbano, G. & Zapata, P. (2004). Evaluación del valor nutricional del reventador blanco (*Clibadium surinamense* L.) como remplazo parcial de las fuentes proteicas en dietas para conejos Nueva Zelanda en la etapa de levante y ceba. (Tesis de grado) Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.
- CABI (2014). Compendio de especies invasoras. Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet en: <URL: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/31625>
- Cardenas, E. A. (2008). Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file\\_eventosenti/file\\_eventosenti10332.pdf](http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file_eventosenti/file_eventosenti10332.pdf)
- Cadosch, J. & Montenegro, Y. (2011, noviembre). Implementación de un sistema silvopastoril con inclusión de Sauco (*Sambucus nigra*) para el mejoramiento de la producción lechera en ganado pardo suizo de la hacienda Kayemet en el municipio de Líbano, Tolima. Bogotá D.C.: Consultado en enero, 2014. Disponible en internet en:

<<http://www.slideshare.net/juliancadosh/implementacion-de-un-sistema-silvopastoril-con-inclusion-de-sauco-sambucus-nigra-para-el-mejoramiento-de-la-produccion-lechera-en-ganado-pardo-suizo-de-la-hacienda-kayemet-en-el-municipio-de-libano-tolima>>.

- Calle, Z.; Murguitio, E. (2008). El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet <URL: [http://api.ning.com/files/MCOsYpHgrGwJmnoE5jFpJYVvZoSmCiH6FXxYBLg6T\\*Q8SNEymDF7a55H\\*kGGjn7ZkIRXm2DbmoqGUKKVx Fj0\\*R2aTM5xUphT/BotondeOroyGanaderia.pdf](http://api.ning.com/files/MCOsYpHgrGwJmnoE5jFpJYVvZoSmCiH6FXxYBLg6T*Q8SNEymDF7a55H*kGGjn7ZkIRXm2DbmoqGUKKVx Fj0*R2aTM5xUphT/BotondeOroyGanaderia.pdf)>
- Cipagauta, M.; Tróchez, J. & Zuluaga, J. Los sistemas silvopastoriles en la ganadería bovina del trópico bajo colombiano. Especies de árboles y arbustos de mayor utilización en sistemas silvopastoriles del piedemonte caqueteño. Corpoica. Cap. II. p. 25 Consultado en febrero, 2014. Disponible en internet en: <URL: <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/26009/26009.pdf>>
- Cipagauta, M. & Andrade, H. (s.f.). Sistemas silvopastoriles, una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la amazonia. Corpoica - Pronnata. Florencia, Caquetá. Consultado: en enero, 2014. Disponible en internet en: <URL: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006112717650\\_Sistema%20silvopastoril%20manejo%20sostenible%20ganaderia.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112717650_Sistema%20silvopastoril%20manejo%20sostenible%20ganaderia.pdf)>
- Corpoica. (2006). Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes. Programa Nacional de Recursos Biofísicos. C.I. Nataima, Espinal, Tolima: Consultado en enero, 2014. Disponible en internet en: <<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Silvopastoriles.pdf>>
- Evans, D. K & Chaffin, D. W. (2000). Etnobotany and secretory reservoir anatomy in leaves and bracts of Amazonian *Clibadium surinamense* (Asteraceae). En: Congreso Ecuatoriano de Botánica 3: Quito, Ecuador, octubre 27-29. La Botánica en el Nuevo Milenio. Resúmenes. Fundación ecuatoriana para la Investigación y el Desarrollo de la Botánica. Consultado en enero, 2014. Disponible en internet en: <<http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/Resumenes.pdf>>
- Ibrahim, M. (s.f.). Los sistemas silvopastoriles para la transición de una ganadería extensiva hacia una ecológica Brasil: Consultado en enero, 2014. Disponible en internet en:

<[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/PSA\\_12\\_Muhammad.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/PSA_12_Muhammad.pdf)>.

- Figueroa, A. & Concha, C. (2006 – 2007). Cartilla de educación ambiental "Educando para formar sembradores de agua" experiencia vereda Clarete. Grupo de estudios ambientales. Universidad del Cauca. Popayán.
- Giraldo, L. & Bolívar, D. (s.f.). Evaluación de un Sistema Silvopastoril de *Acacia decurrens* Asociada con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127115335\\_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf)
- Gómez, M.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Rios, C.; Méndez, M.; Molina, C.; Molina, E.; Molina, J. (s.f.). Árboles y Arbustos Forrajeros utilizados en Alimentación Animal como fuente proteica. Cali, Colombia. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061024152517\\_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf)
- Guirardo, L. (s.f.). Potencial de *A. decurrens*. 1. Evaluación bajo sistemas silvopastoriles en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.fao.org/docrep/006/y4435s/y4435s0k.htm>
- Guayara, A.; Gamboa, J. & Velásquez, J. (2009). Ganadería silvopastoril en la Amazonia colombiana. Universidad de la Amazonia. Grupo de Investigación en Bovinos de la Amazonia "GIBA". Cali, Colombia.
- Ibrahim, M. (s.f.). Los sistemas silvopastoriles para la transición de una ganadería extensiva hacia una ecología. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/PSA\\_12\\_Muhammad.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/PSA_12_Muhammad.pdf)
- Lanfiutti.; Sistema de Información de Biodiversidad (SIB). Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE\\*acacia\\*decurrens](http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*acacia*decurrens)

- Luccerini, A. & Subovsky, E. (2006). Sistemas silvopastoriles: una alternativa productiva para nuestro país. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.agro.uba.ar/apuntes/no\\_8/sistemas.htm](http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_8/sistemas.htm)
- Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Universidad de Antioquia. Medellín: Consultado en enero, 2014. Disponible en internet en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/104/103>
- Mahecha, L.; Gallego & L.; Pelaéz, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Universidad de Antioquia. Medellín. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-SituacionActualDeLaGanaderiaDeCarneEnColombiaYAlte-3242901.pdf>
- Mahecha, L. & Rosales, M. (s.f.). Valor nutricional del forraje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el Trópico. Fundación CIPAV. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rcIMDmwLgbMJ:nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/File/Valor\\_Nutricional\\_del\\_Follaje\\_de\\_Bot%25C3%25B3n\\_de\\_Oro\\_Tithonia\\_diversifolia.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rcIMDmwLgbMJ:nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Valor_Nutricional_del_Follaje_de_Bot%25C3%25B3n_de_Oro_Tithonia_diversifolia.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co)
- Ojeda, P.; Restrepo, J.; Villada, D. & Gallego, J. (2003). Sistemas Silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la Ganadería. Fundación para la investigación y desarrollo agrícola "Fidar". Cali, Colombia. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006102417332\\_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf)
- Ospina, J. & Aldana, H. Producción agrícola. Enciclopedia Agropecuaria Tomo 1. pp. 360-364. Bogotá: Colombia.
- Pérez, A.; Montejó, I.; Iglesias, J.M.; López, O.; Martín, G.J.; García, D.E.; Idolkis, M. & Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Estado Trujillo, Venezuela. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942009000100001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942009000100001&script=sci_arttext)

- Perez, D. (2013). Apoyo técnico al manejo y establecimiento de un sistema silvopastoril en fincas de pequeños productores de las veredas San Isidro y San Juan con visión de sostenibilidad ambiental en el municipio de Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Peters, M.; Franco, L.; Schimidt, A. & Hincapie, B. (2011). Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Polania, L. & Rendon, E. (2009). Línea base de Especies Arbóreas y Arbustivas con aptitud Forrajera en Sistemas de Producción Ganadera en el Peniplano de Popayán, Popayán, Cauca. (Trabajo de grado) Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Quiceno, J.; Medina, A. & Medina, M. (2006). La Acacia decurrens Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.lrrd.org/lrrd18/12/quic18166.htm>
- Ríos, C. & Salazar, A. (1995). Botón de oro *Tithonia diversifolia* (HemslGray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) Instituto Mayor Campesino (IMCA). Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm>
- Ríos K. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Rios14.htm>
- Rodríguez, A. (2005). *Clibadium surinamense* L. INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad). Costa Rica. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=ubipub.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=6636&-Find>

- Salamanca, G. G. (2001). Flora apícola indicadora del departamento del Tolima. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/Resumenes.pdf>
- Salazar, P. (2007). Un botón...pero de puro oro. La *thitonia diversifolia*. *Engormix*. Colombia. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/boton-pero-puro-oro-t1831/089-p0.htm>
- Salguero, S. (2013). Determinación de especies forestales potenciales para el establecimiento de bosques energéticos en la región semiárida del valle del Motagua. Guatemala. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202007.80.pdf>
- Sarria, P. (s.f.). Forrajes arbóreos en la alimentación de Monogástricos. Medellín, Colombia. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127103814\\_Forrajes%20arbores%20alimentacion%20monogastricos.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127103814_Forrajes%20arbores%20alimentacion%20monogastricos.pdf)
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L (s.f.). *Leucaena leucocephala* - el más utilizado Leguminosas forrajeras. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/publicat/gutt-shel/x5556e06.htm>
- Toledo, J. (1982). Manual para la evaluación Agronómica. CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali: Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAM106.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAM106.pdf)
- Tombé, A. & Arboleda, D. (s.f.). Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera en clima frío del departamento del Cauca. (Tesis de grado) Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias Agropecuarias.
- Trujillo, G. (2008). Pasto estrella. Comité de Estudiantes de Ganado Bovino. Ibagué, Bucaramanga. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4tdDzSwZ\\_OgJ:cegbucc.foroes.org/t20-pasto-estrella+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4tdDzSwZ_OgJ:cegbucc.foroes.org/t20-pasto-estrella+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co)

- Tseng, Y.; Wang, C. & Peng, C. (2008). *Clibadium surinamense* L. (*Asteraceae*): A Newly Naturalized Plant in Taiwan. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://tsps.org.tw/document/paper/new/074%20Clibadium%20surinamense%20L.%20\(Asteraceae\)%20A%20Newly%20Naturalized%20Plant%20in%20Taiwan.pdf](http://tsps.org.tw/document/paper/new/074%20Clibadium%20surinamense%20L.%20(Asteraceae)%20A%20Newly%20Naturalized%20Plant%20in%20Taiwan.pdf)
- Vivas, N. (2005). Evaluaciones de 13 accesiones de *Desmodium velutinum* en suelos ácidos. (Tesis de maestría). Uninacional. Palmira.
- Wencomo, H. & Ortiz, R. (2011). Capacidad de recuperación de 23 accesiones de *Leucaena spp.*, después de la poda. Matanzas, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Consultado en febrero de 2014. Disponible en internet <URL: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942011000100005&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942011000100005&script=sci_arttext)

# **ANEXOS**



## Anexo A. Formato de evaluación del establecimiento de un sistema silvopastoril con variación de especies arbustivas y arbóreas

| FORMATO DE EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON VALORACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
|--|----------|---------|-----------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|----------|----------|-----------|--------------------|-----|---------|----|-----------------|-----------------------|
| FINCA :  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| FECHA:   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Repetición:  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Especie  | Tra<br>t | Re<br>p | Vigo<br>r | Di<br>a | Co<br>b | Alt    | Re<br>bro<br>te | Pl<br>a<br>ga<br>s | Enf      | Flo<br>r | Vain<br>a | MVT<br>50x50c<br>m | MVS | PS<br>S | MS | So<br>brev<br>. | Observa<br>cio<br>nes |
|  |          |         | 1 -<br>5  | %       | %       | c<br>m |                 | 1 -<br>4           | 1 -<br>4 | %        | %         | G                  | g   | g       | %  | %               |                       |
| Acacia   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Botón Oro  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Leucaena   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Estrella   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Acacia   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Clibadium  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Leucaena   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Estrella   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Acacia   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Botón Oro  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Clibadium  |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Leucaena   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |
| Estrella   |          |         |           |         |         |        |                 |                    |          |          |           |                    |     |         |    |                 |                       |

**Dónde:** **Trat:** Tratamiento, **Rep:** Repetición, **Cob:** Cobertura, **Alt:** Altura, **Enf:** Enfermedades, **MVS:** Materia Verde Seca **PSS:** Peso Seco Submuestra, **MS:** Materia Seca, **Sobrev:** Sobrevivencia.

**Anexo B. Cuadro .Variable Vigor para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Vigor</b> |
|--------------------|----------------|--------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 4.33         |
|                    | Botón de Oro   | 4.44         |
|                    | Leucaena       | 4.66         |
|                    | Estrella       | 4.55         |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 4.11         |
|                    | Clibadium      | 4.00         |
|                    | Leucaena       | 4.66         |
|                    | Estrella       | 4.33         |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 4.33         |
|                    | Botón de Oro   | 4.11         |
|                    | Clibadium      | 3.88         |
|                    | Leucaena       | 4.66         |
|                    | Estrella       | 4.44         |

**Anexo C. Cuadro. Variable Cobertura para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Cobertura (%)</b> |
|--------------------|----------------|----------------------|
| <b>T1</b>          | Estrella       | 100                  |
| <b>T2</b>          | Estrella       | 100                  |
| <b>T3</b>          | Estrella       | 100                  |

**Anexo D. Cuadro. Variable Altura para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Altura</b> |
|--------------------|----------------|---------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 124.88        |
|                    | Botón de Oro   | 105.22        |
|                    | Leucaena       | 33.11         |
|                    | Estrella       | 43.44         |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 119.66        |
|                    | Clibadium      | 90.44         |
|                    | Leucaena       | 31.22         |
|                    | Estrella       | 36.66         |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 117.22        |
|                    | Botón de Oro   | 107.11        |
|                    | Clibadium      | 93.77         |
|                    | Leucaena       | 28.44         |
|                    | Estrella       | 38.66         |

**Anexo E. Cuadro. Variable Diámetro para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Diámetro</b> |
|--------------------|----------------|-----------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 55.77           |
|                    | Botón de Oro   | 78.88           |
|                    | Leucaena       | 22.77           |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 57.77           |
|                    | Clibadium      | 59.00           |
|                    | Leucaena       | 19.11           |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 53.22           |
|                    | Botón de Oro   | 77.33           |
|                    | Clibadium      | 55.00           |
|                    | Leucaena       | 20.33           |

**Anexo F. Cuadro. Variable Presencia de plagas para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Plagas</b> |
|--------------------|----------------|---------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 0.00          |
|                    | Botón de Oro   | 1.00          |
|                    | Leucaena       | 0.00          |
|                    | Estrella       | 1.00          |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 0.00          |
|                    | Clibadium      | 2.00          |
|                    | Leucaena       | 0.00          |
|                    | Estrella       | 1.00          |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 0.00          |
|                    | Botón de Oro   | 1.00          |
|                    | Clibadium      | 2.00          |
|                    | Leucaena       | 0.00          |
|                    | Estrella       | 1.00          |

**Anexo G. Cuadro. Variable Presencia de enfermedades para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Enfermedades</b> |
|--------------------|----------------|---------------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 1.25                |
|                    | Botón de Oro   | 1.00                |
|                    | Leucaena       | 0.00                |
|                    | Estrella       | 0.00                |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 1.50                |
|                    | Clibadium      | 1.00                |
|                    | Leucaena       | 0.00                |
|                    | Estrella       | 1.00                |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 1.33                |
|                    | Botón de Oro   | 1.00                |
|                    | Clibadium      | 1.00                |
|                    | Leucaena       | 0.00                |
|                    | Estrella       | 1.00                |

**Anexo H. Cuadro. Variable Floración para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Floración</b> |
|--------------------|----------------|------------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 0.00             |
|                    | Botón de Oro   | 32.4             |
|                    | Leucaena       | 0.00             |
|                    | Estrella       | 27.5             |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 0.00             |
|                    | Clibadium      | 22.3             |
|                    | Leucaena       | 0.00             |
|                    | Estrella       | 17.5             |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 0.00             |
|                    | Botón de Oro   | 16.6             |
|                    | Clibadium      | 3                |
|                    | Leucaena       | 0.00             |
|                    | Estrella       | 6.7              |

**Anexo I. Cuadro. Variable Numero de rebrotes para los tres tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especie</b> | <b>Rebrotes</b> |
|--------------------|----------------|-----------------|
| <b>T1</b>          | Acacia         | 36.3            |
|                    | Botón de Oro   | 24              |
|                    | Leucaena       | 0.00            |
|                    | Estrella       |                 |
| <b>T2</b>          | Acacia         | 40.6            |
|                    | Clibadium      | 27.5            |
|                    | Leucaena       | 0.00            |
|                    | Estrella       |                 |
| <b>T3</b>          | Acacia         | 36.6            |
|                    | Botón de Oro   | 27              |
|                    | Clibadium      | 26              |
|                    | Leucaena       | 0.00            |
|                    | Estrella       |                 |

## Anexo J. Costos generales del establecimiento del proyecto

| FORMATO DE COSTOS PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON VALORACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS |          |                |               |   |          |          |                |               |
|---|----------|----------------|---------------|---|----------|----------|----------------|---------------|
| Propietario: Libardo Antonio Gurrute  |          |                |               | Municipio: Popayán  |          |          |                |               |
| Area: 3328 m <sup>2</sup>   |          |                |               | Vereda: Clarete   |          |          |                |               |
| Proyecto: costo General del establecimiento   |          |                |               | Finca: La Torre   |          |          |                |               |
| JORNAL(A)\$   |          |                |               | INSUMOS(B)\$  |          |          |                |               |
| Actividad   | Jornales | Valor unitario | Valor parcial | Producto  | Unidad   | Cantidad | Valor unitario | Valor parcial |
| Establecimiento Estrella  | 34       | 20.600         | 700.400       | Botón de Oro<br>( <i>Tithonia diversifolia</i><br>(Hemsl.) Gray).   | Plántula | 117      | 800            | 93.600        |
| Establecimiento Botón Oro   | 2        | 20.600         | 41.600        | Reventador Blanco<br>( <i>Clibadium surinamense</i><br>L).          | Plántula | 117      | 800            | 93.600        |
| Establecimiento Reventador Blanco   | 2        | 20.600         | 41.600        | Leucaena Roja<br>( <i>Leucaena diversifolia</i><br>(Schtdl.) Benth) | Plántula | 234      | 1000           | 234.000       |
| Establecimiento Acacia  | 1        | 20.600         | 20.600        | Acacia Negra<br>( <i>Acacia decurrens</i><br>Wild.)                 | Plántula | 90       | 2000           | 180.000       |
| Establecimiento Leucaena diversifolia   | 3        | 20.600         | 61.800        | Pasto Estrella<br>( <i>Cynodon nlemfluensis</i> )                   | kg       | 800      | 200            | 160.000       |
|   |          |                |               | Fertilizante(calf o mag,Nutrifert treinta y uno,Nutrica)            | Bulto    | 8        | 214.000        | 214.000       |
| <b>SUBTOTAL=866.000</b>   |          |                |               | <b>SUBTOTAL=831.200</b>   |          |          |                |               |
| <b>TOTAL DEL COSTO DE ESTABLECIMIENTO=1.697.200</b>   |          |                |               |   |          |          |                |               |



## Anexo K. Costos de establecimiento del primer sistema silvopastoril

| FORMATO DE COSTOS PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON VALORACION DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS |          |                |               |  |          |          |                |               |
|---|----------|----------------|---------------|--|----------|----------|----------------|---------------|
| Propietario: Libardo Antonio Gurrute  |          |                |               | Municipio: Popayán   |          |          |                |               |
| Área: hectárea(10.000m2)  |          |                |               | Vereda: Clarete  |          |          |                |               |
| Proyecto: Primer sistema silvopastoril  |          |                |               | Finca: La Torre  |          |          |                |               |
| JORNALAS (A) \$   |          |                |               | INSUMOS (B) \$   |          |          |                |               |
| Actividad   | Jornales | Valor unitario | Valor parcial | Producto   | Unidad   | Cantidad | Valor unitario | Valor parcial |
| Establecimiento Estrella  | 76       | 20.600         | 1565600       | Botón de Oro<br>( <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray).     | Plántula | 1805     | 800            | 1.444.000     |
| Establecimiento Botón Oro   | 4        | 20.600         | 82400         | Leucaena Roja<br>( <i>Leucaena diversifolia</i> (Schlttdl.) Benth) | Plántula | 902      | 1000           | 902.000       |
| Establecimiento Acacia  | 2        | 20.600         | 41200         | Acacia Negra<br>( <i>Acacia decurrens</i> Wild.)                   | Plántula | 347      | 2000           | 694.000       |
| Establecimiento Leucaena  | 7        | 20.600         | 144200        | Pasto Estrella<br>( <i>Cynodon nlemfluensis</i> )                  | KG       | 1809     | 200            | 361.800       |
|   |          |                |               | Fertilizante(calfo mag,Nutrifert treinta y uno,Nutrica)            | Bultos   | 18       | 481.500        | 481.500       |
| <b>SUBTOTAL =1.833.400</b>  |          |                |               | <b>SUBTOTAL=3.883.300</b>  |          |          |                |               |
| <b>COSTO TOTAL DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA=5.716.700</b>  |          |                |               |  |          |          |                |               |

## Anexo L. Costos del establecimiento del segundo sistema silvopastoril.

| FORMATO DE COSTOS PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON VALORACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS |          |                |               |  |          |          |                |               |
|---|----------|----------------|---------------|--|----------|----------|----------------|---------------|
| Propietario: Libardo Antonio Gurrute  |          |                |               | Municipio: Popayán   |          |          |                |               |
| Área: hectárea(10.000m <sup>2</sup> )   |          |                |               | Vereda: Clarete  |          |          |                |               |
| Proyecto: Segundo sistema silvopastoril   |          |                |               | Finca: La Torre  |          |          |                |               |
| JORNAL(A)\$   |          |                |               | INSUMOS(B)\$   |          |          |                |               |
| Actividad   | Jornales | Valor unitario | Valor Parcial | Producto   | Unidad   | Cantidad | Valor unitario | Valor parcial |
| Establecimiento Estrella  | 76       | 20.600         | 1565600       | Reventador Blanco ( <i>Clibadium surinamense</i> L).           | Plántula | 1805     | 800            | 1.444.000     |
| Establecimiento Reventador Blanco   | 4        | 20.600         | 82400         | Leucaena Roja ( <i>Leucaena diversifolia</i> (Schitdl.) Benth) | Plántula | 902      | 1000           | 902.000       |
| Establecimiento Acacia  | 2        | 20.600         | 41200         | Acacia Negra ( <i>Acacia decurrens</i> Wild.)                  | Plántula | 347      | 2000           | 694.000       |
| Establecimiento Leucaena  | 7        | 20.600         | 144200        | Pasto Estrella ( <i>Cynodon nlemfluensis</i> )                 | KG       | 1809     | 200            | 361.800       |
|   |          |                |               | Fertilizante(calfo mag,Nutrifert treinta y uno,Nutrica)        | Bultos   | 18       | 481.500        | 481.500       |
| <b>SUBTOTAL =1.833.400</b>  |          |                |               | <b>SUBTOTAL=3.883.300</b>                                      |          |          |                |               |
| <b>COSTO TOTAL DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA=5.716.700</b>  |          |                |               |  |          |          |                |               |

## Anexo M. Costos del establecimiento del tercer sistema silvopastoril.

| FORMATO DE COSTOS PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON VALORACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS |          |                |               |   |          |          |                |               |
|---|----------|----------------|---------------|---|----------|----------|----------------|---------------|
| Propietario: Libardo Antonio Gurrute  |          |                |               | Municipio: Popayán  |          |          |                |               |
| Área: hectárea(10.000m2)  |          |                |               | Vereda: Clarete   |          |          |                |               |
| Proyecto: tercer sistema silvopastoril  |          |                |               | Finca: La Torre   |          |          |                |               |
| JORNALES (A) \$   |          |                |               | INSUMOS (B) \$  |          |          |                |               |
| Actividad   | Jornales | Valor unitario | Valor Parcial | Producto  | Unidad   | Cantidad | Valor unitario | Valor parcial |
| Establecimiento Estrella  | 76       | 20.600         | 1565600       | Reventador Blanco ( <i>Cibadium surinamense</i> L).           | Plántula | 902      | 800            | 722.000       |
| Establecimiento Reventador Blanco   | 2        | 20.600         | 41200         | Leucaena Roja ( <i>Leucaena diversifolia</i> (Schldl.) Benth) | Plántula | 902      | 1000           | 902.000       |
| Establecimiento Acacia  | 2        | 20.600         | 41200         | Acacia Negra ( <i>Acacia decurrens</i> Wild.)                 | Plántula | 347      | 2000           | 694.000       |
| Establecimiento Leucaena  | 7        | 20.600         | 144200        | Pasto Estrella ( <i>Cynodon nlemfluensis</i> )                | KG       | 1809     | 200            | 361.800       |
| Establecimiento Botón de oro  | 2        | 20.600         | 41200         | Fertilizante(calfo mag,Nutrifert treinta y uno,Nutrica)       | Bultos   | 18       | 481.500        | 481.500       |
|   |          |                |               | Botón de Oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray).   | Plántula | 902      | 800            | 722.000       |
| <b>SUBTOTAL = 1.833.400</b>   |          |                |               | <b>SUBTOTAL= 3.883.300</b>                                    |          |          |                |               |
| <b>COSTO TOTAL DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA= 5.716.700</b>   |          |                |               |   |          |          |                |               |

**Anexo N. Tabla. Capacidad de Carga para los tratamientos.**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Capacidad de Carga</b> |
|--------------------|---------------------------|
| <b>T1</b>          | 3,06                      |
| <b>T2</b>          | 2,95                      |
| <b>T3</b>          | 2,97                      |