



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN
NUTRICIONAL DE BANCOS DE PROTEÍNA PARA
LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA
PROVINCIA DE LOJA**

Trabajo de tesis previo a la obtención del
título de MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

AUTOR

Jhandry Leonel Bravo Cueva

DIRECTOR

Dr. Luís Antonio Aguirre Mendoza PhD

LOJA – ECUADOR
2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que he revisado prolijamente la presente tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE BANCOS DE PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA PROVINCIA DE LOJA” realizada por el Señor Egresado Jhandry Leonel Bravo Cueva, la misma que culminó dentro del cronograma aprobado y cumple con todos los lineamientos dispuestos por la Universidad Nacional de Loja; por lo tanto, autorizo se continúe con el trámite correspondiente.

Loja, 25 de noviembre de 2019

Atentamente



Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD
Director de Tesis

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE BANCOS DE PROTEÍNA
PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA PROVINCIA DE LOJA

POR

Jhandry Leonel Bravo Cueva

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

HA SIDO APROBADO

DICIEMBRE 2019



Dr. Oreste La O León PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Mauro Guevara Palacios PhD
VOCAL



Ing. Stephanie Chávez Arrese MSc.
VOCAL

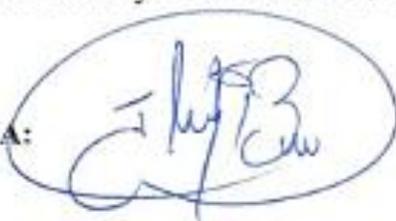
AUTORÍA

Yo, **Jhandry Leonel Bravo Cueva**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva; y, eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma. Los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, su publicación en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

AUTOR: Jhandry Leonel Bravo Cueva

FIRMA:



CÉDULA: 1105232407

FECHA: DICIEMBRE 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo **Jhandry Leonel Bravo Cueva**, declaro ser el autor de la tesis titulada "IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE BANCOS DE PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA PROVINCIA DE LOJA", como requisito para optar al grado de Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 13 días del mes de diciembre del 2019.

FIRMA:



Autor: Jhandry Leonel Bravo Cueva
Cédula de identidad: 1105232407
Dirección: Loja, México y Brasil, San Pedro
Correo electrónico: jbravo1295@hotmail.com
Teléfono: 0990450984

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD

Tribunal de Grado:

Dr. Oreste La O León (Presidente)
Dr. Marco Guevara Palacios (Vocal)
Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese (Vocal)

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradecer a Dios por regalarme la vida y fuerzas para poder vivir el día a día, para poder desarrollar todas las actividades a lo largo de mi vida estudiantil y como ser humano. A mis padres por el gran apoyo moral y económico que me brindaron durante mi vida académica, en sí por su gran esfuerzo por sacar adelante a toda mi familia. Así mismo quiero agradecer a todas las personas que me supieron brindar su apoyo en cada uno de mis pasos y especialmente en los momentos difíciles, que día a día me alentaron para alcanzar un escalón más en mi vida.

Para finalizar quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja a través de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por abrirme sus puertas y por permitirme formar parte de ella, y a todos los docentes que han podido influir en mi vida con sus conocimientos y su experiencia profesional para forjarme como Médico Veterinario Zootecnista entregado a solucionar problema de clínica, cirugía y de producción agropecuaria. Y de la misma manera agradecer a todas las personas que hacen el Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente dirigido por FAO-LOJA quienes fueron un gran aporte para la culminación de mi formación profesional. Así mismo, quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, en calidad de director y coautor de Tesis, quien me brindó sus consejos oportunamente en los momentos que los requería para poder culminar con éxito el presente trabajo.

Jhandry Leonel Bravo Cueva

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo totalmente a Dios y a mis Padres por todo el sacrificio que han hecho por mí, siendo el pilar de mi vida, enseñándome valores y principios elementales que me han permitido conseguir cada objetivo planteado, además por ser centro de mi motivación y apoyo económico y moral en mi vida, acompañándome en todo este camino académico y profesional; de la misma manera mi dedicatoria a todas las personas que de una u otra manera estuvieron presentes en los diferentes acontecimientos en los cuales necesitaba de apoyo.

Jhandry Leonel Bravo Cueva

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas.....	X
Índice de figuras.....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. BANCOS DE PROTEÍNA.....	3
2.1.1. Tipos de Bancos de Proteína	4
2.1.2. Establecimiento de Bancos de Proteína.....	5
2.2. SIEMBRA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS	7
2.2.1. Propagación Asexual.....	8
2.2.2. Tratamiento de la semilla o estaca	9
2.2.3. Inoculación del suelo con rizobios	10
2.2.4. Trazo de los surcos o hileras.....	11
2.3. MANEJO DE BANCOS DE PROTEINA	11
2.3.1. Control de malezas	11
2.3.2. Fertilización.....	12
2.3.3. Primer ingreso del ganado	12
2.3.4. Poda de formación y homogenización	13
2.3.5. Períodos de ocupación y descanso	14
2.4. ESPECIES UTILIZADAS EN BANCOS DE PROTEINA.....	14
2.4.1. Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	14
2.4.2. Quiebra barriga (<i>Trichanthera gigantea</i>).....	24
2.4.3. Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	28
2.4.4. Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	35
3. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1. MATERIALES.....	40
3.1.1. Materiales de campo.....	40
3.1.2. Materiales de Oficina	40
3.2. METODOS.....	41
3.2.1. Localización del Experimento.....	41

3.2.2.	Preparación del terreno.....	43
3.2.3.	Unidades experimentales.....	43
3.2.4.	Adquisición y preparación del material vegetativo	44
3.2.5.	Diseño Experimental	44
3.2.6.	Implementación del experimento	46
3.2.7.	VARIABLES en estudio	48
3.2.8.	Análisis estadístico.....	50
3.2.9.	Análisis económico	50
4.	RESULTADOS	51
4.1.	POTENCIAL FORRAJERO.....	51
4.1.1.	Porcentaje de Prendimiento.....	51
4.1.2.	Número de hojas.....	51
4.1.3.	Altura de la planta	51
4.1.4.	Rendimiento de biomasa	513
4.1.5.	Palatabilidad.....	54
4.2.	CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS	55
4.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO	55
5.	DISCUSIÓN	57
6.	CONCLUSIONES	61
7.	RECOMENDACIONES	62
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido. 63
9.	ANEXOS.....	71

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación taxonómica y descripción botánica del Botón de Oro.....	15
Tabla 2: Composición química del Botón de Oro de acuerdo a los días de cosecha	18
Tabla 3: Composición química de <i>T. diversifolia</i> , de acuerdo a su estado vegetativo (%)..	19
Tabla 4: Principales características del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).	20
Tabla 5: Condiciones ideales de siembra del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).	21
Tabla 6: Clasificación botánica del Quiebra barriga	25
Tabla 7: Producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) (kg/parcela/corte) de <i>Gliricidia sepium</i> en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.....	30
Tabla 8: Producción en base fresca de hojas, pecíolos y tallos (kg/parcela/corte) de <i>Gliricidia sepium</i> en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.....	31
Tabla 9: Composición química de las hojas de <i>Gliricidia sepium</i> en función del intervalo de recolección.....	32
Tabla 10 : Composición química de <i>Gliricidia sepium</i> cosechado a intervalos de tres meses	33
Tabla 11: Mortalidad (%) de <i>Gliricidia sepium</i> en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.	34
Tabla 12: Generalidades y clasificación taxonómica	35
Tabla 13: Valor Nutricional de la Leucaena.....	39
Tabla 14. Porcentaje de prendimiento de las cuatro especies en estudio	51
Tabla 15: Número de hojas de las 4 especies en estudio hasta los 91 días después de la siembra	52
Tabla 16: Altura de la planta (cm) de las 4 especies a los 91 días después de la siembra ...	53
Tabla 17: Rendimiento de biomasa (kg/m ²) de las 4 especies a los 91 días después de la siembra	54
Tabla 18: Porcentaje de palatabilidad de las 4 especies en estudio a los 91 días después del establecimiento.	55
Tabla 19: Composición química de las 4 especies a los 91 días después del establecimiento.	56
Tabla 20: Ficha de costos para la implementación de bancos de proteína, en el piso medio del cantón Gonzanamá.....	56

Índice de figuras

Figura 1: Planta de Botón de oro. (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	14
Figura 2: Arbusto de quiebra barriga (<i>Trichanthera gigantea</i>).....	24
Figura 3: Matarratón (<i>Gliricidia septicum</i>)	28
Figura 4: Planta y Flores de Leucaena.....	35
Figura 5: Mapa de la provincia de Loja, cantón Gonzanamá y parroquia Changaimina.	41
Figura 6: Mapa del cantón Gonzanamá, parroquia Changaimina y barrio Jorupe	43
Figura 7: Esquema del experimento	45
Figura 8: Toma de muestras para análisis de suelo.	71
Figura 9: Delimitación de las parcelas (unidades experimentales)	71
Figura 10: Preparación del terreno (nivelación, surcado y huequeado)	71
Figura 11: Instalación del sistema de riego por aspersión.....	71
Figura 12: Selección del material vegetativo	71
Figura 13: Material vegetativo listo para la siembra.	71
Figura 14: Siembra de material vegetativo.....	71
Figura 15: Toma y registro de datos de las variables en estudio.....	71
Figura 16: Visita del equipo de asesoría.....	71
Figura 17: Labores de mantenimiento de los bancos de proteína.....	71
Figura 18: Toma y registro de datos de las variables agronómicas.....	71
Figura 19: Toma y preparación de muestras para análisis de laboratorio.	71
Figura 20: Cosecha y preparación de forraje para pruebas de consumo en bovinos.....	71
Figura 21: Pruebas de consumo del forraje en bovinos.....	71
Figura 22: Pesaje del material sobrante	71

**“IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE BANCOS DE
PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA PROVINCIA
DE LOJA”**

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue la implementación y valoración nutricional de bancos de proteína, determinando el potencial forrajero y el valor nutritivo, con el propósito de contribuir a mejorar el régimen alimenticio-nutricional de los rumiantes, incrementar la productividad y reducir la emisión de gases de efecto invernadero. El experimento se realizó en la parroquia Changaimina, cantón Gonzanamá, provincia de Loja, mediante un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones en un área total de 400 m², con parcelas de 16 m², y caminos de 1 m²; Se evaluaron cuatro especies multipropósito: Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento, número de hojas, altura de la planta, rendimiento de biomasa, composición química, palatabilidad y costos de producción. Los resultados mostraron mayor potencial forrajero en Botón de Oro y Leucaena que se evidenció en mayor porcentaje de prendimiento (91,7 % y 100%), número de hojas (117 y 73), altura de planta (36,5 y 45,8 cm) rendimiento de biomasa (5,4 y 2,5 kg/m²). La prueba de consumo en bovinos, mostró mejor palatabilidad en Leucaena y Matarratón con 85,9% y 88,0% respectivamente. La composición química demostró mayor contenido materia seca en Leucaena con 33,2%; los niveles de proteína cruda oscilaron entre 19,9% en el Botón de Oro a 27,9% en el Matarratón; mientras que el contenido de fibra cruda no varió entre las especies, con valores que no superaron el 14%. Así mismo los costos de producción no superaron los \$2000. Se concluyó que Botón de Oro y Leucaena, presentan mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona por lo que pueden constituir una buena alternativa para la implementación de bancos de proteína en la provincia de Loja, por su buen potencial forrajero y nutricional; la palatabilidad es mayor para Matarratón y Leucaena; la composición nutricional es mayor en el Matarratón, los costos de producción por hectárea no varían significativamente entre las especies.

Palabras claves: Plantas multipropósito, rendimiento, palatabilidad, valor nutricional, alimentación, rumiantes.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was the implementation and nutritional assessment of protein banks, determining the forage potential and the nutritional value, with the purpose of contributing to improve the food-nutritional regime of ruminants, increase productivity and reduce the emission of greenhouse gases. The experiment was carried out in the Changaimina parish, Gonzanamá canton, Loja province, through a randomized block design with four treatments and four repetitions in a total area of 400 m², with 16 m² plots, and 1 m² roads; Four multipurpose species were evaluated: Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) and Leucaena (*Leucaena leucocephala*). The variables evaluated were: percentage of yield, number of leaves, plant height, biomass yield, chemical composition, palatability and production costs. The results, the highest potential index for the Botón de oro and Leucaena tracker that is evidenced in the highest percentage of yield (91,7% and 100%), number of leaves (117 and 73), plant height (36,5 and 45,8cm) biomass yield (5,4 and 2,5 kg/m²). The bovine consumption test, better palatability in Leucaena and Matarratón with 85,9% and 88,0% respectively. The chemical composition showed a higher dry matter content in Leucaena with 33,2%; Crude protein levels ranged from 19,9% in the Botón de oro and 27,9% in the Matarratón; while the raw fiber content did not vary between species, with values that did not exceed 14%. Likewise, the production costs did not exceed \$ 2000. In concluding that the Botón de oro and Leucaena, present better adaptation to the agroecological conditions of the area so they can be a good alternative for the implementation of protein banks in the province of Loja, for its good forage and nutritional potential; palatability is greater for Matarratón and Leucaena; The nutritional composition is higher in the Matarratón, the production costs per hectare not specifically affected among the species.

Key words: Multipurpose plants, yield, palatability, nutritional value, food, ruminants.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el sector ganadero se ha convertido en el referente de la producción agropecuaria; ya que aporta con el 40 % a la seguridad alimentaria de casi 1 300 millones de personas en el mundo. Constituye uno de los sectores de más rápido crecimiento en la economía; por ende, ofrece oportunidades para el desarrollo económico-productivo de la población mundial (FAO, 2018).

La principal fuente alimenticia para los rumiantes son los pastos, considerados como el alimento más económico para el ganado; sin embargo, la mayoría ellos no cubren las necesidades nutricionales de los animales, sobre todo en lo relacionado a la energía y proteína. Como consecuencia, a nivel nacional, se observa bajos índices de producción y productividad en las ganaderías tanto de carne como de leche (ESPAC, 2017).

Según MAE, (2017), uno de los mayores problemas para la alimentación de los rumiantes en la provincia de Loja, es la disminución en la disponibilidad y calidad de los recursos forrajeros durante el periodo seco; que generalmente se extiende desde el mes de mayo a diciembre. Este hecho condiciona de manera determinante la producción de carne y leche.

Se destaca la importancia de los bancos de proteína, como alternativa para mejorar la alimentación del ganado y contribuir a incrementar los parámetros productivos y económicos. Los bancos de proteína tienen gran importancia, en el establecimiento de sistemas ganaderos económicamente eficientes y amigables con el medio ambiente; ya que permiten mejorar los procesos digestivos y metabólicos de los nutrientes, especialmente en las especies rumiantes y con ello la disminución emisiones de gases, como el metano y anhídrido carbónico (CO₂), que tiene un marcado efecto invernadero (FAO, 2013).

Existe una gran cantidad de árboles y arbustos forrajeros que se pueden utilizar en bancos de proteína, de acuerdo a las diferentes zonas climáticas. Cada especie se adapta a determinadas condiciones de altitud, humedad y condiciones del suelo y requieren un manejo agronómico apropiado (FEDEGAN, 2014)

Se conoce que, como consecuencia de las actividades agropecuarias, especialmente la ganadería, existe una marcada tendencia al incremento de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) (FEDEGAN, 2015). Este fenómeno afecta directamente a las condiciones climáticas del planeta y con ello a las actividades agropecuarias (MAE, 2012).

Con estos antecedentes, la presente investigación se orientó al estudio de alternativas para mejorar el régimen alimenticio de los rumiantes, mediante la implementación y valoración nutricional bancos de proteínas, con especies arbóreas y arbustivas de fácil adaptación y alta producción de biomasa como Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Para el efecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el potencial forrajero de diferentes especies arbustivas: Botón de Oro, Quiebra Barriga, Matarratón y Leucaena, como bancos de proteína.
- Determinar las características bromatológicas de las especies: Botón de Oro, Quiebra Barriga, Matarratón y Leucaena, en el cantón Gonzanamá.
- Realizar un estudio económico sobre el cultivo de diferentes bancos de proteína

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BANCOS DE PROTEÍNA

Es un área sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o de tipo arbustivo, que tengan follaje de alto contenido proteico, (mayor al 20 %) y una digestibilidad mayor al 70 %. Se pueden emplear para corte o pastoreo directo, como complemento de animales rumiantes mantenidos en sistemas de pastoreo con gramíneas (Condo, 2012).

El mejor balance de una pradera de gramíneas con leguminosas, puede hacerse al establecer un «banco de proteína», es decir, sembrar una determinada área con especies de leguminosas o arbustivas forrajeras; y llevar al ganado a consumirlas durante ciertas horas del día. Un banco de proteína se obtiene al establecer una alta población de leguminosas arbustivas o rastreras, sembradas con el objetivo de utilizarlas como suplemento alimenticio, en los sistemas de producción animal donde el alimento fundamental está constituido por gramíneas (CATIE, 2008)

Aunque las asociaciones de gramíneas con leguminosas o arbustivas forrajeras pueden dar buenos resultados, es mejor establecer los bancos de proteína en zonas excluidas, donde los animales entren a pastorear por unas horas al día. En asociaciones, las leguminosas tienden a desaparecer ya que los animales las consumen en forma preferente y porque las gramíneas son más agresivas debido a que sus mecanismos fotosintéticos son más eficientes en condiciones tropicales (SAGARPA, 2009).

Los bancos de proteína son importantes en la suplementación del ganado y existe una gran cantidad de árboles y arbustos forrajeros que se pueden utilizar en bancos de proteína de acuerdo a las diferentes zonas climáticas. Cada árbol se adapta a determinadas condiciones de altitud, humedad y condiciones del suelo específicas y requiere también un manejo agronómico apropiado (FEDEGAN, 2014).

Se puede utilizar bajo pastoreo en períodos cortos durante cada día una o dos horas después del ordeño, o para corte se hace podando y proporcionando la cantidad adecuada de

forraje a los animales. Son de gran importancia ya que el uso de los bancos de proteína, influyen sobre el patrón de consumo de la gramínea y que pueden ser una alternativa para disminuir las pérdidas de peso por estrés en animales rumiantes. El uso de los bancos de proteína en una ganadería sostenible es una necesidad incuestionable para muchos países tropicales en vías de desarrollo (Orozco, 2010).

2.1.1. Tipos de Bancos de Proteína

Según estudios realizados por el MAG, (2005), existen varios tipos de bancos de proteínas que pueden ser sembrados en franjas o en bordes de la zona seleccionada.

Bancos para corte y acarreo

Los bancos de proteína para el corte y acarreo son aquellos en los cuales el forraje es cortado en los bancos con machete u otra herramienta y luego es suministrado al ganado, pero antes debe ser picado en forma manual o mecanizada. Las 4 especies elegidas para el banco de proteína se pueden usar picando con machete en pequeñas cantidades, y en cantidades mayores se necesita una picadora mecánica para acelerar el proceso (CATIE, 2008)

Bancos para ramoneo

Los bancos de proteína de tipo ramoneo son aquellos donde los animales entran el banco de proteína y ellos mismos ramonean el follaje, para este tipo de banco es necesario usar cerca eléctrica para poder controlar la alimentación durante 2 horas por día. No deben excederse ya que pueden intoxicarse por ejemplo cuando se trata de bancos con *Leucaena* ya que esta especie contiene miosina que puede intoxicar al animal (CATIE, 2008).

En estos bancos se deben usar especies que no sean quebradizas, este sistema no sería recomendable aplicarlo en lugares donde no existen grandes ganaderías y este sistema solo es rentable en Explotaciones ganaderas grandes. (CATIE, 2008)

Bancos de callejones

Consiste en alternar hileras de arbustos forrajeros con pasto, donde el ganado ramonea los arbustos y consume el pasto, el ganado puede permanecer durante todo el día en este sistema ya que tiene una alimentación balanceada tanto en proteína y energía, además q se establece simbiosis entre el arbusto y el pasto. (CATIE, 2008)

Bancos con especies forrajeras arbóreas solas

Generalmente en altas densidades, en estos casos las podas se hacen a baja altura, de forma manual y el material cortado es llevado hasta donde se hallan los animales, aunque también puede ser hecha la poda por los mismos animales que ingresan a la parcela por determinado tiempo. (Orozco, 2010)

Bancos con especies forrajeras arbóreas asociadas

Son cultivos agrícolas o pastos u otras especies forrajeras de porte bajo. En este sistema los árboles son de porte mayor que el anterior, por los que los animales no lo pueden consumir directamente, haciéndose la poda de forma manual. Se acostumbra llevar el material comestible (hojas) hasta los comederos de los animales y el material leñoso se deposita en el suelo para favorecer el reciclaje del suelo. (Orozco, 2010)

2.1.2. Establecimiento de Bancos de Proteína

Por lo general, se puede establecer un banco de proteína en un área del 20 a 30% del terreno utilizado para pasturas, dependiendo de la productividad y el número de animales a suplementar. Se pueden obtener grandes cantidades de biomasa por hectárea (CATIE, 2005; Holguín, *et. al*, 2005)

Lo recomendable es que el banco de proteína esté en un sitio cercano a donde se debe llevar el forraje cosechado (caso de corte y acarreo), o donde se podría controlar en una forma más eficiente el ramoneo si se utiliza bajo esta modalidad. Esta localización cercana permite reducir los costos de manejo del banco de proteína (Condo, 2012).

Determinación del área

Una vez seleccionado el sistema y las especies que se quieren establecer, es recomendado reflexionar sobre el área que debe ocupar el banco o el sistema en callejones, y pensar sobre como incluirlo en el esquema de manejo de la finca. Para hacerlo, se debe decidir el número de animales y tipo de ganado con que se va a aprovechar la siembra nueva (Ibrahim, *et. al.*, 2007).

Es importante realizar la adecuada implementación de un buen sistema acorde con las características presentes en la zona con el fin de garantizar una alimentación balanceada al ganado tanto de proteína y energía, es decir que las especies seleccionadas y destinadas a los bancos de proteína para este proyecto, ya que las especies tienen una excelente adaptación a la zona y de acuerdo a estudios realizados por otros autores estas especies son muy ricas en proteína mientras más tiernos sean mayor es el porcentaje de proteína, considerando que tendremos como la fuente energética para el sistema el tipo de pastoreo cotidiano que estén usando para el ganado (Ibrahim, *et. al.*, 2007).

El sistema debe ir destinado para ganado bovino criollo y/o de raza de la zona donde debemos incluir a terneros, vacas en producción, vacas en estado de seco (en descanso), reproductor, donde se recomienda que las vacas secas empiecen a consumir este alimento, ya que son animales que tienen un sistema inmunológico más resistente frente a los terneros y vacas lactantes; esta recomendación se la plantea ya que en la zona los animales quizá no están acostumbrados a comer especies forestales forrajeras. (Ojeda, *et.al.*, 2003)

Selección del terreno

Después de seleccionar la especie arbustiva a sembrar, el productor, con base en los requerimientos de la especie, se debe buscar el terreno donde estime que esta producirá bien y que resulte práctico para el establecimiento. Los terrenos destinados a los bancos deben ser profundos y fértiles y tener un alto contenido de materia orgánica y estar ubicados cerca de una fuente de agua, características que se deben considerar para tener un buen rendimiento de los bancos de proteínas mediante el sistema seleccionado y excelente rebrote después de cada uso (CATIE, 2008)

Preparación del terreno

Condo (2012), recalca que a veces, es posible mejorar ciertas características del terreno antes de sembrar las especies seleccionadas para que el terreno esté más apto. Se debe recordar que el establecimiento de bancos de proteína puede ser un poco costoso y mejorar el terreno puede hacer la inversión más durable y rentable.

Una de las alternativas para mejorar las características edáficas del suelo es realizar una incorporación de abono verde y abono orgánico, así como establecer drenajes ya que los arbustos del banco no soportan encharques, por lo que se recomienda realizar drenajes o las llamadas zanjales de absorción o infiltración de acuerdo a la necesidad. Todas las especies tomadas para establecer el banco, tienen una buena adaptabilidad porque en condiciones silvestres se las encuentra con excelente crecimiento, entonces decimos que aplicando la tecnología necesaria en el cultivo tendremos grandes rendimientos de forraje (CATIE, 2008).

2.2. SIEMBRA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS

La preparación del terreno y las labores iniciales depende el éxito de todo cultivo, para lo que se recomienda realizar una arada del terreno ya sea con maquinaria agrícola o mediante tracción animal e incorporación del abono (Grijalva, 2009).

2.2.1. Propagación Asexual

Los sistemas de propagación son: sexuales por medio de semillas y asexual por medio de injertos, acodos y estacas, siendo la más usada la reproducción por estacas, debido a la forma rápida y fácil de propagar plantas madres. Ochoa (2011), sostienen que la propagación sexual no es generalmente recomendada ya que existe muy poco control sobre la calidad de las plantas producidas; además, dificulta y resulta antieconómica la multiplicación en masa de plantas para siembras comerciales.

Según Ochoa (2011), el método más común de propagación es por medio de estacas plantadas en forma directa. La longitud de las mismas debe ser de 25 a 40 cm de largo y con no menos de tres yemas tomadas de ramas lignificadas. Deben enterrarse a 3 o 4 cm de profundidad y, si el suelo no es muy compacto, no es necesario preparar el terreno antes de la siembra, basta con eliminar la vegetación. Las estacas no rebrotan al mismo tiempo, variando entre 4 y 35 días la aparición de las primeras hojas. En buenas condiciones de manejo las estacas pueden alcanzar más del 90% de rebrote.

En sitios planos y en plantación compacta la distancia de siembra más recomendable es de 0,80 a 1 m entre plantas y 1m entre surcos. En pendientes como plantación compacta y como barrera para controlar la erosión, se recomienda plantar a 60 a 80 cm entre plantas en forma de cruz y a 1 m entre surcos en curvas a nivel. Las estacas pueden almacenarse por más de una semana en sombra total y manteniendo un buen nivel de humedad. En zonas húmedas o con riego se puede sembrar durante todo el año, mientras que en zonas con sequía estacional la siembra debe efectuarse al inicio de las lluvias (Moreno, 2005).

Moreno (2005), hace una descripción del objetivo de la propagación por estacas que es la de mantener las características genotípicas de la planta madre, además de formar raíces y hojas de forma rápida, para lo cual existen dos métodos de siembra: directa cuando se siembra las estacas en el sitio definitivo, e indirecta por medio del trasplante de estacas enraizadas en platabandas de enraizamiento.

Para la selección de material vegetativo Moreno (2005), realizó una investigación titulada “Cuatro métodos de propagación vegetativa” en la cual se evaluaron: CR: Corte recto, CB: Bisel (corte en ángulo, a 45°), PL Pelado (retiro de epidermis, corteza y floema), H: Hormona (Ácido indolbutílico al 0,4 %); dando como conclusiones y recomendaciones:

- a. Los tratamientos Pelado y Bisel alcanzaron valores superiores (100% y 92% respectivamente) en la aparición de brotes foliares. Cortes rectos no representan para este estudio una práctica adecuada, porque reduce la efectividad del prendimiento de los materiales. Similar situación la presenta el uso de hormona Ácido Indolbutílico.
- b. Se recomienda en reproducción vegetativa de morera, preparar el material como los tratamientos Pelado y Bisel, ya que garantiza un mayor prendimiento.

Según Soria (2001), y MICIP (1999), las estacas seleccionadas deberán tener entre 15 a 20 mm de diámetro, con una longitud de 15 a 20 cm. y de 3 a 4 yemas en buen estado, se deberán escoger las estacas de la parte media de las varetas o ramas. Soria (2001), afirma que el hinchamiento de las yemas se logra sometiendo a las varetas a un proceso de endulzamiento, es decir, almacenar las varetas, en un lugar sombreado y fresco por aproximadamente 15 días. El corte de las estacas deberá ser en bisel en ambos extremos, superior e inferior y en el sentido contrario a la ubicación de la yema para evitar que el agua de lluvia descienda sobre esta y provoque pudrimiento.

2.2.2. Tratamiento de la semilla o estaca

Estas especies seleccionadas para los bancos de proteína se las propaga principalmente por estacas, porque se procederá a tomar estacas de 50-80cm de longitud y de 4cm de diámetro, con 4 o 5 yemas, estas estacas se las sembrará, como primera alternativa en fundas de polietileno con sustrato preparado, es decir que tiene 1 parte de tierra negra, 1 arena, 1 de MO, considerando que el sustrato debe ser previamente tamizado antes de ser llenado en la funda, ya que los agregados gruesos dificultan el proceso de prendimiento de las plántulas o estacas (Moreno, 2005).

Así mismo otra de las alternativas es realizar la siembra directa en el terreno, colocando las estacas es en forma acostada como la caña de azúcar, para esto es importante que las estacas tengan una longitud entre 1.2 y 1.5 metro para promover un buen desarrollo de las raíces en los nudos de la estaca, pero considerando que se corre el riesgo de tener un porcentaje prendimiento bajo (EUROSEEDS, 2006).

2.2.3. Inoculación del suelo con rizobios

La capacidad de producir nódulos en las raíces de las leguminosas es el criterio comúnmente aceptado para distinguir *Rhizobium* de otras bacterias. Uno de los sistemas fijadores de nitrógeno más importantes es la asociación simbiótica mutualista establecida entre la bacteria *Rhizobium* y las leguminosas, asociación no sólo importante por la cantidad de N que es capaz de fijar, sino por la naturaleza de las plantas implicadas que, de una u otro forma, y directa o indirectamente, son base de la alimentación humana (Camacaro, *et al.*, 2004).

Debido a que existe simbiosis entre las leguminosas y la bacteria *Rhizobium* y es un excelente sistema para fijar N atmosférico al suelo, es necesario inocular a la semilla al momento de la siembra cepas de la bacteria que son distribuidas por algunas casas comerciales pero que la rentabilidad para los bancos no sería rentable ya que incrementaría los costos de producción (Peña, 2009).

Poniendo a consideración un método casero económico y se lo puede realizar un día nublado o lluvioso, en donde se extrae varios 1 kg de tierra de los primeros 10 cm del suelo de un lugar donde el arbusto ha crecido vigorosamente por varios años, luego se hace una solución con 3 galones de agua en un balde, esto para 1m³ de solución/Ha, para finalmente aplica un poco de esa solución en las calles de los arbustos para realizar la inoculación en los bancos, tomando en cuenta de que la aplicación se hace cuando los arbustos han tenido un prendimiento exitoso en los banco. Los resultados se observan a los 2 meses, en donde se ve mejorar el vigor y el color de las hojas más intenso (Peña, 2009).

2.2.4. Trazo de los surcos o hileras

Cuando se establece un sistema en callejones, se recomienda orientar los surcos de Este a Oeste, para que los pastos y reciban una cantidad de luz solar mayor y relativamente bien distribuida durante el día. En bancos de proteína, la orientación es menos importante porque los arbustos deben de cerrar sus copas lo más pronto posible (CATIE, 2008).

Sin embargo, en caso de terrenos con pendientes mayores al 10%, se deberá realizar trazos en curvas a nivel; es decir, se deben orientar los surcos de manera perpendicular a la pendiente del terreno, para minimizar los riesgos de erosión por pisoteo y resbalones del ganado. La curva de nivel es una línea imaginaria en el terreno que recorre los puntos de igual altura. Es como si cortamos el terreno con una serie de planos horizontales y a igual distancia unos de otros (Vélez, 2009)

2.3. MANEJO DE BANCOS DE PROTEINA

2.3.1. Control de malezas

Durante los primeros 3 o 4 meses de vida, el crecimiento de las raíces de las leguminosas arbustivas, es mayor que el desarrollo de los tallos, sobre todo en leguminosas. Como consecuencia, las plántulas al inicio crecen lentas y son vulnerables a la competencia de las malezas. Por esta razón, durante estos 4 meses, es necesario mantener arbustos o plántulas libres de malezas (Hernández, 2007)

El control de malezas para los bancos puede ir compuesto por dos actividades, la primera es la excelente preparación del suelo mediante la arada donde se debe eliminar todo residuos de las malezas para evitar una futura invasión de la misma y la segunda es el control manual con machete o lampa de toda planta herbácea que entre en competencia con el banco de proteína, pero este control necesita mucha mano de obra (CATIE, 2008).

2.3.2. Fertilización

Para estimular el crecimiento inicial de las plántulas, se recomienda fertilizarlas. Lo ideal sería disponer de información sobre los suelos del terreno o de la zona donde se efectuará la siembra, lo que facilitaría la recomendación de los nutrientes que se deben aplicar. Sin embargo, aun cuando no se dispone de esta información, para todas las especies, casi siempre es recomendable una aplicación de fertilizantes altos en fósforo o de abonos orgánicos, cuando las plántulas alcanzan una altura de 15 a 20 cm. La fertilización se realizará cada 2 años por el motivo de rentabilidad ya que el abono orgánico es muy costoso (Darwich, 2003)

Al hablar de fertilización del banco de proteína debe ir destinada a la Agroecología descartando la fertilización química, enfocándose en una fertilización orgánica con abono animal presentes en la granja, pudiendo usar una dosis de 100 gr por planta (Valarezo, 2004).

Esta fertilización debe ser realizada en los primeros meses de vida de la planta, considerando que no debe ser el abono fresco ya que al descomponerse produce afecciones en la planta y tampoco la aplicación debe ser junto a la corona de la planta si no a una distancia de 20cm (Lozano, 2006).

El estiércol contiene altas cantidades de fósforo y potasio, además de otros nutrientes, mientras que su contenido de nitrógeno es bajo y eso evita posibles efectos negativos sobre la fijación de nitrógeno por los rizobios en las leguminosas (Restrepo, 2011).

2.3.3. Primer ingreso del ganado

El criterio para iniciar el ramoneo nunca debe ser la edad, sino el desarrollo que han logrado los arbustos. El ganado puede entrar, por primera vez, cuando la gran mayoría de las plantas sobrepasan el 1.5 metro de altura y sus tallos tienen un diámetro de 2 a 3 cm, medido a una altura de 30cm del suelo. Dependiendo de las condiciones de clima y suelo, los arbustos alcanzan estas dimensiones a una edad de 6 a 12 meses. (SAGARPA, 2009)

El ganado de acuerdo a lo recomendado debe entrar al año de haber establecido el banco porque de lo contrario el ramoneo impide el desarrollo total de las plantas, pero tomando en cuenta que al pasto sembrado en los callejones si se consumirá, teniendo cuidado que el ganado no ramonee los bancos de proteína. En la primera entrada, recomendamos no permitir que el ganado consuma todo el follaje, sino sacarlos cuando los arbustos todavía tengan parte de sus hojas. Durante los 3 a 5 meses siguientes, se recomienda seguir usando entradas ligeras, para que las plantas se ratifiquen bien en el sitio, para posteriormente una vez observada la mejora ya permitir el consumo total del follaje de la planta. Por esta razón, el primer aprovechamiento se debe planificar muy bien, porque influye mucho en la vida útil y la productividad del banco. (Ojeda, *et. al.*, 2003).

2.3.4. Poda de formación y homogenización

Aunque el ramoneo del ganado, en las primeras entradas, ayuda a formar arbustos que producen su follaje a una altura que el ganado pueda aprovechar, generalmente se recomienda ejecutar una poda para evitar la formación de arbustos con rebrotes muy altos y para uniformizar el desarrollo de los mismos (Chamba, 2016).

En cuanto a la poda formación y homogenización se dará cuando el ganado haya ramoneado el follaje que esté a su alcance y también todo el pasto en los callejones, días después de la salida de los animales antes de que aparezcan nuevos brotes se realiza esta poda cortando todas las ramas por encima de una altura de 60 a 80 cm, medido desde el suelo para que los rebrotes sean alcanzados por el ganado el siguiente ramoneo, este tipo de poda se aconseja aplicara para las 4 especies, la poda se la realizara con la ayuda de un machete o alguna herramienta que permita hacerlo sin afectar mucho a la planta y el material sacado de la poda se lo pica y se lo deja en el suelo como abono para el pasto. (Condo, 2012)

El tipo de poda que se puede emplear es la periódica ya que, en los bancos en sistema de ramoneo y callejones, puede ocurrir que las ramas sean tan altas y gruesas que el ganado no logra consumir todo el follaje, considerando que antes de podar, el ganado debe aprovechar al máximo el forraje disponible y si después del ramoneo todavía queda una cantidad importante

de follaje sin comer, se puede aprovechar el material podado para la elaboración de silos o bloques multi-nutricionales. Esta poda debe ser realizada una vez por año, buscando coincidir la poda con el periodo de descanso del pasto para poder hacer actividades extra como fertilización del pasto y de los arbustos (Maza, 2018).

2.3.5. Períodos de ocupación y descanso

Los períodos de ocupación y descanso de los bancos para ramoneo o de sistemas en callejones, se deben definir en función de la recuperación de las especies proteicas. La velocidad de recuperación de los arbustos varía durante el año en función de la temperatura, humedad del suelo, la fertilidad y también de la fisiología de la planta, pues cuando está floreciendo o produciendo semillas, generalmente, el rebrote de hojas es más lento (CATIE, 2008).

Por estas razones, se aconseja no permitir la entrada del ganado hasta cuando los arbustos estén cubiertos nuevamente por una buena cantidad de follaje. El periodo de recuperación y descanso puede ser 30-60 días para las 4 especies, ya que no hay experiencias anteriores por lo que se tomara este tiempo como referencia de recuperación de los bancos de las 4 especies, sino a su vez se puede considerar una referencia de la investigación realizada por CATIE, (2008) que dice que el periodo de recuperación para arbustos como la *Leucaena* es de 30-40 días.

2.4. ESPECIES UTILIZADAS EN BANCOS DE PROTEINA

2.4.1. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)



Figura 1: Planta de Botón de oro. (*Tithonia diversifolia*)

Fuente: El autor

Características del cultivo

Tithonia diversifolia es una planta herbácea de la familia Asterácea, originaria de Centro América (Nash, 2006). Es además una especie con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en alimentación animal (Rios, 2008).

Clasificación taxonómica y descripción botánica del Botón de Oro

Tabla 1: Clasificación taxonómica y descripción botánica del Botón de Oro

División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Metaclamídeas
Orden	Campanuladas
Familia	Compositae
Género	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i>

Fuente: (Kato, 2014)

Nombres comunes

En Colombia y Ecuador se le conoce como Mirasol o Botón de Oro, debido a su color. En Cuba se le denomina Margaritoneladasa o Arnica de la Tierra, por su uso (Murgueitio, 2002). También se le conoce como Quil Amargo, en Guatemala (Nash, 2006).

Distribución

Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen reportes de Sur de Méjico, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán, Cuba, Colombia y Ecuador en menor cantidad (Kato, 2014).

El género *Tithonia* comprende diez especies, todas originarias de México o Centro América. Una de ellas, *Tithonia diversifolia* según Kato (2014), fue introducida a las Indias Occidentales y a Ceilán.

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, 2006). Con un alto valor nutricional y rápida recuperación, luego del ramoneo, produce gran cantidad de forraje y es resistente a la sequía.

No soporta niveles freáticos altos ni encharcamientos, pero se puede asociar con pastos y leguminosas rastreras de trópico bajo, medio y alto. Se encuentra distribuida en la zona tropical. Crece de acuerdo en condiciones agroecológicas desde el nivel del mar (30°C) hasta los 2500 msnm (10°C), con precipitaciones anuales de 800 a 5000 mm y en distintos tipos de suelos de neutros a ácidos y desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes (Ríos, 2003).

Manejo

No se conoce requerimientos de esta especie, pero se ha notado disminución de la producción cuando se realizan cortes sucesivos, cuando es utilizada para consumo animal se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte, la altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm cada 7 semanas (Kato, 2014).

Problemas

Contiene un factor antinutricional llamado cumarina, posiblemente teniendo como principio activo del metabolismo secundario la colinina, pero en niveles bajos y no ha presentado problemas en bovinos y conejos cuando se ha suministrado durante varios días en su dieta (CIPAV, 2002).

Usos

Esta planta está especialmente recomendada para la apicultura, gracias a que produce néctar y polen. Además, es utilizada como barrera viva para impedir el ataque de las abejas debido a que se ven forzadas a cambiar su forma de vuelo directo, cuando se encuentran con ella. También sirve como barrera contra el viento en el apiario (Muñoz, 2019).

La “*Tithonia diversifolia*” es una de las plantas no leguminosas considerada como promisoría para la utilización en la alimentación de diferentes especies animales, en especial en rumiantes. Muchas de estas especies (no leguminosas) tiene valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son más sostenidas en el tiempo que las del pasto bajo condiciones de cero fertilización; acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, tienen altos niveles de fósforo un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo, y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Kato, 2014).

Otros usos en los que puede ser trabajada esta especie

Mahecha (2017), detalla que el Botón de oro se le puede dar atribuir otros uso como:

- Sistemas silvopastoriles y Cercas vivas
- Implementación en bancos de proteína y forraje
- Preparación de suplementos en dietas de nutrición animal (aves, cerdos, ganado)
- Setos forrajeros
- Elaboración de extractos de botón de oro.

Contenido nutricional

En un trabajo realizado en Ibagué durante el primer semestre de 1990, se evaluaron contenidos de minerales y proteínas en la planta en cinco épocas de desarrollo 30, 50, 60, 74

y 89 días. Se encontró que el contenido de proteína bruta (base seca) variaba desde 28,5% a los 30 días de edad hasta 14,8% de la materia seca, cuando se evaluaba a los 89 días, (Rodríguez, 2009).

La proteína digestible por los bovinos (técnica *in-sacco* en bovinos fistulados), también disminuía del 22,2% al 10,1%, para las mismas épocas de crecimiento. El porcentaje de fibra cruda de la materia seca era variable a través del tiempo, con valores entre 1,63% y 3,83%. El porcentaje de humedad del forraje verde varió de 85,9% (a los 30 días), hasta 76,8% (a los 89 días), (Rodríguez, 2009).

Los contenidos de calcio y fósforo, expresados como porcentaje de la materia seca, disminuían a medida que se desarrollaba la planta, de 2,25% a 1,65% para el calcio y, de 0,39 a 0,32% para el fósforo. Los valores de magnesio variaban entre 0,046 y 0,069% de la materia seca, (Rodríguez, 2009).

Tabla 2: Composición química del Botón de Oro de acuerdo a los días de cosecha

Indicadores	Días de Cosecha		
	30	60	90
Proteína Cruda (%)	28,51	22,00	14,84
Materia Seca (%)	14,10	17,25	23,25
Fibra Cruda (%)	3,83	1,63	2,70
Cenizas (%)	15,66	12,72	9,42
Calcio (%)	2,30	2,47	1,96
Fósforo (%)	0,38	0,36	0,32
Magnesio (%)	0,046	0,069	0,059

Fuente: Rodríguez, 2009

Tabla 3: Composición química de *T. diversifolia*, de acuerdo a su estado vegetativo (%).

Indicadores	Estado Vegetativo (días de germinación)				
	30	45	60	75	90
Materia seca	14,1	17,22	17,25	17,75	23,25
Proteína cruda	28,51	27,48	22,0	20,2	14,84
Fibra cruda	3,83	2,50	1,63	3,3	2,7
EE	1,93	2,27	2,39	2,26	2,43
Cenizas	15,66	15,05	12,72	12,7	9,42
ENN	50,0	52,7	61,4	61,5	65,6
NDT	48,0	46,8	46	46	45
Minerales					
Calcio	2,3	2,14	2,47	2,4	1,96
Fósforo	0,38	0,05	0,07	0,06	0,06
Magnesio	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06

Fuente: Rodríguez, 2009

El porcentaje de proteína en los diferentes estados de desarrollo de la planta mostraron diferencias altamente significativas, esta información junto con la de producción de biomasa comestible y capacidad de recuperación de la planta en cortes sucesivos, es importante para determinar frecuencias de corte más adecuadas si el propósito es obtener forraje con nivel de proteína entre 18 y más del 20 % (Rodríguez, 2009).

Productividad, calidad de suelo y animal

Con el manejo anterior se alcanza rendimientos entre 27 y 37 t de biomasa fresca/ha por corte cada 7 semanas. Su contenido de proteína bruta varía de 28,5 % a los 30 días de rebrote hasta 14,8 % a los 89 días. En pruebas de degradabilidad del follaje en el suelo se encontró 16% de proteína; 72 % de degradabilidad de materia seca y 79 % de degradabilidad de la proteína. Se utiliza en ganado bovino y en especies menores como suplemento (Rodríguez, 2009).

Características y atributos del botón de oro

Tabla 4: Principales características del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

Características	Valores
Ciclo vegetativo	Anual
pH	4.5 – 8.0
Fertilidad del suelo	Baja a media
Drenaje	Buen drenaje
Altitud	0 – 2500 msnm
Precipitación	800 a 5000 mm
Densidad de siembra	De 0.5–0.75cm entre plantas y 0.75–1m entre
Profundidad de siembra	surcos
Valor nutritivo	Semilla 2 a 3 cm; estacas tapadas parcialmente
Utilización	Proteína 14 – 28 % Corte y acarreo, barreras vivas, barbecho mejorado, fuente de néctar para las abejas; medicina (árnica)

Fuente: Peters, *et al.*, 2002

Entre otros atributos como:

- Altos contenidos de fósforo
- Alta digestibilidad
- La producción estimada de forraje útil por planta (hojas y tallos verdes) está entre 1,3 y 2 kg
- Rápida recuperación después del corte (a las 6 y 7 semanas)
- No solo en bovinos se puede emplear la planta como parte de la dieta, también se puede usar en cabras, conejos y aves de corral.

Condiciones ideales de siembra

Tabla 5: Condiciones ideales de siembra del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

Condiciones ideales	Valores
Altitud	0 – 2.500 msnm
Precipitación	800 – 5.000 mm año
Temperatura	14 – 30°C
PH del suelo	4,5 a 8,0
Fertilidad del suelo	Baja a alta
Adaptación	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos. Suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fósforo.
Restricciones	Saturación con iones de aluminio, suelos encharcado

Fuente: SOLARTE, 2013.

Pasos para verificación de terreno antes de la siembra

Según SOLARTE (2013), se debe seguir algunos pasos para la correcta verificación de la calidad del terreno antes de la siembra:

- Confirmar la textura del suelo
- Detectar zonas de compactación y zonas impermeables o láminas.
- Detectar niveles freáticos altos
- Evaluación de la penetración de la vegetación presente pastos, arbustos o árboles.
- Evaluación de la presencia de actividad biológica de lombrices y escarabajos

Propagación establecimiento y siembra

Se hace a partir de material vegetativo o estacas con al menos dos yemas germinales, tomadas del tercio inferior o intermedio de los tallos. Las estacas deben conservar un estado óptimo para ser empleado en propagación, ser un material maduro o “jecho” en el lenguaje popular, ni muy verde ni muy lignificado sino en punto intermedio de desarrollo, y se descartan las partes muy leñosas y las puntas de las ramas (Nash, 2006).

Lezcano, *et al.* (2012), en su informe describe las características de las estacas utilizadas en la siembra las cuales influyen sobre la producción de biomasa, que es mayor cuando estas están maduras:

- El tamaño puede variar entre 20 a 40 centímetros de longitud.
- El corte debe ser fino, en bisel en ambos extremos y se debe hacer con una macheta bien afilada, un golpe seco para evitar desgarres y heridas, este material debe ser tratado cuidadosamente para evitar daños en los puntos germinales.

Su establecimiento se hace con semilla o por estaca que es la forma más efectiva, utilizando material vegetativo proveniente de plantas jóvenes, tomando tallos de 50 cm de largo y 2 a 3.5 cm de diámetro y que posean 3 a 4 yemas. Se siembra en forma horizontal o inclinados sin tapar totalmente (Nash, 2006).

Densidad de siembra de las eras

Se pueden sembrar a una distancia entre tres y cuatro centímetros con el fin de obtener densidades entre 700 y 1000 estacas enraizadas por metro cuadrado, se debe evitar el entrecruzamiento de las raíces de las estacas (Nash, 2006).

Fertilización

Durante los primeros 30 días después de la siembra se forman rebrotes precoces a partir de materiales almacenados en el tallo, que no se pueden asociar a la absorción de nutrientes del suelo debido a que el desarrollo radicular de la estaca es incipiente. Para promover el crecimiento de las raíces de la estaca antes de llevar a campo, se recomienda aplicar un abono foliar como estiércol fermentado o lombriabono (Lezcano, *et al.*, 2012).

Siembra directa de estacas

Esta solo se recomienda cuando se garantice que el establecimiento de la semilla se realice en un transcurso de tiempo no superior a 48 horas entre la cosecha y la siembra definitiva. El método sugerido es la siembra de las estacas horizontales a 45 (acostadas en chorizo sin traslape) preferiblemente con estacas de toda la longitud que se pueda aprovechar y sin trozarla, para reducir los riesgos de pérdida por deshidratación (Lezcano, *et al.*, 2012).

Propagación sexual

Esta se debe realizar en germinador, se prepara de la siguiente manera:

Se repica el suelo y se agrega materia orgánica para mejorar la condición de fertilidad del mismo y se mezclan, luego se remoja el suelo del germinador y se prepara para recibir la semilla, luego se construye la era para la germinación del botón de oro, debe tener una altura de 20cm, luego el material vegetal del botón de oro con floración en sus diferentes estados de desarrollo, junto con parte de las ramas se extiende por toda la superficie del terreno preparado; Se mantiene la humedad por intermedio del riego, luego se debe cubrir con cualquier material vegetal como pasto de corte entre otros, sin dejar de sostener la humedad, se debe revisar constante mente para detectar los primeros rebrotes de las semillas se procede a acudir las semillas que se encuentran adheridas a las flores y se retira la cobertura para facilitar el desarrollo de las plántulas. (Salazar, 2002).

Desarrollo y crecimiento

Después de retirado la cobertura las plántulas tiene un rápido desarrollo y permanecen en el germinador hasta que el terreno que este destinado para la siembra, luego se trasladan a raíz desnuda para esto se debe humedecer el sustrato, y luego se podan las hojas y se lleva a campo de esta forma las plántulas soportan el estrés del traslado y los requerimientos de humedad son menores (Murgueitio, 2002).

2.4.2. Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*)



Figura 2: Arbusto de quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*)

Fuente: Velez, 2014

También se la conoce como: Aro, barriga, beque, cenicero, fune, yatago, madre de agua, naranjillo, palo de agua, quiebra barriga, quiebra barrigo, suiban, tuno o nacedero, son también otros nombres con los que se le conoce popularmente en Centroamérica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, las Guayanas y Brasil (Ríos, 1993; CIPAV, 2002).

Clasificación botánica del Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*)

Tabla 6: Clasificación botánica del Quiebra barriga

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Acanthaceae
Subfamilia	Acanthoideae
Tribu	Ruellieae
Subtribu	Ruelliinae
Género	Trichanthera
Especie	<i>gigantea</i>

Fuente: Hess y Dominguez, 1998

Origen

Arroyos, áreas pantanosas y bosques húmedos de América Central y los países del norte de América del Sur.

Descripción

Arbusto o árbol pequeño de 5m, hasta 15m, con una copa redondeada. Las ramas son cuadradas con ángulos redondeados, con las puntas cubiertas de vellosidades. Hojas ovadas a oblongas, sin pubescencia a lo largo de la nervadura, pecíolos 1-5cm de largo. Inflorescencia es una panícula terminal de 5-15cm de largo, flores tienen pequeñas brácteas triangulares a 3mm. Las frutas contienen 35 a 40 semillas (CORPOICA, 2013).

Adaptación

- Suelos: Se adapta bien a los de baja fertilidad, ácidos de pH a 4.5; mejor pH de 5.5 a 7.0; suelos moderadamente drenados a muy bien drenados.
- Luz: Tiene una considerable tolerancia a la sombra.
- Altitud: 0-2.000 msnm.
- Temperatura: 16 – 30 °C.
- Precipitación: 800 a 3.000 mm/año (CORPOICA, 2013).

Usos

Los nombres “nacedero” y “madre de agua”, significan que el árbol crece en los nacimientos de las aguas (Pérez E. , 1990). El uso más generalizado es como cerca viva y como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua. En la actualidad esta especie se la está incorporando con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas hidrográficas (Ríos, 1993).

Medicinal

En Boyacá se encontró esta especie ligada a tradiciones religiosas. Para fabricar la cruz el día tres de mayo de cada año y para las “siembra de agua”, que consiste en colocar un recipiente de madera con agua bendecida en un hoyo, cavado en un sitio húmedo, donde siembran nacedero. Ahí según lo registran campesinos de la región “nace” agua en un año (Ríos, 1994)

Su uso en animales estaba limitado a propiedades medicinales como; expulsión de la placenta y otras enfermedades de los cerdos, en equinos para curar hernias (Pérez, 1990).

Forrajero

Se ha reportado como alimento de especies en cautiverio, especialmente mamífero, usando las hojas como forraje, ya que es una especie que proporciona gran volumen y calidad nutricional, en pocos meses de establecimiento y su regeneración es corta. (Ríos, 1994).

Establecimiento

En general, a partir de esquejes de 2,2 a 2,8 cm de diámetro, 20 cm de largo y con al menos 2 brotes, seleccionados de la parte basal de los tallos jóvenes. Producen brotes en alrededor de un mes y se pueden plantar en el campo después de unos 50 días, a 0,5 a 1,0 m de distancia y pueden ser plantados en un bloque o como un doble vallado a lo largo de las cercas (Rios, 1993).

Manejo

Responde bien a la aplicación de fertilizantes, especialmente nitrogenados, a pesar de estar adaptado a suelos ácidos infértiles. Se cree que fija nitrógeno en simbiosis con *Rhizobium* (Rios, 1993).

Limitaciones

No tolera bajas temperaturas, crecimiento pobre en estación seca. Esta especie es nativa y se ha incluido por su valor dentro de los sistemas silvo-pastoriles, como alternativa para seguir siendo manejadas bajo principios de sostenibilidad (CORPOICA, 2013).

Calidad nutricional y antinutricional

Se ha reportado proteína cruda superior a 17%, fibra de 2,17% en cortes realizados durante un año. Los contenidos de materia seca están alrededor del 20%; fósforo entre 0,26 y 0,43%; Ca entre 2,2 y 3,4% de la MS (Hess, 1998). En cuanto a la tasa de degradabilidad en el rumen de la hoja de nacedero se encontró que a las 12 horas era del 52%; a las 24 horas 60% y 77% a las 48 horas (Angel, 1988).

No se ha reportado, contiene diversas concentraciones de compuestos fenólicos cuyas concentraciones dependen de procedencias y condiciones adversas a las cuales está expuesta.

Potencial de producción

Se han obtenido producciones de forraje verde de 12,2 t/año (que corresponden a un total de 4 cortes cada 3-4 meses). En cultivo intensivo de árboles sembrados a distancias de 1m x 1m (entre surcos y entre plantas) con intervalos de corte mayores de 3 meses se obtuvieron 460 g de hoja verde y 1100 g de tallos para una producción de 1500 g de biomasa total/árbol/corte. En material propagado por estaca, sembrado a 0,5m x 0,5m y cortado una vez a los 4, 6, 8 o 10 meses después de trasplantado al campo, se obtuvieron producciones de 4,16; 7,14; 15,66 y 16,74 t/ha de forraje verde respectivamente, (Rios, 1994).

2.4.3. Matarratón (*Gliricidia sepium*)



Figura 3: Matarratón (*Gliricidia septicum*)

Fuente: Palacios, 2014

El matarratón ha tenido una gran importancia desde hace muchos años en nuestra sociedad, ya que se ha utilizado como planta medicinal y a través del tiempo ha venido tomando importancia como alimento para los animales, gracias a su alto valor proteico. Es por esto que cada día se ve más la implementación de esta especie dentro de los potreros y los bancos de proteína (Urbano *et al.*, 2004; Abad 1994; Cardozo 2013).

La *Gliricidia sepium* ha sido utilizada en los sistemas de corte y acarreo por la calidad del forraje que produce y además ha demostrado que al final de los estudios genera aumento en la ganancia de peso y producción de leche y a su vez buenos ingresos económicos (Navas *et al.*, 2000; Lamela *et al.*, 2005; Cuervo *et al.*, 2013).

Producción de forraje verde y materia seca

Producción en función de la densidad: Estudios realizados por Navas *et al.* (2000), dicen que la producción del forraje fue mayor en el primer corte que en los demás como se observa en la tabla 6, así mismo la cantidad de forraje verde fue mayor en los bancos de 160.000 plantas/ha, lo que coincide con lo que dice Gómez, (2005) donde señala que la mayor cantidad de biomasa en el primer corte está en la leña del matarratón por la lignificación de la planta.

Producción en función de la altura de la planta: En cuanto a la altura de las plantas se logró una mayor altura en la siembra de 0,5 x 0,5m, ya que las plantas presentan mayor competencia entre ellas y tratan de buscar la luz, a diferencia de la siembra de 1 x 1m, que no tuvieron la misma altura, pero que si mostraron mayor fortaleza y vigorosidad (Gómez 2005). Según Razz (1994); Gómez (2005); Palma *et al.*, (1997) citado por Cardozo (2013), el punto máximo de producción de *Gliricidia sepium* se da cuando a esta se le realiza el corte por encima de los 60 centímetros, pero teniendo en cuenta también que se le dé un buen manejo al banco forrajero.

Producción en función de la edad de corte: Según Gómez *et al.* (2005), en el Valle del Cauca se realizaron los cortes cada 3 meses, pero menciona que esto varía según la altura sobre el nivel del mar, ya que a menor altura se puede reducir el intervalo de corte. Estos cortes también pueden variar según la cantidad de materia seca y calidad que se quiera obtener, debido a que a una edad más temprana se tiene mayor calidad nutricional y menor materia seca y a una edad más tardía los resultados son, al contrario.

Tabla 7: Producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) (kg/parcela/corte) de *Gliricidia sepium* en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.

Tratamientos	Corte					
	1		2		3	
	FV	MS	FV	MS	FV	MS
Semilla campo 40.000	30	-	20,2	6,3	16,5	3,9
Semilla campo 160.000	51	-	26,1	7,5	21,2	4,7
Semilla almácigo 40.000	19	-	12,3	3,7	13,6	2,8
Semilla almácigo 160.000	54	-	29,6	8,7	19,4	3,9
Estaca almácigo 40.000	-	-	17,6	5,4	18,2	3,9
Estaca almácigo 160.000	31	-	26,9	8,8	19,7	4,4
P ≤	0,001	-	0,01	0,008	0,409	0,389
ES ±	4,3	-	2,9	0,9	2,6	0,6

Unidades de los tratamientos: Plantas/hectárea, **FV:** Forraje verde, **MS:** Materia Seca

Fuente: Navas *et al.*, 2000

En otros estudios se afirma que la frecuencia de corte para que se tenga una buena producción de matarratón debe ser entre los 70 a 90 días, teniendo en cuenta que el efecto de la poda influye en su desarrollo y que también se depende de la disponibilidad de agua que se tenga (Chesney 2000; Escobar 1996; Chacón *et al.*, 1996; Francisco *et al.*, 1998; Cardozo 2013).

Relación (producción) de hojas, pecíolos y tallos: La mayor cantidad de nutrientes de esta especie se encuentra en las hojas y esto se puede observar en estudios realizados, ya que la producción de hojas es casi siempre mayor a la de los tallos como se muestra en las tablas 2 y 3, a excepción del segundo corte de la tabla 2 donde se obtuvo una menor producción de hojas en comparación a la producción de tallos debido a una defoliación medioambiental que se tuvo (Navas *et al.*, 2000).

Tabla 8: Producción en base fresca de hojas, pecíolos y tallos (kg/parcela/corte) de *Gliricidia sepium* en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.

Tratamientos	Corte								
	1			2			3		
	Hoja	Pec.	Tallo	Hoja	Pec.	Tallo	Hoja	Pec.	Tallo
Semilla campo 40.000	13,7	6,6	10,5	7,4	2,1	10,7	7,7	1,6	7,2
Semilla campo 160.000	20,8	11,2	19,1	9,1	2,6	14,3	9,6	1,9	9,7
Semilla almácigo 40.000	10,5	4,3	4,5	5,5	1,5	5,4	6,6	1,6	5,5
Semilla almácigo 160.000	24,9	13,4	15,6	12,1	3,5	14	8,9	2,1	8,4
Estaca almácigo 40.000	-	-	-	7,2	1,7	8,8	8,5	1,8	7,9
Estaca almácigo 160.000	17,5	5,4	8,8	11,1	2,8	12,9	9,4	2,0	8,2
P ≤	0,001	0,01	0,004	0,009	0,001	0,038	0,459	0,794	0,321
ES ±	1,3	1,5	1,9	1,1	0,2	1,9	1,2	0,3	1,2

Unidades de los tratamientos: Plantas/hectárea

Fuente: Navas *et al*, 2000

Calidad nutricional

La *Gliricidia sepium* ha sido una de las especies más utilizadas en la alimentación de animales por su alto valor nutritivo como se observa en algunos estudios donde se ha encontrado proteína 23%, fibra detergente neutra 45%, calcio 1,7% y niveles buenos de lisina. A continuación, se muestra la calidad nutricional a diferentes edades de corte (Gómez *et al.*, 2005).

Tabla 9: Composición química de las hojas de *Gliricidia sepium* en función del intervalo de recolección.

IEC meses	P.B %	F.B %	Grasa %	Ceniza %	Ca %	P %
2	27,6	16,4	2,4	10,4	1,2	0,19
3	27,4	21,0	1,8	12,1	1,7	0,21
4	27,3	21,3	1,8	10,6	1,7	0,23
5	26,8	22,9	1,5	10,0	1,4	0,21
6	23,4	23,1	1,4	10,7	1,4	0,18

IEC: Intervalo entre cortes. **PB:** Proteína Bruta. **FB:** Fibra Bruta.

Fuente: Gómez *et al.*, 2005

El matarratón se ha destacado por la calidad en la producción de su follaje y por la buena digestibilidad, por lo cual se ha implementado en muchas producciones ganaderas ya que, al suministrarse a los animales junto con las gramíneas, son capaces de soportar una alta capacidad de carga debido a que también se aumenta la producción de materia seca y al mismo tiempo va mejorando la fertilidad del suelo y se utiliza como abono verde (Camacaro *et al.*, 2003 y 2004).

Según Romero *et al.*, (2000), ésta planta contiene proteína sobrepasante debido a la alta proteína que se encuentra protegida por compuestos fenólicos en las hojas, aunque no se han encontrado casos de toxicidad ni siquiera en los animales que son alimentados en su totalidad por matarratón, aunque se recomienda suministrar combinado con pastoreo ya que así se reduce el contenido de taninos adheridos a la proteína y a la fibra.

En la nutrición de los animales se han encontrado muy buenos resultados como los de Reyes *et al.*, (2008) que evaluaron novillos *Bos taurus* y *Bos indicus* en trópico húmedo, éstos se encontraban en pastoreo y se suplementaron con bloques multinutricionales que contenían harina de matarratón, obteniendo ganancias de 767 gramos por día a un costo de \$0,05 USD por animal, por lo que se pueden tener buenas ganancias económicas debido al bajo costo de la alimentación.

Para complementar la buena calidad nutricional de *Gliricidia sepium*, esta también es una especie que tiene muy buena palatabilidad por lo que el ganado la come muy bien, esto encontraron Toral e Iglesias (2008), midiendo la selectividad de novillas *Bos taurus* x *Bos indicus* en pastoreo con diferentes especies arbóreas y llegaron a la conclusión que el matarratón fue la planta que más ramonearon los animales sin importar la época de lluvia o sequía.

Tabla 10 : Composición química de *Gliricidia sepium* cosechado a intervalos de tres meses

Partes de la planta	Composición Química (%)							
	P.B	F.B	Grasa	Ca	P	K	Mn	B
Hojas	22,7	16,8	2,0	2,4	0,18	2,3	60	90
Tallos verdes	13,1	33,8	0,9	2,1	0,18	3,5	40	20
Tallos	5,6	58,5	0,4	0,4	0,07	1,6	20	6

Datos en Materia seca. PB: Proteína Bruta. **FB:** Fibra Bruta.

Fuente: Gómez *et al.*, 2005

Mortalidad

En la mortalidad tiene efecto el tipo de semilla que se utilice, ya que en investigaciones se encontró que cuando se utilizó semilla de material vegetal, se tuvo 30 a 40% de mortalidad, mientras que con la utilización de semilla sexual no superó el 10%. La densidad de siembra también incide debido a que en plantaciones a alta densidad (40.000 plantas/ha) se presentó mayor porcentaje de mortalidad (Navas *et al.*, 2000)

Según Pérez *et al.* (2005), el matarratón es una planta que tolera fácilmente las enfermedades y las plagas que puedan disminuir la productividad de estas o causar su muerte.

Tabla 11: Mortalidad (%) de *Gliricidia sepium* en bancos de alta densidad en Anserma, Caldas, Colombia.

Tratamientos	Corte		
	1 Mortalidad	2 Mortalidad	3 Mortalidad
Semilla campo 40.000	0	0,0	1,2
Semilla campo 160.000	7	15,6	25,1
Semilla almácigo 40.000	0	7,1	0,0
Semilla almácigo 160.000	17	14,3	22,0
Estaca almácigo 40.000	-	27,9	15,5
Estaca almácigo 160.000	31	33,0	42,8
P ≤	0,04	0,05	0,04
ES ±	6,0	7,0	8,7

Unidades de los tratamientos: Plantas/hectárea

Fuente: Navas *et al.*, 2000

En el trabajo realizado por Gómez *et al.* (2005) se tuvieron pérdidas de plantas del 25% al 48% en la propagación por estaca, aumentando este parámetro a mayor densidad de siembra mientras que en la utilización de la semilla sexual, la mortalidad no superó el 7%.

El diámetro de las estacas para su propagación también tiene importancia en la mortalidad ya que Clavero y Razz (2002) encontraron que las estacas de 2,6 a 5,5 cm tienen mejor sobrevivencia, mientras que las estacas menores a 2,5 cm no tienen muchas yemas maduras lo que hace que la mortalidad sea mayor y lo mismo pasa con las estacas mayores a 5,5 cm ya que se encuentran muy lignificadas.

En cuanto a la propagación sexual, también se puede encontrar otra problemática debido a la alta mortalidad de las semillas que se puede encontrar del 10% al 70%, sumándose a esto que la producción de semilla es muy baja (Contreras, 1999). Camacaro *et al.*, (2003), encontró una mortalidad del 40% realizando la poda del matarratón después de cada pastoreo, esto se produce porque la planta no tiene el tiempo suficiente para que los brotes que existen produzcan ramas y hojas nuevamente y al mismo tiempo el peso de la raíz y la producción de nódulos disminuye, por lo cual se va a obtener una mortalidad muy alta.

2.4.4. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*)



Figura 4: Planta y Flores de *Leucaena*

Fuente: Peralta, 1980

Generalidades y clasificación taxonomía

Tabla 12: Generalidades y clasificación taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Mimosoideae
Tribu	Mimoseae
Género	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>leucocephala</i>
Nombres comunes	<i>Leucaena</i> , acacia bella rosa, aroma blanco.

Fuente: Martínez, 1980

Características botánicas

Arbolito o arbusto siempre verde de 3-6 m de altura, con la copa redondeada, poco espesa, y un tronco generalmente torcido, con la corteza lisa o ligeramente fisurada, gris-negrusca. Hojas alternas, bipinnadas, de 10-20 cm de longitud, cada una con 3-10 pares de pinnas de 3-10 cm de largo y cada una de éstas con 9-18 pares de folíolos de oblongos a elíptico-

lanceolados. Inflorescencias formadas por capítulos globosos en fascículos de 2 a 6, cada uno de 1,5-2,5cm de diámetro, sobre pedúnculos de 2-5cm de longitud, glabros o pubescentes, portando de 100 a 180 flores blancas. Fruto tipo legumbres en grupos de 5-20 por capítulo. Semillas de 15 a 30, de ovadas a elíptico-oblongas, de 7-11 x 4,5-5 mm, aplanadas, de color marrón brillante o negruzcas, con una aréola central alargada, dispuestas de forma transversal en el fruto (Skerman, 1977; Peralta Martínez, 1980; Machado et al., 1978; Ponds *et al.*, 1985)

Origen

La *Leucaena* es considerada originaria de México y Centro América (Brewbaker y Hutton, 1979), se introdujo en forma accidental o intencionalmente en las Islas del Caribe y otras áreas tropicales (Gray, 1968; NAS, 1977). Inicialmente fue usado como árbol de sombra en la preservación de la fertilidad del suelo en plantaciones de café, cacao, quinina en Indonesia y África (D'mello y Taplin, 1978). En la actualidad puede considerársele como una planta naturalizada en varias regiones del trópico (Gray, 1968).

Adaptación

La *Leucaena*, leguminosa arbustiva o arbórea, se encuentra distribuida en todo el mundo tropical, donde encuentra su mejor hábitat (D'mello y Taplin, 1978). La *Leucaena* crece hasta 1800 msnm y no tolera heladas con temperaturas mayores de 10°C, la temperatura óptima está en 22 – 30°C y precipitación mayor de 750mm. Se adapta a un rango amplio de suelos con pH 5.5 – 8.0 y no tolera suelos ácidos con pH menor de 5, en donde su desarrollo es muy pobre. Necesita suelos de mediana fertilidad. No tolera sombra ni inundación, pero si tolera sequía, aunque se desfolia en épocas secas prolongadas.

Algunas de sus características que le confieren su gran potencial productivo son: amplio rango de adaptación, habilidad para prosperar en condiciones ecológicas desfavorables y gran diversidad de usos que pueden dárseles a sus productos, entre los cuales se pueden mencionar: como fuente de leña y madera, su papel en el control de la erosión del suelo, la recuperación

de terrenos agrícolas, conservación del suelo y agua, reforestación, capacidad para proveer sombra para otras plantas (Dijkman, 1980).

La *Leucaena leucocephala* tiene la habilidad de producir grandes cantidades de hojas y rebrotes con un alto contenido de proteína (18-33%) y materia seca (20-25%). Lo cual aunado a su contenido de vitaminas y minerales ha estimulado su utilización en nutrición animal, principalmente en raciones para bovinos (Jones, 1979). Actualmente se ha intensificado la atención prestada a la *Leucaena* en países con recursos naturales escasos, que ha incluido la propagación intensiva y el aprovechamiento integral y racional de esta planta (FIRA, 1980).

Siembra

Según la FIRA (1980), la primera labor es recolectar semilla de una planta que tenga más de 3 años para que sea una semilla viable, luego se debe romper la latencia de la semilla para tener una germinación uniforme y rápida, después se la siembra en el semillero, se la repica y finalmente se obtiene la planta.

Para su establecimiento, se siembra directamente, a través de viveros o por estacas; si es sembrado en viveros, su trasplante al campo se hace cuando las plántulas tienen una altura de 20 – 50 cm y teniendo cuidado en que las raíces no se rompan si han salido de la bolsa y han penetrado al suelo (Dijkman, 1980).

Se siembra a una distancia de 1,5 m entre surcos y 1m entre plantas, en potreros cuando se asocia con gramíneas la distancia entre surcos puede ser ampliada, con una tasa de siembra de 2 – 7 kg/ha, a una profundidad de siembra de 2 – 5 cm y con semilla escarificada. Su crecimiento inicial es lento, por lo tanto, es necesario hacer control de malezas y plagas (es muy atacada por hormigas y trozadores) durante el establecimiento (D'mello y Taplin, 1978).

Manejo

Se puede cortar de 0.5 a 1 m de altura para provocar brotes vigorosos en intervalos de 2 a 3 meses. Durante el año de establecimiento solo se puede pastorear ligeramente siempre y cuando tenga una altura superior a 1m. Una vez establecido, se recomienda pastoreo cada 2 a 3 meses hasta un nivel no menor de 40 cm. Se desfolia durante períodos secos prolongados, por lo tanto, su uso en esta época es limitado. Para evitar efectos negativos de la toxina miosina se recomienda limitar el suministro de Leucaena en la ración a 30%. Se maneja bajo pastoreo directo asociado con gramíneas, con las cuales se asocia bien; como banco de proteína para uso estratégico y bajo corte y acarreo como suplemento (Dijkman, 1980).

Rendimiento

Este recurso forrajero está considerado como la especie tropical de mayor rendimiento en biomasa y con un alto contenido de proteína. Las evaluaciones realizadas en Bajo Tocuyo señalan que el rendimiento de MS/ha es decir que produce de 7 – 25 t de MS/ha/año, su contenido de proteína cruda oscila de 12 a 25 % y la digestibilidad de 65 – 85 %, tiene alto contenido de vitamina A. Se debe destacar que la densidad de siembra, independientemente de las condiciones agroecológicas existentes, es determinante en el rendimiento que se pueda lograr por unidad de superficie. Por su alta calidad, en animales que pastorean o consumen Leucaena en la dieta, se obtienen ganancias de peso hasta 700 g/animal/día. La producción de bastante cantidad de madera ha sido un producto adicional valioso en sistemas de pequeños productores, aunque por su baja densidad su calidad no es buena, pero puede ser usada industrialmente para pulpa y energía (Hutton y Bonner, 1960).

Toxicidad

La Leucaena presenta un principio tóxico denominado miosina, aminoácido aromático no proteico, que puede variar su contenido entre 2 y 5% dependiendo de la especie, variedad, estado de la planta y época de cosecha. La mayor concentración de este principio tóxico se encuentra en las partes tiernas de la planta. La toxicidad con Leucaena se manifestará siempre

y cuando los animales se sometan a una alimentación desproporcionada basada en este forraje. Por ello, es necesario planificar su manejo sobre la base de pasto con un máximo de cuatro horas al día; para el caso de una suplementación por corte, ésta no debe ser mayor del 30% de la sustitución en la dieta del rebaño (Machado, *et al.*, 1978; (Ter Meulen, *et al.*, 1979); (Gutiérrez *et al.*, 1984).

Valor nutricional

Tabla 13: Valor Nutricional de la Leucaena

Indicadores	Cantidad (%)
Materia seca	80,3
Proteína cruda	25,6
Fibra detergente neutra	31,7
Fibra detergente ácida	21,9

Fuente: Gray, 1968

Usos

La Leucaena tiene algunos usos potenciales, entre los cuales tenemos: Banco de proteína, leña, corte y acarreo, abono verde, sistemas agroforestales, concentrado para aves, cerdos y bovinos, pastoreo, barreras vivas, rompevientos, ensilaje (Kinch *et al.*, 1962).

Además, tiene un crecimiento muy rápido, llegando a convertirse en una planta invasora. Se multiplica por semillas, que produce en abundancia, pero deben someterse a tratamientos previos para ablandar las cubiertas si se desea una germinación aceptable y regular. Planta útil para vegetar taludes en zonas áridas. Su madera no tiene demasiadas aplicaciones, su follaje sirve de forraje para rumiantes, pues los animales no rumiantes tienen problemas con la “mimosina”, un alcaloide tóxico que puede producir la caída del pelo y que es contrarrestada por una bacteria en los rumiantes. El fruto y las semillas son comestibles, con alto contenido en vitamina A. Las semillas maduras son empleadas localmente en algunos lugares como sustituto del café (FIRA, 1980; Ponds *et al.*, 1983)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de campo

- Tractor
- Herramientas de labranza
- Material Vegetativo (estacas plántulas)
- Manguera
- Aspersores
- Piola
- Estacas
- Martillo
- Flexómetro
- Tijeras de podar
- Balanza
- Bolsas ziploc
- Botas de caucho
- Rótulos
- Etiquetas
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes

3.1.2. Materiales de Oficina

- ❖ Computadora
- ❖ Impresora
- ❖ Calculadora
- ❖ Flash Memory
- ❖ Papel bond

3.2. METODOS

3.2.1. Localización del Experimento

Ubicación geográfica y Límites

La investigación se realizó en el cantón Gonzanamá, provincia de Loja, ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: $4^{\circ} 20'$ / $S 4^{\circ} 0'$ y longitud $O 79^{\circ} 30'$ / $O 79^{\circ} 0' 5$; a una altitud que oscila de 920 msnm a 3080 msnm. Ocupa una superficie de 699,19 km² que representa el 6,31 % de la superficie de la provincia (PDOT, 2014).

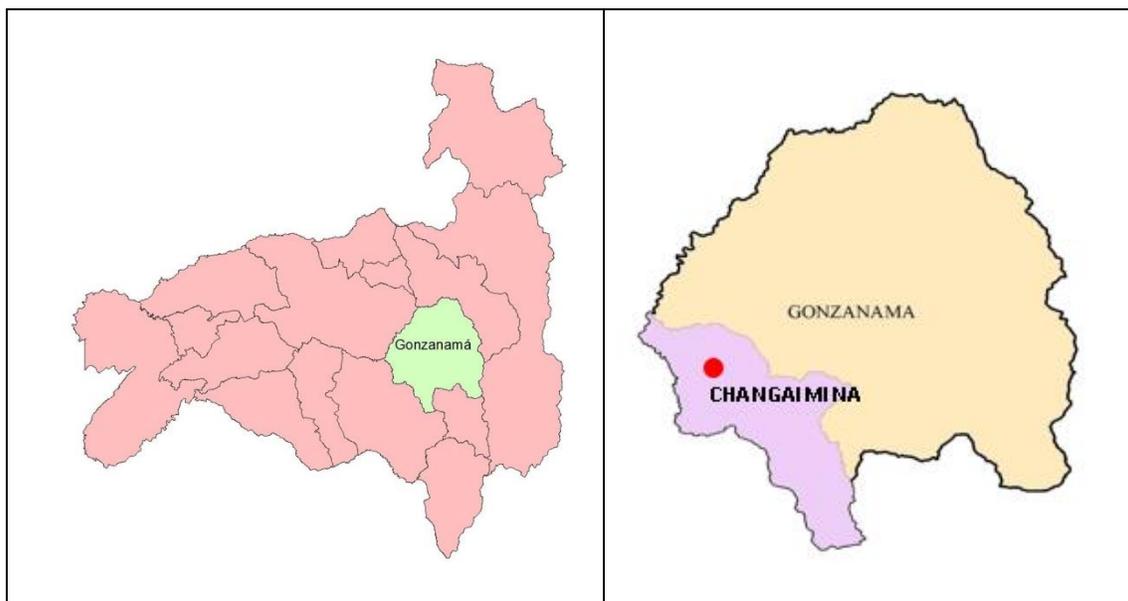


Figura 5: Mapa de la provincia de Loja, cantón Gonzanamá y parroquia Changaimina.

El cantón Gonzanamá limita al Norte: con el cantón Catamayo; al Sur: con el cantón Calvas y Quilanga; al Este: con el cantón Catamayo y Loja y; al Oeste: con el cantón Calvas y Paltas (PDOT, 2014).

Características agroclimáticas

Los suelos del cantón Gonzanamá son de tipo Entisol en el 41,01% que corresponden a 27962,29 ha, es decir son suelos de textura de moderadamente gruesa a fina con topografía variable entre plana a empinada; seguido de los Inceptisoles con el 29,24% es decir ocupan 19936,92 ha estos son suelos que no tienen acumulación de arcilla, son superficiales a moderadamente profundos de topografía plana a quebrada; las restantes categorías están presentes en bajos porcentajes: Vertisol ocupa el 11,44% del territorio cantonal, Inceptisol+Entisol corresponde al 7,06% de superficie, Alfisol+Inceptisol ocupa el 6,83% y Alfisol corresponde al 4,43% del territorio (PDOT, 2014)

El cantón Gonzanamá posee suelos con pendientes que se encuentra en mayor proporción de medias a fuerte (menores al 70%), poseen una pedregosidad menor al 50%. El segundo tipo de suelo que representa en mayor proporción se encuentran en pendientes que varían desde planas (0-2%) que pueden ser suelos muy pedregosos a no pedregosos. El tercer tipo de suelo tienen pendientes menores a 12%, suaves, muy suaves y planas, son poco profundos (PDOT, 2014).

El cantón Gonzanamá posee una temperatura de 18°C a 23°C, con una precipitación que varía de 900 a 1200 mm/ año con una humedad relativa del 85% y una evapotranspiración media anual de 741 mm (PDOT, 2014).

El cantón Gonzanamá posee ecosistemas que se encuentra ocupada por Matorral Montano Xérico Andino que abarca el 26,04 % (17755,45 ha) y Matorral Húmedo Montano con 15,88 % (10829,15 ha). Además de pasto cultivado con 23,99 % es decir 16359,72 hectáreas, en la categoría pecuario (PDOT, 2014).

Ubicación del área experimental

La investigación se realizó en el piso medio del cantón Gonzanamá, en la parroquia Changaimina, barrio Jorupe, a un rango altitudinal de 1701 a 2400 msnm, en la “Finca Piloto” perteneciente a la Sr. Byron Vinicio Torres Torres, la cual se sitúa una altitud de 1697 msnm, y posee una extensión aproximada de 18 ha.

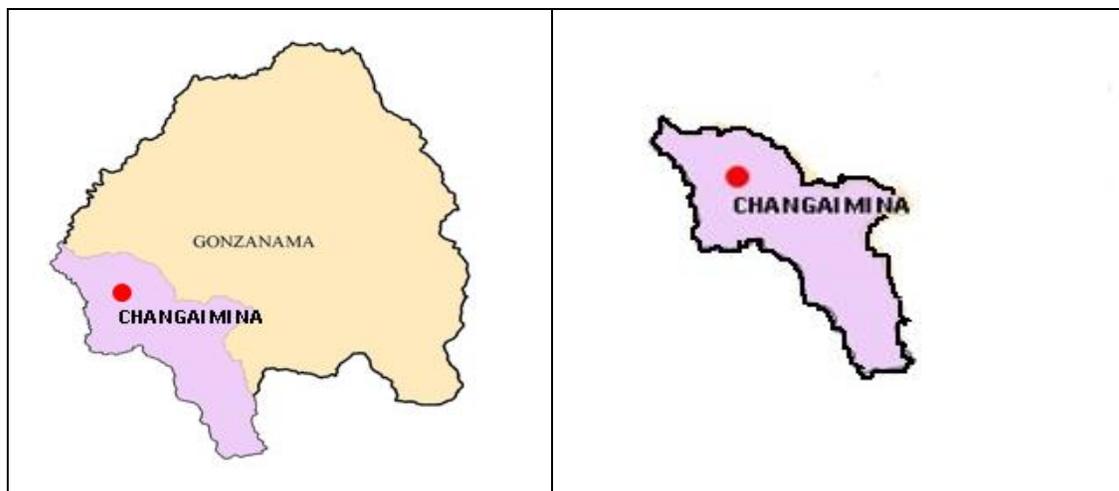


Figura 6: Mapa del cantón Gonzanamá, parroquia Changaimina y barrio Jorupe

3.2.2. Preparación del terreno

Se realizó la roturación de 400 m², con una superficie útil de 256 m² con arado de discos y rotavator, luego se realizó la preparación del terreno con el uso herramientas manuales de labranza con las cuales se procedió a desmenuzar el suelo y eliminar malezas, con la finalidad de que el terreno quede bien mullido y apto para la siembra. La fertilización se efectuó en base a los resultados del análisis del suelo; iniciando con el encalado a base de estiércol de bovino y cal al momento de realizar la roturación mecanizada, con la finalidad de aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y reducir las toxicidades en el suelo. Se delimitaron las parcelas de 16 m² y los caminos de 1 m² con piola de nylon y estacas. Y luego a los 15 días después de la siembra se aplicó fertilizante: Fertiforraje Establecimiento (N:12-P:31-K:10), para cubrir las deficiencias de nutrientes del suelo (ver anexo Anexo A.).

3.2.3. Unidades experimentales

Se trabajó con 16 parcelas de 16 m², en cada parcela se sembraron 12 plantas de las especies en estudio. El Matarratón, Botón de oro y Quiebra barriga se propagaron mediante estacas; mientras que la Leucaena se propagó mediante plántulas procedentes de invernadero.

3.2.4. Adquisición y preparación del material vegetativo

El material vegetativo se obtuvo en una finca certificada por la FAO, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe. Para garantizar buen prendimiento, se seleccionó el material considerando las siguientes características: longitud de 30 a 50 cm, diámetro de 2 a 3.5 cm, con 3 a 5 yemas. Las plántulas de Leucaena se obtuvieron en un invernadero de la ciudad de Catamayo, observando que presenten buen color de hojas y una altura entre 15 a 25 cm.

Previo a la siembra, las estacas de las diferentes especies fueron tratadas con un enraizador químico (Raizal 400), para potenciar el poder germinativo y prendimiento. La aplicación del Raizal 400 se realizó por inmersión de las estacas durante 24 horas en un recipiente con la solución previamente preparada de acuerdo a las recomendaciones del producto y por contacto directo, para lo cual se cortaron los extremos de las estacas en forma de bisel y luego se esparció homogéneamente el producto en la base y yemas.

3.2.5. Diseño Experimental

Se utilizó diseño en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con el siguiente modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media general

τ_i = Efecto proveniente de los tratamientos

β_j = Efecto proveniente de los bloques o repeticiones

ϵ_{ij} = Error experimental para cada observación (dato)

Delineamiento experimental

En el siguiente gráfico se explica las características del experimento.

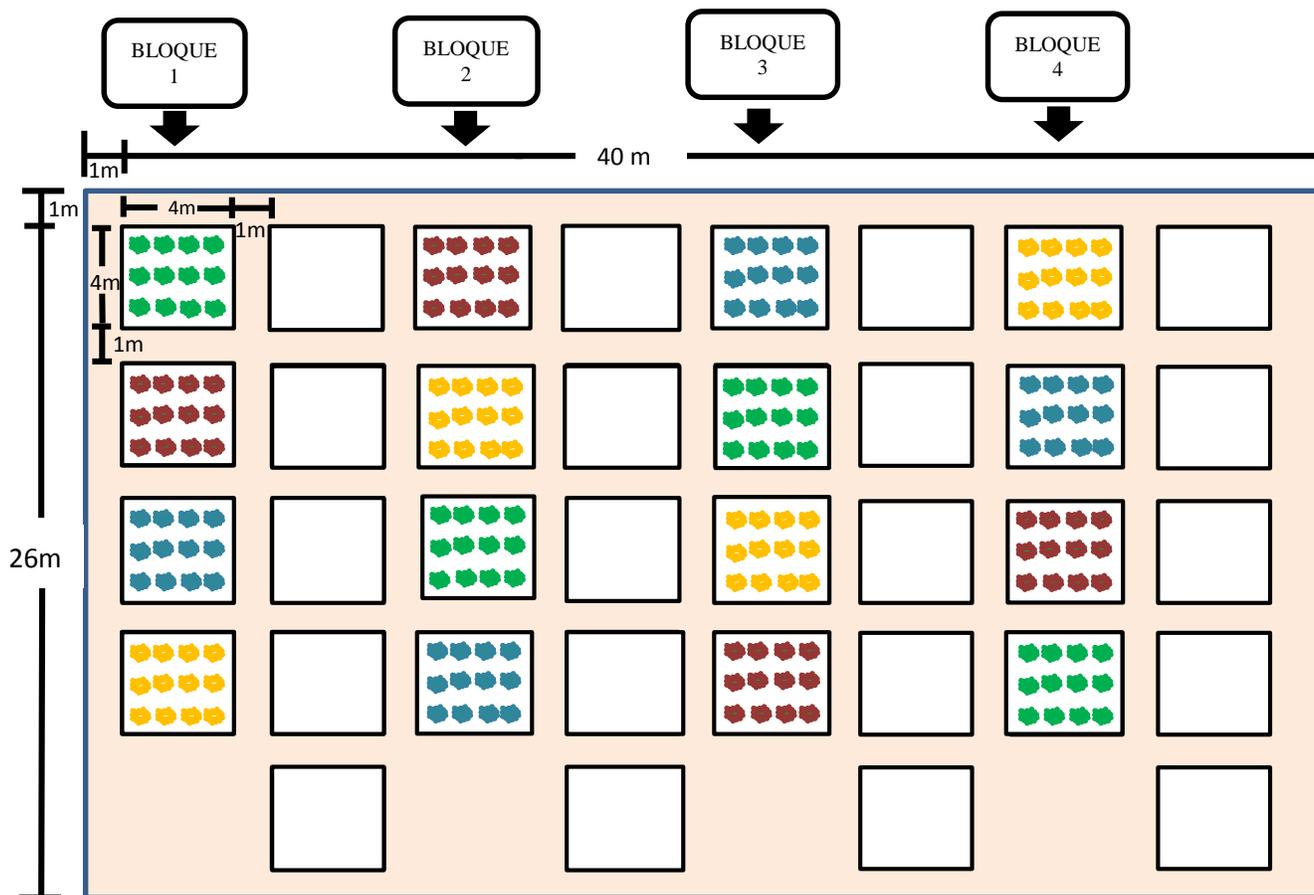


Figura 7.: Esquema del experimento

Leyenda

-  Botón de Oro
-  Matarratón
-  Quiebra Barriga
-  Leucaena
-  Mezclas forrajeras

3.2.6. Implementación del Experimento

a) Análisis de suelo

Se aplicó la metodología propuesta por Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) (2016). Para el efecto se procedió a tomar sub-muestras de suelo a una profundidad de 15-20 cm con la ayuda de un barreno, en diferentes puntos del terreno, recorriendo en forma zigzag. Las muestras se homogenizaron y colocaron en fundas ziploc debidamente identificadas, para su posterior traslado al laboratorio.

b) Selección de las plantas madres

Las plantas madres fueron seleccionadas en base a los siguientes criterios: productividad, estado fitosanitario, vigor y arquitectura de la planta.

c) Obtención y preparación de las estacas

La recolección de las estacas se realizó en horas de la mañana, con el fin de no exponer al material vegetativo a los rayos del sol. El corte se realizó en forma de bisel con machete fino, luego se empaquetaron con cuidado para evitar daños en el viaje. Previo a la siembra se trataron con enraizador.

d) Siembra

Las estacas de Botón de oro, Matarratón, Quiebra barriga se sembraron manualmente en surcos con una inclinación de 45° en relación al suelo y con dirección Este-Oeste. La distancia entre surcos fue de 1m y la profundidad de los hoyos fue 20 a 25 cm, con 10 cm de ancho y 15 a 20 cm de largo. En el caso de la Leucaena se utilizaron plántulas que fueron sembradas en hoyos con una profundidad de 25 a 35 cm y 15 a 20 cm de diámetro.

e) Riego

Durante los primero dos meses se realizó cada 8 días por aspersion durante 5 horas manteniendo un nivel de humedad del 80 % al 100 % de capacidad de campo por tres ocasiones; durante la época de lluvia no fue necesario el riego. El resto de meses se lo aplicó cada 2 días durante 3 horas en la mañana y 3 en la tarde.

f) Deshierba

Se realizó manualmente en intervalos de 2 meses, con la finalidad de que exista un mejor desarrollo de las especies proteicas.

g) Fertilización

Una vez que establecidas las parcelas se realizó la fertilización cada dos meses, con abono orgánico (estiércol y residuos vegetales), N:1,04%-P:0,8%-K:1,5%, para la estimulación de la diversidad y actividad microbial en el suelo y Fertiforraje Producción (N:21-P:12-K:15), para el incremento de la producción de forraje, devolviendo al suelo los nutrientes extraídos; ya que el nitrógeno es importante como fuente de proteínas junto al complemento de otros nutrientes.

h) Poda de homologación y descanso de los bancos de proteína

La poda se realizó de forma manual después de finalizado la toma y registro de datos de crecimiento y desarrollo, especialmente los rebrotes muy altos para uniformizar el desarrollo de los mismos, cortando todas las ramas a una altura de 60 a 80 cm.

3.2.7. Variables en Estudio

Porcentaje de prendimiento

Luego de la siembra de las estacas y plántulas de las especies en estudio en el terreno definitivo, se inició el registro de datos en donde se tuvo presencia del rebrote y germinación de las plantas a los 20 días, considerando el número total de estacas sembradas y la diferencia de las estacas que presenten características de prendimiento favorable, lo cual se evaluaron mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento: } \frac{\text{Número de estacas enraizadas}}{\text{Número total de estacas}} * 100$$

Número de hojas

Se realizó mediante la inspección minuciosa de cada una de las estacas específicamente en cada una de las yemas que no fueron inmersas bajo tierra y de las plántulas, el conteo de las hojas se realizó a los 20, 34, 49, 62, 76, y 91 días, los datos fueron registrados en el formulario correspondiente.

Altura de planta

Se midió después del rebrote con un fexómetro, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal de la planta, durante todo el ciclo del cultivo a los 20, 34, 49, 62, 76, y 91 días, los datos se registraron en el formulario correspondiente.

Rendimiento de biomasa

Se llevó a cabo a los 91 días, utilizando un método destructivo, es decir mediante el corte de todas las hojas presentes en las plantas, para luego realizar el pesaje de todo el material (biomasa fresca del forraje) obtenido de cada unidad experimental y proyectado a una hectárea con la siguiente fórmula.

$$\text{PMV(t/ha)} = (\text{PMV(Kg/m}^2)) \times 10000\text{Kg}$$

Donde:

PMV (t/ha): Peso de materia verde en toneladas por hectárea

PMV (Kg/m²): Peso de materia verde en kilogramos por metro cuadrado (Correa, 2016)

Valoración Nutricional

La valoración nutricional se realizó mediante análisis bromatológico y pruebas de consumo con animales.

➤ Composición Química

El análisis bromatológico se realizó a los 91 días del establecimiento de los bancos de proteína. Para el efecto se tomaron muestras de cada unidad experimental, dando un total de 16; luego se mezclaron y tomaron 2 sub-muestras de 500 g de cada especie, se colocaron en fundas de papel debidamente identificadas y se enviaron al laboratorio del INIAP, Santa Catalina, Quito, para los respectivos análisis de: materia seca, cenizas, materia orgánica, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno, según los protocolos establecido en el laboratorio.

➤ **Palatabilidad**

Se utilizaron 4 bovinos: 1 ternero, 1 toro y 2 vacas en producción, a los cuales se les suministró forraje verde de las especies en estudio, considerando una cantidad equivalente al 5% de peso vivo, tanto en horas de la mañana como de la tarde, durante 4 días. Se pesó el forraje residual en los comederos, con una balanza de precisión y para estimar el porcentaje de palatabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$**Palatabilidad** = *Cantidad Inicial* - *Cantidad Final* * 100$$

3.2.8. Análisis Estadístico

El procesamiento de los datos se realizó con el programa Excel 2010. El análisis de varianza con el programa estadístico Infostat. Se aplicó la prueba de Tukey al nivel 0,05 para la comparación de las medias de los tratamientos.

3.2.9. Análisis Económico

Se elaboró la ficha de costos del establecimiento de bancos de proteína para cada una de las especies, considerando los siguientes rubros: preparación de suelo, insumos químicos, fertilizantes, mano de obra, material vegetativo, siembra y cosecha de forraje verde.

4. RESULTADOS

4.1. POTENCIAL FORRAJERO

4.1.1. Porcentaje de prendimiento

En la tabla 14 se observa que el porcentaje de prendimiento fue del 100% para la Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Sin embargo, no hubo diferencia estadística con el Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que alcanzaron 91,7% y 97,9% respectivamente; mientras que Quebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) alcanzó el porcentaje más bajo de prendimiento con 62,5%, hasta los 15 días después de la siembra.

Tabla 14. Porcentaje de prendimiento de las cuatro especies en estudio

Numero de parcelas	Tratamientos			
	Botón de Oro	Q. Barriga	Matarratón	Leucaena
1	83,3	50,0	100,0	100,0
2	91,7	66,7	100,0	100,0
3	100,0	91,7	100,0	100,0
4	91,7	41,7	91,7	100,0
Promedio	91,7^a	62,5^b	97,9^a	100,0^a

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Tukey $P \leq 0,05$)

4.1.2. Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas a los 20, 34, 49, 62, 76 y 91 días después de la siembra (DDS), en cada una de las unidades experimentales, los resultados se resumen en la tabla 15.

Tabla 15: Número de hojas de las 4 especies en estudio hasta los 91 DDS

Días después de la siembra	Especies				EE (±)	Prob.
	Botón de Oro	Quiebra Barriga	Matarratón	Leucaena		
20	1,3 ^b	0,0 ^b	11,8 ^a	17,3 ^a	4,01	0,0379
34	12,8 ^b	0,5 ^c	28,8 ^a	25,3 ^a	2,24	0,0001
49	18,0 ^b	2,5 ^c	30,0 ^{ab}	31,5 ^a	2,90	0,0002
62	23,0 ^{ab}	6,0 ^b	30,0 ^a	40,5 ^a	4,09	0,0014
76	64,0 ^a	14,8 ^b	24,0 ^b	55,0 ^a	6,05	0,0007
91	117,0 ^a	29,8 ^b	50,5 ^b	71,3 ^{ab}	12,24	0,0041

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Tukey $P \leq 0,05$)

A los 20 días se observó escasa presencia de hojas, con claro predominio en Leucaena y Matarratón. A partir de los 34 días se presentó un crecimiento relativamente homogéneo en las cuatro especies y el número de hojas se duplicó hasta el día 62. A los 76 días se pudo observar que el Botón de Oro predominó sobre el resto de especies. Finalmente, a los 91 días Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) aparece como la especie con mayor número de hojas, con un promedio de 117; mientras que Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) alcanzó el promedio más bajo con 29,8 hojas.

4.1.3. Altura de la planta

Esta variable se evaluó a los 20, 34, 49, 62, 76 y 91 días después de la siembra (DDS), en cada una de las unidades experimentales, los resultados se resumen en la tabla 16.

Tabla 16: Altura de la planta (cm) de las 4 especies a los 91 días después de la siembra

Días después de la siembra	Especies				EE(±)	Prob.
	Botón de Oro	Quiebra Barriga	Matarratón	Leucaena		
20	1,3 ^{bc}	0,0 ^c	3,0 ^b	23,5 ^a	0,50	< 0,0001
34	3,0 ^{bc}	0,0 ^c	6,8 ^b	26,3 ^a	0,93	< 0,0001
49	6,0 ^b	0,5 ^c	7,0 ^b	28,8 ^a	1,10	< 0,0001
62	12,0 ^b	1,8 ^c	7,0 ^{bc}	32,0 ^a	1,43	< 0,0001
76	21,0 ^b	4,0 ^c	6,0 ^c	36,3 ^a	2,13	< 0,0001
91	36,5 ^a	8,0 ^b	6,8 ^b	45,8 ^a	3,02	< 0,0001

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Tukey $P \leq 0,05$)

A los 20 días se observó mayor crecimiento ($P < 0,0001$); 23,5 cm en *Leucaena leucocephala*; mientras que Botón de Oro y Matarratón no sobrepasaron los 3 cm. A partir de los 49 días se observó mayor crecimiento en las cuatro especies, con marcado predominio de *Leucaena*; esta tendencia se mantuvo hasta los 76 días. Finalmente, a los 91 días se registró mayor altura en *Leucaena* y Botón de Oro con promedios de 45,8 cm y 36,5 cm respectivamente; mostrando diferencia estadística con *Quiebra Barriga* (*Trichanthera gigantea*) y *Matarratón* (*Gliricidia sepium*) que alcanzaron 8 cm y 6,8 cm de altura respectivamente.

4.1.4. Rendimiento de biomasa

Se evaluó el rendimiento de biomasa en base fresca a los 91 días después de la siembra (DDS), Los resultados se presentan en la tabla 17.

Tabla 17: Rendimiento de biomasa (kg/m^2) de las 4 especies a los 91 días después de la siembra

Número de Parcelas	Especies			
	Botón de Oro	Q. Barriga	Matarratón	Leucaena
1	4,80	0,96	0,85	2,57
2	6,77	0,68	1,06	2,05
3	6,21	0,82	0,41	2,86
4	3,96	1,00	0,59	2,59
PROMEDIO	5,44^a	0,87^c	0,73^c	2,52^b

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Tukey $P \leq 0,05$)

El rendimiento de biomasa fue mayor ($P < 0,0001$) en Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) con un promedio de $5,44 \text{ kg/m}^2$, seguido de Leucaena con $2,52 \text{ kg}$; mientras que Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) alcanzaron menor rendimiento con $0,87$ y $0,73 \text{ kg/m}^2$ respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos.

4.1.5. Palatabilidad

Mediante pruebas de consumo en cuatro bovinos, se evaluó el nivel de palatabilidad de las cuatro especies en estudio. Los resultados mostraron mayor aceptación de Matarratón y Leucaena con el 88,0% y 85,9% respectivamente, si detectarse diferencia estadística entre las dos especies; mientras que Quiebra Barriga y Botón de Oro con porcentajes del 36,9% y 23,9% respectivamente, mostraron menor palatabilidad, para una mejor apreciación en la tabla 18.

Tabla 18: Porcentaje de palatabilidad de las 4 especies en estudio a los 91 días después del establecimiento.

Número de animales	Especies			
	B. de Oro	Q. Barriga	Matarratón	Leucaena
1	26,7	48	91,8	89,6
2	35,8	55,7	100	100
3	24,6	20,6	82,5	100
4	8,5	23,1	77,8	53,8
Promedio	23,9^b	36,9^b	88,0^a	85,9^a

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Tukey $P \leq 0,05$)

4.2. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

En la tabla 19 se muestra la composición química de las cuatro especies evaluadas. El contenido de materia seca osciló entre 18,58% y 33,2%; mientras que los niveles de cenizas variaron de 5,37% en Leucaena a 17,94% en Quiebra Barriga. El contenido de proteína cruda fue superior (27,91%) en Matarratón (*Gliricidia sepium*), superando en 8 unidades al Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), en tanto que Leucaena y Quiebra Barriga alcanzaron valores cercanos al 21%. Los tenores de fibra cruda, no presentaron variaciones significativas en las cuatro especies en estudios, con valores que no superaron el 14%. De igual manera, el extracto etéreo presentó valores similares, con ligero predominio de Matarratón que alcanzó 2,34%. Finalmente, la fracción correspondiente a los carbohidratos no estructurales presentó valores que oscilan entre 44,93% para Quiebra Barriga y 56,78% para Botón de Oro.

Tabla 19: Composición química de las 4 especies a los 91 días después del establecimiento.

Indicadores	Especies			
	Botón de Oro	Quiebra Barriga	Leucaena	Matarraton
Materia seca	20,85	18,58	33,24	22,33
Cenizas	15,02	17,94	5,37	9,20
Proteína cruda	19,91	21,8	21,27	27,91
Fibra cruda	11,68	13,75	13,04	13,75
Extracto Etéreo	1,62	1,61	1,71	2,34
ELN	56,78	44,93	55,62	46,79

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

La ficha de costos por hectárea para el establecimiento de bancos de proteína no mostró variación significativa entre las especies evaluadas, con valores que no superan los \$2000, como se puede apreciar en la tabla 20.

Tabla 20: Ficha de costos para la implementación de bancos de proteína, en el piso medio del cantón Gonzanamá.

Rubros	Especies			
	B. de Oro	Q. Barriga	Matarratón	Leucaena
Análisis de suelo	30	30	30	30
Preparación del terreno	120	120	120	120
Sistema de riego	500	500	500	500
Plántulas	-	-	-	18,75
Materia vegetal	6	12	6	-
Abono orgánico	500	500	500	500
Fertilizantes	625	625	625	625
Mano de obra	150	150	150	150
Costo ha (\$)	1931	1937	1931	1943,75

5. DISCUSIÓN

El porcentaje de prendimiento fue del 100% para la *Leucaena leucocephala*, sin mostrar diferencia estadística con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que alcanzaron 91,7% y 97,9% respectivamente; mientras que Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) alcanzó el porcentaje más bajo con 62,5%. Estos resultados no presentan diferencias estadísticas, con los reportados por Ochoa (2011), quien pudo observar a los 30 días el 80% tanto en el Botón de oro y matarratón. La información sobre propagación de estas especies con material vegetativo es limitada, ya que generalmente se realiza con plántulas de invernadero o directamente con semilla.

El número de hojas a los 91 días después de la siembra fue mayor en Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) con 117 hojas en promedio por planta; mientras que Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) alcanzó el promedio más bajo con 29,8 hojas. Resultados similares para Botón de oro fueron reportados por Chamba (2016), que en su ensayo tuvo un total de 107 hojas, en la implementación de bancos de proteína en condiciones de clima tropical húmedo de la provincia de Zamora Chinchipe, aclarando que no se define el tiempo en que se registró ese dato.

La altura de planta fue mayor en *Leucaena leucocephala* y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) con 45,8 cm y 36,5 cm respectivamente; mostrando diferencia estadística con Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que alcanzaron 8 cm y 6,8 cm de altura respectivamente, ya que por motivos de poca adaptabilidad al estrés hídrico presentaron retazos en su crecimiento. Estos resultados son muy diferentes a conseguidos por Chamba (2016), que en su ensayo para el Botón de oro obtuvo una altura de 1,4 cm, en la implementación de bancos de proteína en condiciones de clima tropical húmedo de la provincia de Zamora Chinchipe, sin embargo no se define el tiempo en que se registró ese dato; y por otro lado Hoyos (2018), resalta que el Botón de oro tuvo mayor altura evolucionando favorablemente, siendo el crecimiento de 140 cm de altura a los 120 días, aclarando que el registro de altura se inició desde un tamaño de plántula de 52 cm; Ruíz, *et al.* (2014), en sus trabajos con la *Leucaena* obtuvo resultados similares a los obtenidos en este

trabajo, llegando a obtener una altura de 95 cm a los 120 días, aclarando que el registro de altura se inició desde un tamaño de plántula de 50 cm, lo que está de acuerdo a las alturas promedio encontradas por Martínez (2014), de 84,9 cm; Jiménez (2006), informó valores de altura de las plantas de Quiebra barriga de 48,5cm los cuales fueron superiores a los alcanzados en el presente trabajo.

El rendimiento de biomasa fue mayor en Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) con 5,44 kg/m² seguido de la Leucaena (*Leucaena leucocephala*) con un total de 2,52 kg/m²; mientras que los valores más bajos los presentaron el Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) con 0,87 kg/m² y 0,73 kg/m² respectivamente. Estos resultados son superiores a los datos obtenidos Moreno (2005), en la Leucaena con 0,0006 kg/m² siendo esta especie la de menor valor entre las especies empleados en su investigación; González, *et al.*, (2013), también reporta datos de la Leucaena y Botón de oro, en los cuales menciona que la producción de biomasa para el forraje en los 6,52 posibles cortes/año, fue de 0,16 y 0,21 kg de MS/m²/corte respectivamente, al establecer cultivos mediante el uso de estacas obtenidas de diferentes partes de la planta, y fueron similares a los 0,26 kg de MS/m²/corte encontradas por Manuin (2007); Hoyos (2018), en sus ensayos presenta una biomasa de 6,64 kg/m² en la obtención de materia verde al primer corte de *Tithonia diversifolia* a los 122 días de siembra, que es comparable al estimado en la literatura por Ruíz *et al.* (2014), quienes consignan un valor de 7 kg/m² para este mismo forraje; así mismo CIAT (2009), menciona que en general, la producción de biomasa corregida a 90 días de edad del cultivo, siendo del 22.1% en el quiebra barriga y en el Matarratón 19.8% del resultado esperado, señalando que estos resultados son preliminares y los datos de producción corresponden a bancos con un poco más de un año de establecimiento los cuales requieren un periodo mayor para lograr estabilizar la producción; Valarezo y Ochoa (2013), en relación al rendimiento de biomasa en base a materia seca, presentan resultados similares con respecto a *Trichanthera gigantea* con 0,50 kg/m²/corte, seguida de *Gliricidia sepium* con 0,41 kg/m²/corte, siendo estas dos especies las más relevantes a las demás especies forrajeras de esta investigación.

En las pruebas de consumo de las especies en estudio, se observó mayor palatabilidad en Matarratón y Leucaena con 88,0% y 85,9% respectivamente; mientras que Quiebra Barriga y

Botón de Oro registraron porcentajes bajos (36,9% y 23,9%) respectivamente. Estos resultados no concuerdan con los reportados por Mahecha, (2017), donde Quiebra Barriga y Botón de Oro alcanzaron el 65% y 86 % respectivamente; así mismo, en estudio realizado por el CIAT (2009), con vacas de doble propósito reportó 44,5% de palatabilidad para Quiebra Barriga; mientras que Cigapauta y Orejuela (2011), obtuvieron una palatabilidad de 86% para esta misma especie.

La composición química de las especies en estudio, mostró diferencia en el contenido de materia seca, con valores de 20,9% para *Tithonia diversifolia* y 33,2% para *Leucaena leucocephala*. El contenido de proteína cruda fue superior 27,9% en Matarratón (*Gliricidia sepium*), superando en 8 unidades al Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) que presentó el menor porcentaje; mientras que *Leucaena* y Quiebra Barriga alcanzaron valores cercanos al 21,5%. Los resultados de PC obtenidos para Matarratón son similares al 26% obtenido por García, *et al.* (2008), y un con una diferencia superior no significativa de 24,4% el Botón de oro; sin embargo, difiere de los resultados reportados por Chamba (2016), que para Botón de Oro notificó 23,9% antes de la floración (< 90 días) y 17,1% durante la floración (> 90 días); Gualán (2015), en sus investigaciones presenta resultados bajos en relación a los obtenidos mencionando que con mayor porcentaje de proteína está Quiebra barriga con 19,33%, superando al Botón de oro que tiene 15,35%; Valarezo y Ochoa (2013), en sus trabajos investigativos obtienen valores similares a los del presente trabajo para Quiebra barriga con 23,58%, pero que en las especies como Matarratón y *Leucaena* con 18,18% y 19,47% respectivamente, son valores que presentan una disminuida diferencia.

Los contenidos de fibra cruda, no presentaron variaciones significativas entre las cuatro especies en estudios, con valores que no superaron el 14%. Estos resultados difieren de los comunicados por Chamba (2016), que para el Botón de oro fue 30,5% antes de la floración (< 90 días) y de 33,2% durante la floración (> 90 días); aunque no se mencionó la edad de cosecha del forraje; por otro lado Gualán (2015), en sus trabajos en cuanto a la fibra presenta que el botón de oro supera al Quiebra barriga, con 2,17% y 1,67% respectivamente, comentando que no se fija una edad de cultivo; Valarezo y Ochoa (2013), en sus trabajos investigativos obtiene valores superiores a los del presente trabajo indicando que el Quiebra barriga tiene 21,71% ,

el Matarraton 20,95% y la Leucaena 37.13%, aclarando que son cultivos que están en el rango de 1 a 5 años de vida.

6. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- ✚ Las especies *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* presentan mayor capacidad de adaptación y potencial forrajero, evidenciado por una mejor respuesta en las variables de prendimiento, número de hojas, altura de planta y rendimiento de biomasa.
- ✚ La palatabilidad es mejor para *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*; que la *Trichanthera gigantea* y *Tithonia diversifolia* que poseen un consumo bajo en bovinos.
- ✚ La composición química, presenta variación significativa en el contenido de materia seca, siendo mayor en *Leucaena leucocephala*; el nivel de proteína cruda es superior en *Gliricidia sepium* y más bajo en *Tithonia diversifolia*; mientras que los contenidos de fibra cruda no presentan variaciones significativas entre las especies.
- ✚ Los costos por hectárea para la implementación de bancos de proteína no varían de manera significativa entre las especies.
- ✚ Los resultados alcanzados en las variables relacionadas con el potencial forrajero permiten destacar al Botón de Oro y *Leucaena* como las dos especies más aptas para el establecimiento de bancos de proteína, a pesar de las condiciones agro-climáticas de la zona, especialmente las relacionadas con la disponibilidad de agua para riego, no afectaron de manera significativa el proceso de propagación y adaptación de estas especies.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones se plantean las siguientes recomendaciones:

- Implementar bancos de proteína con Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) ya que presenta mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona, que se manifiesta en mayor potencial forrajero; aunque la composición química y palatabilidad fue menor a las otras especies.
- Utilizar plántulas de invernadero para la implementación de bancos de proteína a fin de garantizar mayores niveles de prendimiento y propagación en el sitio de destino final.
- Realizar nuevos trabajos de investigación orientados a valorar la respuesta en los indicadores productivos y económicos del uso de bancos de proteína con *Tithonia diversifolia* en sistemas de producción de bovinos ya sea de carne o leche.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Angel, J. E. (1988). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica Subtitulo; Avances en la evaluación de recursos nutricionales tropicales en Colombia. Cali*. Obtenido de <https://bit.ly/2EcS0Gp>
- Brewbaker, J. L., & Hutton, E. M. (1979). *Leucaena versatile* tropical legume. *New Agricultural Corps. (Eds. Ritchie, Cray A.), A.A.A.S. Selected Symposium, N 38*, 207-259.
- Camacaro, S., Baute, N., & Machado, W. (2003). Efecto de la poda y el pastoreo sobre la producción de biomasa de *Gliricidia sepium*. En S. B. Camacaro, *Zootecnia Tropical*, V. 21 (pág. 4).
- Camacaro, S., Garrido, J. C., & Machado, W. (2004). Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebbek* y su transferencia a las gramíneas asociadas. En *Zootecnia Tropical*, 22 (págs. 49-69).
- Cardozo, J. V. (2013). *El matarratón (Gliricidia sepium) en la alimentación de rumiantes*.
- CATIE. (2005). *Bancos forrajeros de especies leñosas*. Obtenido de http://web.catie.ac.cr/silvopastoril/folletos/BFL_banco%20forrajeroCR.pdf.
- CATIE. (2008). *Establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína*. Obtenido de <https://bit.ly/2ROtEuG>
- Chamba Cañar, D. B. (2016). *Valor nutricional de cinco plantas forrajeras nativas de la amazonia sur del ecuador*. loja: universidad nacional de loja.
- Chesney, P. E. (2000). Efectos de la poda sobre las raíces de los árboles fijadores de nitrógeno en el trópico húmedo. En CATIE. Turrialba .
- CIAT. (2009). Producción de biomasa y valor nutritivo de bancos de proteína establecidos con especies forrajeras para corte y acarreo en el Piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 57-59.
- Cigapauta, M., & Orejuela, J. (2011). Utilización de técnicas agrosilvopastoriles para contribuir a optimizar el uso de la tierra en el área intervenida de la amazonia. *Florencia*, 58.
- CIPAV . (2002). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica Subtitulo; Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero Trichanthera gigantea (H y B) Nees. Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios*. Obtenido de <https://bit.ly/2PJM8d0>

- Clavero, T., & Razz, R. (2002). Establecimiento vegetativo de *Gliricidia sepium*. En *Revista científica XII. Universidad del Zulia* (págs. 587-588).
- Condo, J. (2012). Estudio de factibilidad de un banco de proteína a partir de Morera, Leucaena, Tilo y Cañaro en el cantón Paute sector Cachaco. Cuenca - Paute.
- Contreras, V. (1999). La siembra automatizada de Matarratón (*Gliricidia sepium*). En *Investigador III del FONAIAP. CIAE*. Táchira. Venezuela.
- CORPOICA, C. C. (2013). *Cajeto, Quiebra barriga, Nacedero, Aro. 2*. Obtenido de <https://bit.ly/2qKJqLV>
- Cuervo Jiménez, A., Narváez Solarte, W., & Von Hessberg, C. H. (2013). Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) stend, fabaceae. En *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17 (págs. 33-45).
- D'mello, J. P., & Taplin, D. E. (1978). *Leucaena leucocephala* in poultry diets for the tropics. *World Rev, of An. Prod.* XIV, 41-47.
- Darwich, N. (2003). Muestreo de suelos para una fertilización precisa. En: II Simposio de Fertilidad y Fertilización en Siembra Directa. En *Tomo 2: XI Congreso Nacional de AAPRESID* (págs. 281-289).
- Dijkman, M. J. (1980). *Leucaena*. A promising soil-erosion control plant. *Econ. Bot.* 4, 337-349.
- Escobar, A. (1996). Estrategias para la suplementación alimentaria de rumiantes en el trópico.
- ESPAC. (2017). Obtenido de <https://bit.ly/2PjBXgx>
- EUROSEEDS SEMILLAS MONTARAZ. (2006). *Tratamiento de Semillas*. Obtenido de <https://bit.ly/2LPotXE>
- FAO. (2013). Revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO2. *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera*, 15.
- FAO. (2018). Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerable. *Proyecto de Ganadería climáticamente inteligente*.
- FEDEGAN. (20 de Agosto de 2014). *Ganadería Colombiana Sostenible*. Obtenido de <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>.
- FEDEGAN. (2015). *Situación actual de la ganadería ecuatoriana y la propuesta de FEDEGAN para su sostenibilidad*. Obtenido de [http://fedegan.ec/ category/editoriales](http://fedegan.ec/category/editoriales)

- FIRA, Banco de México, S.A. (1980). Usos y su potencia. *Leucaena (Huaje) leguminosa tropical mexicana*, 90.
- Francisco, G., & Hernández, I. (1998). *Gliricidia sepium* (Jacq.), árbol multipropósito para una ganadería sostenible. En K. y. Walp, *Pastos y Forrajes* (pág. 21).
- García, D., Medina, M., Cova, L., Torres, A., Soca, M., Pizzani, P., . . . Domínguez, C. (2008). Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes* 31, 255-270.
- Gómez, M. (2005). Árboles y arbustos farrajeros utilizados en la alimentación animal. Matarraton (*Gliricidia sepium*). En C. 13.
- Gray, S. G. (1968). *Leucaena leucocephala*.
- Grijalva, J. (2009). *La Agroforestería y Desarrollo de la Ganadería en la Amazonía Ecuatoriana: Problemas, impactos y oportunidades*. Sierra: Reunión conjunta de Redes Proddicción animal y Sistemas AF&P.
- Gualán Caillagua, B. F. (2015). *Efecto de quiebra barriga (trichanthera gigantea) y botón de oro (Tithonia diversifolia) como suplementación alimenticia en el engorde de toretes holstein friesian mestizos, en el cantón yantzaza*. Yantzaza - Zamora.
- Gutiérrez, M. A., & Rodríguez, G. E. (1984). *Leucaena leucocephala* planta promisoría para producir en el trópico proteína para el ganado. *Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala* 5(1), 3-7.
- Hernández, P. (2007). *Metodos de control de malezas*. Obtenido de <https://bit.ly/2PfCEHD>
- Hess, H. D., & Dominguez, J. C. (1998). Leaves of *Trichanthera gigantea* as a nutritional supplement for sheep. *Past. Trop.* 20, 11-15.
- Holguín, V., Ibrahim, M., Mora, J., Pugener, A., Casasola, F., & Pagiola, s. (2005). *Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto Enfoque Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas*. Managua, Nicaragua: INPASA.
- Hoyos Daza, O. F. (2018). *Implementación de un Sistema Silvopastoril con Botón de Oro (Tithonia diversifolia) y Leucaena (Leucaena diversifolia) en la vereda La Laja, Popayán, Cauca*. Cauca.
- Hutton, E. M., & Bonner, I. A. (1960). Dry matter and protein yields in four strains of legume *Leucaena leucocephala*. *Trop. Grasslds.* 10, 187-194.

- Ibrahim, M., Villanueva, C., & Casasola, F. (2007). *Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América*.
- Jiménez, M. A. (2006). *Producción de biomasa de nacedero (Trichanthera gigantea) en diferentes escenarios de sombra y frecuencias de cortes, en el Rancho Ebenezer. Niquinohomo, Masaya*. Managua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal.
- Jones, R. J. (1979). El valor de la *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. *Rev. Mund. de Zootec.* 31, 13-23.
- Kato, C. R. (Marzo de 2014). *Tithonia diversifolia - HEMSL - Gray*. Obtenido de Una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico: <https://bit.ly/35fj1DH>
- Kinch, D. M., & Ripperto, J. C. (1962). Koa Haole production and processing. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Bul.* 129, 58.
- Lamela, L., Castillo, E., Iglesias, J., & Pérez, A. (2005). Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. *En Pastos y Forrajes*, 28. Cuba.
- Leuro, E. C. (2015). *Análisis Bromatológico*. COLOMBIA: UNILLANOS.
- Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I., . . . Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes vol.35 no.3*.
- Lozano, M. (2006). *Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes*. CORPOICA.
- Machado, R., Milesa, M., Menéndez, J., & García Trujillo, R. (1978). *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit). *Pastos y Forrajes 1*, 321-347.
- MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. QUITO: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- MAE. (2017). *Ganadería sostenible*. Quito.
- MAG. (2005). *Manual de bancos forrajes*. Obtenido de <https://bit.ly/2LOmxOS>
- Mahecha, L. (03 de octubre de 2017). *Tithonia diversifolia (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú)*. Obtenido de Livestock Res. Rural Dev.: <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>
- Martínez Mamian, C. A. (2014). *Evaluación Agronómica de 23 accesiones de Leucaena Diversifolia en el pleniplano de Popayán*. Palmira.

- Maza Chamba, H. (2018). *Recomendaciones para las labores de poda de árboles en los sistemas agroforestales*. Loja, Ec.: Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. (Comunicación personal).
- MICIP (Ministerio de Comercio Exterior, I. y. (1999). Perfil Promocional: "Sericultura". Guayaquil.
- Moreno, F. (Mayo de 2005). *Cuatro métodos de propagación vegetativa de Morera (Morus alba) (en línea)*. Obtenido de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/5/edit1705.htm>
- Moreno, J. (2005). *Evaluación de la producción de forraje de Moringa oleífera (Lam), Cnidocolus aconitifolium (Mill) L.M. Johnst y Leucaena leucocephala (Lam) de wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Managua*. Nicaragua.
- Muñoz, R. (2019). *Apicultura y piscicultura*.
- Murgueitio, E. (Junio de 2002). *Botón de Oro, Tithonia diversifolia*. Obtenido de Arboles Y Arbustos Forrajeros Utilizados En Alimentacion Animal Como Fuente Proteinica: <https://bit.ly/38vEg7C>
- Nash. (2006). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Obtenido de <https://bit.ly/2PLgImS>
- National Academy of Science. (1977). *Leucaena. Promising forage and tree crop for the tropic*, 115.
- Navarro, F., & Rodríguez, E. F. (1990). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica Subtitulo Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (Tithonia diversifolia Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal*. Obtenido de Tesis. Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia: <https://bit.ly/2YJ0Qp1>
- Navas, A., Patiño, H., Vargas, J. E., & Estrada, J. (2000). *Produccion de gliricidia sepium (matarratón) en bancos de alta densidad*. Caldas, Colombia: FAO.
- Navas, A., Patiño, H., Vargas, j., Vargas, J. E., & Estrada, J. (2000). *Producción de Gliricidia sepium (Matarratón) en bancos de alta densidad. Línea de Investigación Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Alimentación Animal, Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas, Manizales*. Colombia.
- Ochoa, E. (2011). *Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería brahman puro*. Caldas - Antioquia.

- Ojeda, P., Restrepo, J., Villada, D., & Gallegos, J. (2003). Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. En *Manual de Capacitación* (págs. 11-12).
- Orozco, M. A. (2010). *Bancos de Proteína*. Obtenido de <https://bit.ly/2qIdvM6>
- Palacios, E. H. (21 de Julio de 2014). Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto de mayo. Obtenido de <https://bit.ly/2qKGO0z>
- Palma, J. M., Perez Guerrero, J., Galina, M., & Galindo, I. (1997). *Efecto de la altura y fecha de poda en la producción forrajera de Gliricidia sepium*. Cuba: Rev. cubana Cienc. agríc. 31.
- Peña, K. (2009). *Simbiosis Rhizobium-Leguminosa*. Obtenido de <https://bit.ly/2LPRFh3>
- Peralta Martínez, A. (1980). Características agronómicas y contenidos de mimosina en 30 ecotipos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en Yucatán. *Agric. Tec. México* 6 (2), 129-135.
- Pérez, E. (1990). Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Subtítulo; plantas útiles de Colombia 14va edición. Medellín.
- Pérez, J. O., Guillén, R. J., Hernández, S. R., & Hernández, P. A. (2005). Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. En *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* (págs. 1-19).
- Peters, M., Horacio, L., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2002). Especies forrajeras multipropósito. Cali: CIAT.
- Ponds, & Martínez Cairo. (1985). L. *Leucaena*. Its cultivation and uses. Ed. Corripio, C. por A. Santo Domingo, República Dominicana., 287.
- Razz, R. (1994). *Prácticas agronómicas en leguminosas forrajeras arbóreas. IV Curso Producción e Investigación en Pastos Tropicales*. Facultad de Agronomía.
- Restrepo, J. (2011). *La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, aportes y recomendaciones*. Nicaragua: SIMAS.
- Reyes, M., Nava, G., & González, R. (2008). Respuesta de toretes en pastoreo a la suplementación con follaje de cocoite (*Gliricidia sepium*), bloques multinutricionales y alimento comercial en el trópico húmedo de México. En *Zootecnia Tropical*, 26 (págs. 343-346).
- Ríos, C. (2008). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Obtenido de Fundación Centro para la

Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), c.lara@cipav.org.co, Cali, Colombia.: <https://bit.ly/38y8JSq>

- Ríos, C. I. (1994). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Subtítulo; *Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero Trichanthera gigantea (H y B) Nees*. Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Obtenido de <https://bit.ly/2YGHRv6>
- Ríos, K. C. (1993). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Subtítulo; *El Nacedero Trichanthera gigantea un árbol con potencial para la construcción de sistema sostenibles de producción*. Obtenido de <https://bit.ly/2RSqeH8>
- Ríos, K. C. (2003). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Obtenido de *El Nacedero Trichanthera gigantea un árbol con potencial para la construcción de sistema sostenibles de producción*.: <https://bit.ly/36w7uBz>
- Roa, M., Castillo, C., & Téllez, E. (2010). Influencia del tiempo de maduración en la calidad nutricional de ensilajes con forrajes arbóreos. *Rev. Sist. Prod. Agroecol.* 1, 63-73.
- Rodríguez, N. (Marzo de 2009). *PASTOS Y FORRAJES*. Obtenido de <https://bit.ly/34jCbrX>
- RODRIGUEZ, N. F. (Marzo de 2009). *PASTOS Y FORRAJES*. Obtenido de <https://bit.ly/2YJq86j>
- Romero, L., Palma, G., & López, J. (2000). Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles totales y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el trópico seco. En *Livestock Research for Rural Development* (pág. 4).
- Ruíz, T. E., Febles, G. J., Galindo, J. L., Savón, L. L., Chongo, B. B., Torres, V., & Zamora, A. (2014). *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. En L. L. Savón, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1) (págs. 79–82).
- SAGARPA. (2009). *Establecimiento y manejo de bancos de proteína*. Obtenido de <https://bit.ly/2EejNXa>
- Salazar, A. (2002). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Obtenido de Subtítulo Evaluación agronómica del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y el pinocho (*Malvaviscos pendilittouros*) en informe de becarios II seminario 1991: <https://bit.ly/36F1eHV>
- Skerman, P. J. (1977). Tropical forage legumes. FAO. *Plant Production and Tropical Series*, 510-518.

- SOLARTE, L. H. (2013). Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos. En L. H. SOLARTE, *Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos* (pág. 8). BOGOTA: PRO-OFFSET EDITORIAL S.A.
- Soria, S. (2001). Guía práctica de Sericultura: La Morera. Roma: It.
- Ter Meulen, U., Struck, S., Schulke, & El-Harith, A. (1979). Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. *Prod. Anim. Trop.* 4, 112-126.
- Toral, P., & Iglesias, G. (2008). Selectividad de especies arbóreas potencialmente útiles para sistemas de producción ganaderos. En *Zootecnia Tropical*, 26 (págs. 197-200).
- Urbano, D., Dávila, C., & Moreno, P. (2004). *Matarraton, un arbol de gran potencial en el occidente del pais. Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas (Venezuela). Venezuela.*
- Valarezo Manosalvas, C. (2004). Universidad Nacional de Loja/Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios. *Gestión de la fertilidad del suelo en el Trópico húmedo, en la Región Amazónica Ecuatoriana y bajo sistemas agroforestales.*, 141 p.
- Valarezo, J., & Ochoa, D. (2013). Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana. En *Revista Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía (CEDAMAZ), Volumen 3, No. 1* (págs. 120-121). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Vélez, R. (2009). *ESCALA Y CURVAS DE NIVEL*. Obtenido de <https://bit.ly/2rujswN>

9. ANEXOS

A. Resultados del Análisis de Suelo



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: lab.suelos.esi@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA					
Nombre : BYRON TORREZ	Nombre : FINCA PILOTO	Informe No. : 21669	Factura No. : 05757	Dirección : N/E	Provincia : LOJA	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 22/10/2018	Ciudad : N/E	Cantón : GONZANAMÁ	Fecha Muestreo : 20/09/2018	Fecha Emisión : 24/10/2018
Teléfono : N/E	Parroquia : CHANGAIMINA	Fecha Ingreso : 16/10/2018	Fecha Impresión : 26/10/2018	Fax : N/E	Ubicación : JORUPE	Condiciones Ambientales : T°C: 25.0 %H: 56.0	Cultivo Actual : MAIZ				

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
68951	LZ1-PP7	7.0 N	* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
			7 B	6 B	128 M	2317 A	472 A	9 B	3.9 M	6.3 A	63 A	15.0 M	0.40 B	

Interpretación

NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	Mic = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LA = Lig. Alcalino
B = Bazo	MicAc = Muy Acido	MicAl = Muy Alcalino
M = Medio	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prec. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación

NH ₄ -P	Cobimetria	Olise
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fotómetro de Ca
B	Colorimetría	Mercurio
Cl	Visual	Pasta Salada
pH	Potenciometría	Suete, agua (12.5)

Niveles de Referencia Óptimos

Medio (ug/ml)			
NH ₄	30 - 80	Mg	40.0 - 80
P	10 - 20	S	12 - 24
K	78 - 180	Zn	3.0 - 1.0
Ca	200 - 800	Cu	1.0 - 4.0
		Cl	0 - 0

N/E = No entregado
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.


 Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.
 Página 1 de 2



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: lab.suelos.esi@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA					
Nombre : BYRON TORREZ	Nombre : FINCA PILOTO	Informe No. : 21669	Factura No. : 05757	Dirección : N/E	Provincia : LOJA	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 22/10/2018	Ciudad : N/E	Cantón : GONZANAMÁ	Fecha Muestreo : 20/09/2018	Fecha Emisión : 24/10/2018
Teléfono : N/E	Parroquia : CHANGAIMINA	Fecha Ingreso : 16/10/2018	Fecha Impresión : 26/10/2018	Fax : N/E	Ubicación : JORUPE	Condiciones Ambientales : T°C:25.0 %H: 56.0	Cultivo Actual : MAIZ				

Nº Laborat.	Identificación	* Textura (%)	* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	(%)	meq/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg		
		Arena	Limo	Arcilla	*Al+H	* Al	* Na	C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	K
68951	LZ1-PP7	40	32	28				3.20 A	0.33 M	11.69 A	3.88 A	15.80	2.98 B	11.8 B	47.13 B	

Interpretación

Al + H	Al = Alto	NB = No Barroso
LT	L = Ligero	LS = Lig. Salino
T	T = Tóxico	S = Salino
		MS = Muy Salino

Adaptación

C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Cationico

Determinación

M.O.	Walkley-Black	Dicromato de K
CIC	Winkley-Baird	Condic. de saturación
Na		Cloruro de Berlio
C.E.	Filtrado de pasta saturada	Agua

Niveles de Referencia

Lig. Textura meq/100ml		Lig. Salino (DSM)		Medio		Medio (meq/100ml)	
Al+H	0.60 - 1.0	C.E.	2.0 - 3.0	Ca/Mg	0.0 - 6.0	K	0.2 - 0.4
Al	0.60 - 1.0	Medio (%)		MpK	0.0 - 6.0	Ca	1 - 3
Na	1.0 - 2.0	M.O.	1.0 - 2.0	(Ca+Mg)	12.6 - 50.0	Mg	0 - 1

N/E = No entregado
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.


 Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.
 Página 2 de 2

B. Fotografías del trabajo de campo



Figura 8: Toma de muestras para análisis de suelo.



Figura 9: Delimitación de las parcelas (unidades experimentales)



Figura 10: Preparación del terreno (nivelación, surcado y huequeado)



Figura 11: Instalación del sistema de riego por aspersión



Figura 12: Selección del material vegetativo



Figura 13: Material vegetativo listo para la siembra.



Figura 14: Siembra de material vegetativo



Figura 15: Toma y registro de datos de las variables en estudio.



Figura 16: Visita del equipo de asesoría



Figura 17: Labores de mantenimiento de los bancos de proteína.



Figura 18: Toma y registro de datos de las variables agronómicas.



Figura 19: Toma y preparación de muestras para análisis de laboratorio.



Figura 20: Cosecha y preparación de forraje para pruebas de consumo en bovinos



Figura 21: Pruebas de consumo del forraje en bovinos



Figura 22: Pesaje del material sobrante

C. Composición química de las especies evaluadas

MC-LSAIA-2201-04



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tlfa. 2690691-3007134. Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340

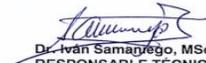


INFORME DE ENSAYO No: 19-025

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Jonathan Torres Celi	INSTITUCION: FAO	
DIRECCION: Av. Amazonas y Eloy Alfaro	ATENCION: Sr. Jonathan Torres Celi	
FECHA DE EMISION: 11 al 20 de febrero de 2019	FECHA DE RECEPCION.: 11/02/2019	
FECHA DE ANALISIS: 21 de febrero de 2019	HORA DE RECEPCION: 08H30	
	ANALISIS SOLICITADO: Proximal	

ANÁLISIS METODO	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω		E.E. ^Ω		PROTEÍNA ^Ω		FIBRA ^Ω		E.L.N. ^Ω		IDENTIFICACIÓN
	MO-LSAIA-01.01 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.02 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.03 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.04 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.05 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.06 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.07 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.08 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.09 U. FLORIDA 1970	MO-LSAIA-01.10 U. FLORIDA 1970		
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
19-0197	78,87	14,93	1,35	19,25	11,39	53,08					Pasto botón de oro Gonzanama Loja R1B1	
19-0198	82,37	17,99	1,63	23,56	13,83	42,99					Pasto Queibra Barriga Gonzanama-Loja	
19-0199	68,69	5,16	1,24	21,49	12,55	59,56					Pasto Leucaena Gonzanama-Loja R1B1	
19-0200	79,42	15,11	1,89	20,57	11,96	60,47					Pasto Botón de Oro Gonzanama-Loja R2B2	
19-0201	77,67	9,20	2,34	27,91	13,75	46,79					Pasto Mataratón Gonzanama-Loja R2B2	
19-0202	80,46	17,86	1,59	20,03	13,66	46,86					Pasto Queibra Barriga Gonzanama-Loja	
19-0203	64,82	5,57	2,17	21,05	13,53	57,68					Pasto Leucaena Gonzanama-Loja R2-B2	

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Dr. Ivan Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO





Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Página 1 de 1

D. Análisis Estadísticos de los Resultados

- Porcentaje de Prendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Prendimiento	16	0,81	0,69	11,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	4296,44	6	716,07	6,60	0,0065
Tratamientos	3623,71	3	1207,90	11,13	0,0022
Replicas	672,73	3	224,24	2,07	0,1751
Error	976,68	9	108,52		
Total	5273,11	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,99557

Error: 108,5197 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	100,00	4	5,21 A
3,00	97,92	4	5,21 A
1,00	91,67	4	5,21 A
2,00	62,50	4	5,21 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 20

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 20	16	0,99	0,99	14,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	1483,88	6	247,31	245,61	<0,0001
Tratamientos	1481,19	3	493,73	490,32	<0,0001
Replicas	2,69	3	0,90	0,89	0,4828
Error	9,06	9	1,01		
Total	1492,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,21510

Error: 1,0069 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	23,50	4	0,50 A
3,00	3,00	4	0,50 B
1,00	1,25	4	0,50 B C
2,00	0,00	4	0,50 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 34

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 34	16	0,98	0,97	20,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	1691,00	6	281,83	81,82	<0,0001
Tratamientos	1678,50	3	559,50	162,44	<0,0001
Replicas	12,50	3	4,17	1,21	0,3609
Error	31,00	9	3,44		
Total	1722,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,09684

Error: 3,4444 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	26,25	4	0,93 A
3,00	6,75	4	0,93 B
1,00	3,00	4	0,93 B C
2,00	0,00	4	0,93 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 49

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 49	16	0,98	0,96	20,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	1888,38	6	314,73	65,02	<0,0001
Tratamientos	1862,19	3	620,73	128,24	<0,0001
Replicas	26,19	3	8,73	1,80	0,2166
Error	43,56	9	4,84		
Total	1931,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,85652

Error: 4,8403 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	28,75	4	1,10 A
3,00	7,00	4	1,10 B
1,00	6,00	4	1,10 B
2,00	0,50	4	1,10 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 62

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 62	16	0,97	0,94	21,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2144,88	6	357,48	43,74	<0,0001
Tratamientos	2097,69	3	699,23	85,55	<0,0001
Replicas	47,19	3	15,73	1,92	0,1962
Error	73,56	9	8,17		
Total	2218,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,31098

Error: 8,1736 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	32,00	4	1,43 A
1,00	12,00	4	1,43 B
3,00	7,00	4	1,43 B C
2,00	1,75	4	1,43 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 76

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 76	16	0,94	0,91	25,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2741,88	6	456,98	25,30	<0,0001
Tratamientos	2705,69	3	901,90	49,93	<0,0001
Replicas	36,19	3	12,06	0,67	0,5927
Error	162,56	9	18,06		
Total	2904,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,38164

Error: 18,0625 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	36,25	4	2,13 A
1,00	21,00	4	2,13 B
3,00	6,00	4	2,13 C
2,00	4,00	4	2,13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Altura - 91

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura - 91	16	0,94	0,90	24,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	4883,50	6	813,92	22,37	0,0001
Tratamientos	4730,50	3	1576,83	43,33	<0,0001
Replicas	153,00	3	51,00	1,40	0,3046
Error	327,50	9	36,39		
Total	5211,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,31602

Error: 36,3889 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	45,75	4	3,02 A
1,00	36,50	4	3,02 A
2,00	8,00	4	3,02 B
3,00	6,75	4	3,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 20

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 20	16	0,63	0,38	105,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	985,88	6	164,31	2,56	0,0993
Tratamientos	833,69	3	277,90	4,33	0,0379
Replicas	152,19	3	50,73	0,79	0,5294
Error	578,06	9	64,23		
Total	1563,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,69115

Error: 64,2292 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	17,25	4	4,01 A
3,00	11,75	4	4,01 A
1,00	1,25	4	4,01 A
2,00	0,00	4	4,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 34

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 34	16	0,92	0,87	26,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2072,38	6	345,40	17,26	0,0002
Tratamientos	1985,19	3	661,73	33,07	<0,0001
Replicas	87,19	3	29,06	1,45	0,2914
Error	180,06	9	20,01		
Total	2252,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,87371

Error: 20,0069 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3,00	28,75	4	2,24 A
4,00	25,25	4	2,24 A
1,00	12,75	4	2,24 B
2,00	0,50	4	2,24 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 49

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 49	16	0,88	0,80	28,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2188,50	6	364,75	10,82	0,0011
Tratamientos	2166,00	3	722,00	21,41	0,0002
Replicas	22,50	3	7,50	0,22	0,8785
Error	303,50	9	33,72		
Total	2492,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,81882

Error: 33,7222 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	31,50	4	2,90 A
3,00	30,00	4	2,90 A B
1,00	18,00	4	2,90 B
2,00	2,50	4	2,90 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 62

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 62	16	0,81	0,68	32,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2563,38	6	427,23	6,37	0,0073
Tratamientos	2531,19	3	843,73	12,58	0,0014
Replicas	32,19	3	10,73	0,16	0,9206
Error	603,56	9	67,06		
Total	3166,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,07714

Error: 67,0625 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4,00	40,50	4	4,09 A
3,00	30,25	4	4,09 A
1,00	23,00	4	4,09 A B
2,00	6,00	4	4,09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 76

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 76	16	0,84	0,74	30,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	7146,88	6	1191,15	8,14	0,0032
Tratamientos	6773,19	3	2257,73	15,43	0,0007
Replicas	373,69	3	124,56	0,85	0,5002
Error	1317,06	9	146,34		
Total	8463,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=26,70372

Error: 146,3403 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	4	6,05 A
4,00	55,00	4	6,05 A
3,00	24,00	4	6,05 B
2,00	14,75	4	6,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- N Hojas - 91

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Hojas - 91	16	0,77	0,62	36,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	18467,50	6	3077,92	5,14	0,0148
Tratamientos	16711,25	3	5570,42	9,29	0,0041
Replicas	1756,25	3	585,42	0,98	0,4457
Error	5394,25	9	599,36		
Total	23861,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=54,04234

Error: 599,3611 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1,00	117,00	4	12,24 A
4,00	71,25	4	12,24 A B
3,00	50,50	4	12,24 B
2,00	29,75	4	12,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Biomasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa	16	0,93	0,88	30,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	58,44	6	9,74	18,70	0,0001
Tratamientos	57,51	3	19,17	36,81	<0,0001
Replicas	0,93	3	0,31	0,59	0,6350
Error	4,69	9	0,52		
Total	63,13	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59308

Error: 0,5208 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1,00	5,44	4	0,36 A
4,00	2,52	4	0,36 B
2,00	0,87	4	0,36 C
3,00	0,73	4	0,36 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

- Palatabilidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Palatabilidad	16	0,95	0,91	16,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	15353,49	6	2558,91	27,32	<0,0001
Tratamientos	13142,13	3	4380,71	46,77	<0,0001
Replicas	2211,36	3	737,12	7,87	0,0069
Error	842,95	9	93,66		
Total	16196,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,36337

Error: 93,6612 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3,00	88,03	4	4,84 A
4,00	85,85	4	4,84 A
2,00	36,85	4	4,84 B
1,00	23,90	4	4,84 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)