

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON PURIN LA FINCA
MINERALIZADO EN PRODUCCION DE FORRAJE**



**MÓNICA JOHANA FAJARDO PÉREZ
JULIETH ANDREA SOLANO MONTILLA**

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

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON PURIN LA FINCA
MINERALIZADO EN PRODUCCIÓN DE FORRAJE**



**MÓNICA JOHANA FAJARDO PÉREZ
JULIETH ANDREA SOLANO MONTILLA**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar el título de
Ingenieras Agropecuarias**

**Directores
D.Sc. NELSON VIVAS QUILLA
Esp. SOCORRO ANAYA**

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

Nota de aceptación

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autoras y lo encuentran satisfactorio.

D.Sc. NELSON VIVAS QUILLA
Director

Esp. SOCORRO ANAYA
Director

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, _____ de _____ de 2014

DEDICATORIA

A mis padres Jesús Fajardo y Adela Pérez, por el apoyo que siempre me han brindado, por la confianza que depositan en mí, por su ejemplo y amor, esperando con este trabajo retribuir en algo.

A mis hermanas Patricia, Mireya, Deysi y hermano Bayron por su constante respaldo, amor y comprensión.

A mi primo Jimmy Calvache Fajardo por sus consejos, respaldo y por su amistad incondicional.

MONICA FAJARDO.

A mis padres Manuel Andrés Solano y María Fabiola Montilla, por su apoyo en todo momento, por todos sus consejos y ayuda que me han brindado durante toda mi vida.

A mi sobrino monito por su amor y ternura.

JULIETH SOLANO

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la virgen María por permitir que nuestra investigación culminara con éxito.

A nuestros padres por su constante apoyo en todo momento y a lo largo de nuestra carrera estudiantil.

A nuestros directores de la investigación profesor Nelson Vivas Quilla y Socorro Anaya por su tiempo, colaboración, conocimiento y recomendaciones para la elaboración de este trabajo.

A la señora Claudia Cerón por permitir que nuestro proyecto se realizara en su propiedad “Agropecuaria El Remanso”.

Al ingeniero Jhon Fredy Gutiérrez por su tiempo y colaboración en los trabajos que implicaron la fase de campo.

Al ingeniero Fabio Prado por su tiempo, colaboración y aportes en nuestra investigación.

A los estudiantes del Sena –Cauca por su ayuda y colaboración en la preparación del biofertilizante «purín la finca mineralizado».

A los docentes y administrativos por su colaboración y amistad durante nuestra formación académica.

A nuestros amigos y compañeros por su amistad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 ESTADO DE LA GANADERIA EN COLOMBIA	16
1.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE FORRAJES	18
1.3 ESTRELLA AFRICANA (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	18
1.3.1 Origen y descripción	18
1.3.2 Adaptación	18
1.3.3 Enfermedades y plagas	19
1.3.4 Usos	19
1.3.5 Toxicidad	19
1.3.6 Potencial de producción	19
1.3.7 Establecimiento	19
1.7.8 Limitaciones	19
1.7.9 Fertilización	19
1.4 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES EN FORRAJES	20
1.5 ESTADO DE LA GANADERÍA EN COLOMBIA	21
1.6 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA	22
1.7 PRODUCCIÓN DE ABONO EN LA FINCA	24
1.7.1 Compost	24

1.7.2 Abono verde	24
1.7.3 Biofermento	25
1.7.4 Bocashi	25
1.7.5 Caldo súper cuatro	25
1.7.6 Purines	25
2. METODOLOGÍA	27
2.1 LOCALIZACIÓN	27
2.2 PREPARACIÓN DE BIOFERTILIZANTE “PURÍN LA FINCA MINERALIZADO”	27
2.3 DETERMINACIÓN DE PARCELAS	28
2.4 PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN	28
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	30
2.6 ANALISIS ESTADISTICO	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 ANÁLISIS DE SUELO	34
3.2 ALTURA DE LAS PLANTAS	35
3.3 FLORACIÓN	36
3.4 COBERTURA	37
3.5 VIGOR	37
3.6 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA	38
3.7 CONTENIDO DE MATERIA SECA	39
3.8 PLAGAS Y ENFERMEDADES	40
3.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TRATAMIENTOS EVALUADOS	40

3.10 DISCUSIÓN	42
4. CONCLUSIONES	46
5. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Trabajo de campo. A) Delimitación de parcelas; B) Análisis de suelo	28
Figura 2. Diagrama de campo	31
Figura 3. Alturas del pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) alcanzada con los diferentes tratamientos de fertilización	35
Figura 4. Porcentajes de floración de pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) obtenidos	36
Figura 5. Porcentaje de cobertura de pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	37
Figura 6. Análisis de vigor para pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	37
Figura 7. Producción de forraje de <i>Cynodon nlemfuensis</i> (ton/ms/Ha/año) bajo diferentes sistemas de fertilización con un periodo de pastoreo de 37 días	38
Figura 8. Porcentaje de M.S en pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) para los diferentes tratamientos de fertilización	39

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Dosis recomendada (kg/ha) de fósforo, potasio y calcio en gramíneas y leguminosas para suelos ácidos	19
Tabla 2. Requerimientos totales de pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) en kg/ha en base producción de 37,9 ton/ha/año de MS	21
Tabla 3. Insumos utilizados para la elaboración de Purín La Finca Mineralizado	27
Tabla 4. Tratamiento 0	28
Tabla 5. Resultado de análisis de suelo y requerimientos nutricionales del pasto estrella (<i>cynodon nlemfuensis</i>).	34
Tabla 6. Costos de fertilización por Ha para los diferentes tratamiento	40
Tabla 7. Costos de fertilizante por aplicación/Ton de MS producida	41

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Estudio de suelos	53
Anexo B. Formato de evaluación ensayo fertilizantes foliares	54
Anexo C. Formato análisis estadístico ANOVA.	57

GLOSARIO

BIOFERTILIZANTES: producto a base de microorganismos benéficos (bacterias y hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo.

FERTILIZANTE: es un tipo de sustancia o denominados nutrientes, en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

FERTILIZACIÓN FOLIAR: práctica común de suministrar nutrientes a las plantas a través de su follaje. Se trata de rociar fertilizantes disueltos en agua directamente sobre las hojas.

PERIODO DE OCUPACIÓN: es el tiempo en que los animales permanecen en el potrero.

PERIODO DE DESCANSO: es el período en que los animales no permanecen en el potrero

PURÍN: son preparados a partir de material vegetal o estiércoles.

RESUMEN

Con el objetivo de identificar el efecto del biofertilizante purín la Finca Mineralizado (PFM), en producción de forraje (*Cynodon nlemfuensis*), se evaluaron tres fertilizantes líquidos (dos comerciales, uno experimental) y dos fertilizantes sólidos (testigo local, edáfico).

Para la evaluación en campo se realizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con 7 tratamientos y tres repeticiones, se delimitaron 21 parcelas de 5 x 5 a una distancia de 1m entre ellas. Durante la investigación se realizaron 4 fertilizaciones con sus respectivas evaluaciones, con un periodo de recuperación de 35 días y 2 días de ocupación.

Las variables evaluadas fueron vigor, cobertura, altura de plantas, % floración, % de materia seca, producción de materia seca, incidencia de plagas y enfermedades (Toledo, 1982). Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y se realizó análisis de varianza ($P=0.05$) y prueba de rangos medios de Duncan mediante el software SPSS V 15; obteniendo diferencias estadísticas solo en las variables Vigor y producción de materia seca; siendo el tratamiento local el de mejor comportamiento con una producción de materia seca de 20,2 ton M.S/ha/año y un vigor de 4, seguido de los tres tratamientos (T5,T4,T3) con Purín La Finca Mineralizado con 19.7 , 19.5 y 18.9 ton M.S/ha/año y un vigor de 3.9, 3.5 y 3.5 respectivo.

En el análisis económico se estableció como mejor alternativa la utilización del biofertilizante Purín la Finca Mineralizado, ya que con éste tratamiento la inversión para fertilizar el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) va a ser menor respecto de los demás tratamientos.

ABSTRACT

In order to identify the effect of the Mineralized biofertilizer “Purin la Finca” (PFM) in forage production (*Cynodon nlemfluensis*), three liquid fertilizers (two commercial, one experimental) and two solid fertilizers (local treatment, edaphic) were evaluated. Under an experimental design in randomized complete block, with three replications and 7 treatments, 21 plots 25 m², were delineated at a distance of 1m between them; during the investigation four fertilizations and four evaluations were performed, with a recovery period of 35 days and 2 days of occupation.

The variables evaluated were vigore, coverage, plant height, % bloom,% dry matter, dry matter production, pest and disease incidence (Toledo, 1982). The results were analyzed using descriptive statistics and analysis of variance (P = 0.05) and means test ranges Duncan, was performed using SPSS software V 15; obtaining statistics differences only in variables Vigor and dry matter production; local treatment being the best performers with a dry matter production of 20.2 ton DM/ha/year and vigor of 4, followed by the three treatments (T5, T4, T3) with PFM with 19.7, 19.5 and 18.9 t DM/ha /year and vigore of 3.9, 3.5 respective Y3.5.

In economic analysis, the best treatment is the use of the Mineralized biofertilizer “Purin la Finca”, because with this treatment investment to fertilize the *Cynodon nlemfuensis*, will be lower compared to the other treatments was established.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en Colombia se distribuye dependiendo de las condiciones geográficas y edafoclimáticas de cada región, determinando así el tipo de actividad productiva (leche, carne o doble propósito). Pero en cada tipo de ganadería, una variable que limita la producción y productividad es la disponibilidad y calidad de forrajes, así como su estacionalidad en la producción.

Debido a los altos costos de granos y subproductos agroindustriales para alimentación animal, el productor da importancia a las especies forrajeras en la alimentación de los bovinos, por lo que debe implementar técnicas eficientes para un manejo óptimo de sus praderas que garanticen obtener buenos rendimientos. Al producir forraje se debe lograr un pastoreo eficiente, con la periodicidad y un grado de consumo que favorezca una rápida recuperación y producción de forraje (Cuesta, 2005).

Una constante en la producción forrajera es la necesidad que este se vea como una actividad agrícola y su manejo se haga como a un cultivo en donde las prácticas adecuadas con lleven al éxito, en este orden de ideas, la fertilización es fundamental para lograr la persistencia y productividad de la pradera, entonces, la producción de abonos orgánicos ocupa un lugar importante en la agricultura, ya que contribuye al mejoramiento de características físicas y químicas (Estructuras, textura y fertilidad) del suelo a través de la incorporación de nutrientes y microorganismos(Delgado.2012). La utilización de los abonos orgánicos por los agricultores puede reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos de la comunidad, protegiendo al mismo tiempo la salud humana y el ambiente. También con la producción de este tipo de bioinsumos se busca que el productor establezca planes de fertilización en sus praderas que pueden resultarle relativamente económicos en razón a la producción en finca con mano de obra familiar e insumos en su mayoría del mismo sistema.

El desarrollo de esta investigación se centró en la evaluación de purín La Finca Mineralizado, un producto de fácil preparación actualmente producido por el SENA – Cauca, utilizado en la práctica de abonamiento de praderas; se probaron tres concentraciones, en comparación con cuatro métodos de fertilización. En pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) para la producción de forraje verde.

Los objetivos que se plantearon para la investigación fueron: evaluar el efecto de fertilizante líquido “Purín la Finca Mineralizado” en la producción de forrajes de pastoreo; comparar la respuesta en producción de forraje al aplicar tres tipos de fertilizantes líquidos (dos comerciales, uno experimental) en parcelas de pastoreo, una fertilización edáfica basada en el análisis de suelos y una fertilización local; definir la dosificación adecuada de fertilizante líquido “Purín la Finca Mineralizada” para pastos de pastoreo; y, determinar los costos de utilización de tres tipos de fertilizante líquido en la producción de forraje.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 ESTADO DE LA GANADERÍA EN COLOMBIA

Los ganaderos colombianos, quieren ser empresarios. Buscan continuamente modernizar la ganadería colombiana, trascendiendo del negocio tradicional hacia una verdadera industria, rentable, sostenible y próspera con responsabilidad social (Lafaurie, 2012). Para lograr la modernización en este negocio, se requiere un ajuste de las técnicas de producción actuales, y la fertilización de las pasturas tiene que ser una de las primeras estrategias a implementar.

Las metas de la ganadería Colombiana, para el año 2019 contemplan un hato con 48.000.000 de cabezas, logrando un sacrificio anual de 9.600.000 animales, para una tasa de extracción del 20% y se alcanzaría una producción de 9.045 millones de litros anuales de leche fresca. Con tales niveles de producción, el país alcanzara un consumo per cápita de carne de 30 Kg año y un consumo de leche de 163 litros año (PEGA, 2012) La capacidad de exportación, ascenderá a 50.000 toneladas anuales de carne con alto valor agregado. De las cuales, 400.000 toneladas anuales serán ubicadas en mercados vecinos; los productos lácteos a exportar (leche líquida) equivalen a 1.254 millones de litros anuales (PEGA, 2012).

En el Plan Estratégico de la Ganadería (PEGA, 2012), el factor ambiental es una parte importante, puesto que se ve relacionada con aumentar la productividad a partir de un uso eficiente y selectivo de la tierra. Actualmente se encuentran 10 millones de hectáreas no aptas para ganadería, dedicadas a esta actividad y debido a esta situación se pretende realizar una devolución de esta área a la naturaleza, con el fin de obtener mayor disposición para reforestación y otros cultivos que aprovechen las oportunidades futuras de mercado y de esta forma continuar con la actividad ganadera, pero ya en condiciones favorables o amigables con el medio ambiente. En este sentido los sistemas silvopastoriles, ofrecen varias ventajas, entre ellas: un microclima ideal para las actividades pecuarias como agrícolas, sombrío y reducción de concentrados al ganado gracias a las especies arbóreas forrajeras. Además, las leguminosas fijan nitrógeno, lo que permite reemplazar los fertilizantes nitrogenados y reducir los costos de fertilización. (Lozano, Corredor, et al., 2006).

Las medidas de la ganadería colombiana para el 2019: Son 48 – 28 – 48 es decir 48 millones de cabezas, en 28 millones de hectáreas, para 48 millones de habitantes (PEGA, 2012); otro reto para la ganadería colombiana, es el tema de erradicación de enfermedades como la Fiebre aftosa, Brucelosis y Tuberculosis bovina. Entre el año 2009 y 2012, se buscó el reconocimiento del país como zona libre sin vacunación, para estas enfermedades (PEGA, 2012).

Ese es el reto de la ganadería colombiana. En el tema de erradicación de enfermedades las metas propuestas por el sector ganadero son:

Fiebre aftosa: reconocimiento como libre con vacunación para las zonas restantes en 2008. Reconocimiento como libre sin vacunación entre el 2009 y el 2012.

Brucelosis bovina: continuación de la vacunación masiva de terneras entre 3 y 8 meses hasta 2008, y a través de procesos serios de certificación de hatos y zonas libres adicionales, alcanzar la certificación de libre de la enfermedad para todo el país antes de 2012.

Tuberculosis bovina: avance en procesos de certificación de alrededor de 22 departamentos sin registro de la enfermedad entre el 2007 y el 2008, y planificación de la erradicación en las zonas endémicas para ser concluida en 2009.

EEB: cumplimiento del proceso exigido al país por OIE en 2008.

En cuanto a ciencia, tecnología e innovación se planea que el área destinada actualmente a la ganadería estará distribuida de la siguiente manera: Un primer bloque de 2 millones de hectáreas que, se estima, tendrían un alto grado de tecnificación para 2019; un segundo bloque de 12 millones que alcanzaría un nivel mediano de tecnificación; y 16 millones de hectáreas que aún tendrían un nivel bajo. De acuerdo con la propuesta de recuperación ambiental incorporada en el Plan Estratégico, 10 millones de hectáreas restantes serían reconvertidas hacia otros cultivos que aprovechen las oportunidades futuras de mercado y amplíen su área sembrada, cultivos forestales y áreas de conservación. (PEGA 2012)

Para 2019, el Modelo Exportador Ganadero, debidamente articulado con las restantes estrategias del Plan deberá haber logrado:

Exportar 50.000 toneladas anuales de carne con alto valor agregado hacia mercados exclusivos. Exportar 400.000 toneladas anuales de carne estandarizada a mercados vecinos. Productos lácteos en equivalente leche líquida de 1.254 millones de litros anuales (Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019).

En general en Colombia, la ganadería se basa en la utilización de pastos y forrajes propios de cada región, en sistemas de ganaderías extensivas poco eficientes a los que se les adiciona su bajo valor nutritivo. La producción de carne, leche, lana, etc. permite evaluar el valor nutritivo de los forrajes; la alimentación con pastos y forrajes en la ganadería colombiana constituye una fuente de alimentación abundante y barata.

1.2 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

El departamento del Cauca cuenta con suelos en prácticamente todos los pisos térmicos, de variadas fertilidades, pendiente, profundidades y numerosas vocaciones para su uso. Donde sus suelos son clasificados con fertilidades bajas o muy bajas. Las tierras fértiles están ubicadas en la parte norte y en su mayoría tiene usos agrícolas y pecuarios (Gamarra, 2007).

A pesar de la diversidad de suelos, gran parte del departamento tiene problemas en el uso de éste, pues la distribución de la tierra según la vocación productiva es para conservación, agroforestería y cultivos forestales. Sólo una pequeña porción de territorio al norte del departamento tiene vocación para pasturas, según información del IGAC, solo un 2% del departamento tiene vocación hacia el pastoreo extensivo y un 15% en extensión de pastos introducidos y naturalizados, sin embargo para la actividad ganadera son dedicadas 925.000 hectáreas, que representan más del 30% del departamento y en la cuales se albergan 245.000 reses (Gamarra, 2007), generando 28.000 empleos directos e indirectos, con una capacidad de carga por debajo de 0,5 UGG/ha, parámetro por debajo del índice nacional (Evaluaciones Municipales del Cauca, 2006).

La tradición ganadera de esta región tiene una base genética en proceso de mejoramiento, con cierto grado de adaptación a las eco-regiones, con pastos potencialmente mejorables y con sistemas de producción tradicionalmente orientados al doble propósito. Hay una infraestructura ganadera adecuada para el manejo en finca, pero no existe en el mercado local ninguna industria frigorífica que consuma la demanda regional de carne, por lo que este sector la apuesta a la consolidación de la ganadería de carne y leche para facilitar su desarrollo sostenible y crecimiento de la agroindustria, aumentando la productividad y la participación en mercados regionales, nacionales e internacionales (Pino, Bravo. et al.2014).

1.3 ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon nlemfuensis*)

1.3.1 Origen y descripción. *Cynodon nlemfuensis* o pasto estrella se originó al este de África. Es una gramínea de tallos extensos y entrenudos largos, produce estolones de más de 5m de largo, tiene hojas exfoliadas e hirsutas. Los tallos florales son ramificados. Peters et al. (2011).

1.3.2 Adaptación. Cook et al (2005) citado por Villalobos y Arce (2013) afirman que el pasto estrella se puede establecer hasta 2300 msnm, lo cual da un amplio rango de temperaturas (20 a 27°C), sin embargo existen cultivares con mayor resistencia a temperaturas menores. Requiere suelos fértiles con humedad y buen drenaje (Mislevy, 2002; referido por Villalobos y Arce, 2013).

1.3.3 Enfermedades y plagas. Es susceptible a roya y mancha de la hoja. En épocas de lluvias puede ser afectada por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.* Nematodos, *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes* y *Aeneolamia spp* (CORPOICA, 2013).

1.3.4 Usos. Establecimiento como cobertura para control de malezas y conservación de suelos. Ideal pastoreo, henolaje o ensilaje. Usos potenciales: Almacenamiento de carbono orgánico en el suelo. Disminución de la densidad aparente, disminución de la resistencia mecánica a la penetración y aumento de la infiltración básica de agua en el suelo (CORPOICA, 2013).

1.3.5 Toxicidad. Con fuerte fertilización de N puede producir ácido prúsico (HCN) y nitritos, pero no se han reportado casos de intoxicación en bovinos (CORPOICA, 2013).

1.3.6 Potencial de producción. En suelos fértiles su producción es de 20 a 30 ton de MS/Ha/año (Peters et al., 2011). Con 21 días de edad, 46 Kg de N y con riego, puede alcanzar un rendimiento de materia seca de 2270 Kg/Ha, es decir 39 ton de MS/Ha/año (CORPOICA, 2013).

1.3.7 Establecimiento. Con semilla vegetativa (estolones) de 1.5 a 2 ton/ha, plantado de 5 a 10 cm de profundidad. Para que la yema sea viable, la semilla debe ser de 20 a 25 días de rebrote, Las plántulas son muy sensibles a la sequía. Se recupera rápidamente del fuego. Se esparce rápidamente hasta 5 metros/año en suelos húmedos. Se necesitan 30 jornales para establecer una hectárea (CORPOICA, 2013).

1.3.8 Limitaciones. Cuando se usa muy maduro, los estolones causan problemas de cascos y dientes en los animales (CORPOICA, 2013).

1.3.9 Fertilización. Fertilización alta (kg del elemento/ha/fertilización N: 70, P₂O₅: 57,25, K₂O: 24, MgO: 33, SO₄: 59,8. Pastoreo rotacional. Responde bien a fertilización nitrogenada en condiciones húmedas (CORPOICA, 2013).

La siguiente tabla muestra los requerimientos del pasto estrella.

Tabla 1. Requerimientos totales de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en kg/ha en base producción de 37,9 ton/ha/año de MS

Elemento	Kg/	
	30 días	Año
N	55,66	667,9
P	9,49	113,8
K	31,62	379,5
Ca	12,65	151,8

Mg	6,32	75,9
B	6,33	75,9
S	6,32	75,9
Cu	0,32	3,8
Fe	1,58	19,0
Mn	1,26	15,2
Zn	1,26	15,2

Fuente: Cabalceta, 1999

1.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE FORRAJES

La demanda nutricional de las diferentes especies forrajeras es muy variable y depende de tres factores: la capacidad de los forrajes para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento interno del pasto y el potencial de producción de la especie forrajera. Las especies de pastos difieren en su habilidad para extraer nutrientes del suelo, las gramíneas, por ejemplo, son más eficientes para extraer nutrientes que las leguminosas, por esa razón, en suelos muy pobres, aparece una cubierta vegetal de gramíneas en forma natural, con poca o ninguna leguminosa (Cerdas, 2011).

El crecimiento vegetal está controlado básicamente por los factores ambientales (principalmente temperatura, luz y agua), en general el requerimiento de nutrientes será mínimo cuando se registren bajas tasas de crecimiento en invierno y aumentará hasta un máximo con el pico de crecimiento en verano (Martín y Spiller, 2007).

Las gramíneas forrajeras son la base de la alimentación bovina, para su producción se consideran tres factores importantes; suelo, clima y manejo. La cantidad y la calidad de nutrientes dependen del agua y de las características físicas y químicas de los suelos.

Si hay poca o mucha agua el pasto no crece bien, se debe tener en cuenta el nivel freático, si este es superficial, las raíces no crecen mucho y si el nivel freático es profundo las raíces crecerán más profundas y esto es mejor porque toman más Nutrientes. Referente a la características Físicoquímicas (fertilidad de suelos), entre más crezca el pasto, más nutrientes extrae del suelo entonces éstos se deben restituir ya sea por excreciones de animales o por fertilización realizada por el hombre. (Fuente: <http://fondoganaderohn.com/praderas.pdf>) En la tabla 1 se aprecian los requerimientos de elementos mayores para algunas especies forrajeras.

Respecto al clima se afirma que si la intensidad de la luz es mayor puede ser mayor la producción de la pastura (factor de fotosíntesis es más alto), pero a la vez va a aumentar la velocidad de maduración (trópicos), también es afectado por la evapotranspiración. Por último encontramos el factor manejo que es determinante para la duración y productividad de la pradera, influye el sistema de rotación y la carga animal. Dependiendo de la rotación se puede obtener una mayor o menor producción del pasto (Cabalceta, 1999).

Para obtener altos rendimientos de forraje después del pastoreo es importante que las plantas dispongan de niveles adecuados de nutrientes de reserva y que el área foliar residual favorezca una buena acción fotosintética. Así mismo, la planta debe contar con un buen número de puntos de crecimiento (yemas), aspectos que en su conjunto contribuyen a un rebrote rápido y vigoroso. En lo referente al animal es importante considerar aspectos tales como la cantidad de forraje y su calidad nutritiva, los cuales deben satisfacer los requerimientos según su estado fisiológico y potencial productivo, factores en gran parte determinados por el sistema de producción (Cuesta, 2005).

Tabla 2. Dosis recomendada (kg/ha) de fósforo, potasio y calcio en gramíneas y leguminosas para suelos ácidos

Especie	Fósforo	Calcio	Potasio
<i>Brachiaria decumbes</i>	20	20	100
<i>Brachiaria humidicola</i>	10	10	50
<i>Brachiaria Brizantha</i>	20	20	100
<i>Pueraria phaseoloides</i>	20	20	100
<i>Desmodium Ovalifolium</i>	20	20	100
<i>Stylosantes capitata</i>	20	20	50

Fuente: Adaptado de CIAT, 1981

Según Cabalceta (1999), No existe suficiente información sobre requerimientos nutricionales para pastos tropicales, Paretas y Bema (1980) y Vicente-Chandler et al. (1974) reportados por Gutiérrez (1996), determinaron extracciones anuales de fósforo de 47 a 59 kg/ha, de 4.070 kg de Mg/ha/año y de 50 a 85 kg S/ha/año, en forrajes manejados intensivamente con aplicaciones considerables de N y con rendimientos de más de 25 t MS/ha/año.

1.5 FERTILIZACIÓN DE FORRAJES

La fertilización en pastos se realiza para obtener mayores rendimientos a bajos costos para el productor; es necesario al momento de iniciar la fertilización conocer la dosis de aplicación, el tipo de fertilizante, la época y sistema de aplicación. La dosis depende del requerimiento nutricional de la especie forrajera, disponibilidad de nutrientes en el suelo y eficiencia de la fertilización. Para determinar la disponibilidad de nutrientes se debe realizar el análisis de suelos; éste permite conocer el verdadero estado del suelo. Para escoger el tipo de fertilizante se debe considerar la eficiencia de la fertilización que se traduce en la cantidad de fertilizante aprovechado por el cultivo del total aplicado (Estrada, 2002).

Es necesario tener en cuenta el clima para garantizar una buena fertilización, la respuesta del cultivo a la aplicación está directamente relacionada con la humedad del suelo, si el suelo se encuentra demasiado seco y no se cuenta con sistemas de riego no es aconsejable la fertilización; se utilizan dosis de fertilizantes mayor en zonas de altas precipitaciones por las pérdidas ocasionadas por lavado o lixiviación.

Hay que tener en cuenta que en gramíneas la mayor exigencia es de N, en leguminosas P, K, Ca y Mg; El nitrógeno se debe aplicar solo cuando la planta tenga más de 10cm de altura.

Si la concentración de un elemento esencial dentro de la planta se sitúa por debajo del nivel requerido para su crecimiento se dice que la planta es deficiente en ese elemento; la deficiencia se puede presentar por que el elemento requerido se encuentra en baja concentración en el suelo o porque su forma química no le permite a la planta poderlo absorber (Bernal, 2003).

Existen diversos tipos de fertilización que se pueden utilizar entre estos tenemos: fertilización inorgánica, su origen puede ser natural o sintético, estos fertilizantes son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas, hay que tener en cuenta el contenido de nutrientes que aporta cada fertilizante (expresado en %); y los fertilizantes orgánicos que se originan de fuentes animales o vegetales, la mayoría son de acción lenta pero mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta lo demande.

Dentro de las ventajas de utilizar fertilizantes orgánicos, encontramos que los productos son de fácil elaboración, aprovechando los residuos de la finca.

Los pastos y forrajes tienen un alto requerimiento de potasio, por lo que es indispensable en programas de fertilización; al realizar esta fertilización se reduce la absorción de magnesio, ocasionando enfermedades en los animales y disminuyendo la productividad de los forrajes. El fósforo y el calcio se deben aplicar antes de la siembra; si esto no es posible se puede aplicar al momento de la siembra mezclado con la semilla. Las fuentes de potasio y nitrógeno se deben aplicar entre 30 y 60 días después de la siembra.

De acuerdo al tipo de pasto que se tenga, se pueden utilizar diferentes métodos de aplicación; en praderas el más común es fertilizar al voleo de forma manual o mecánica; para pastos sembrados en surcos, la aplicación se debe hacer en bandas en uno o ambos lados del surco; los fertilizantes completos se pueden aplicar antes o durante la siembra.

1.6 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES EN FORRAJES

Al utilizar un fertilizante foliar en forrajes se espera obtener un aumento de forraje adicional y así lograr un beneficio económico mayor, se favorece el desarrollo de los

cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. Aunque no sustituye a la fertilización tradicional, es una buena opción para optimizar y satisfacer los requerimientos de nutrientes de un cultivo que no pueden abastecerse mediante la fertilización del suelo.

La intensificación productiva exige la obtención de mayor cantidad de forraje, y la utilización de fertilizantes foliares es una fortaleza para el incremento de la oferta de pasto y la reducción de los costos fijos en la producción de forraje en materia seca (Martín y Spiller, 2007).

El crecimiento vegetal está controlado básicamente por los factores ambientales (principalmente temperatura, luz y agua), en general el requerimiento de nutrientes será mínimo cuando se registren bajas tasas de crecimiento en invierno y aumentará hasta un máximo con el pico de crecimiento en verano (Martín y Spiller, 2007).

Para el éxito de la fertilización foliar es necesario tener en cuenta tres factores que se relacionan con:

La formulación foliar: adecuada concentración del producto y el pH de la solución, adición de coadyuvantes y tamaño de la gota del fertilizante por asperjar.

El ambiente: luz, humedad relativa y hora de la aplicación. Se recomienda aplicar en horas del atardecer o en horas tempranas de la mañana, evitando las altas temperaturas y la fertilización con pronóstico de lluvias dentro de las 24 o 48 horas.

Las especies que integran las pasturas: en general las plantas jóvenes o en activo crecimiento luego de un pastoreo o corte, son las que tienen mayor capacidad de absorción.

La nutrición por vía foliar depende de la absorción de los nutrientes y de la sensibilidad de los tejidos al contacto con los productos aplicados. Si el producto no es absorbido con relativa rapidez se puede perder por factores climáticos, y el contacto prolongado puede actuar como un agente corrosivo. Algunas conclusiones a las que se han llegado tras diversas investigaciones determinan que la eficacia del abonamiento foliar está ligada a la habilidad y magnitud de absorción de nutrimentos por la parte aérea de las plantas; el efecto benéfico que se observa en algunas aplicaciones se debe, esencialmente al nitrógeno que lleva el fertilizante y no al fósforo o al potasio; la adición de una cantidad razonable de nutrimentos requeriría muchas aplicaciones, lo cual haría costosa la aplicación; existe algún riesgo de fitotoxicidad; la fertilización foliar no puede reemplazar a la del suelo si no suplementarla; en Colombia son relativamente pocas las investigaciones con abonos foliares; la fertilización foliar es eficiente en la adición de elementos menores (ICA, 1992).

1.7 PRODUCCIÓN DE ABONO EN LA FINCA

Los agricultores en la actualidad se enfrentan al problema de la pérdida de fertilidad de los suelos ocasionado por efectos naturales y por las malas prácticas agrícolas como el sobrepastoreo; esta situación ocasiona bajas en la producción agropecuaria y por ende detrimento en la calidad de vida del habitante rural; según Aguirre (1996), esto acelera los procesos de migración del campo a las ciudades, ocasionando un problema social.

El uso de abonos orgánicos se presenta como una alternativa viable para contribuir a la recuperación de la fertilidad de los suelos, la falta de conocimiento evita en muchos casos el buen aprovechamiento de residuos orgánicos que se producen en la finca en las labores diarias y que se pueden utilizar en la producción de abonos orgánicos.

La aplicación de biofertilizante a los diferentes cultivos se ve reflejada en el crecimiento, la fertilidad y mejoramiento físico de los suelos, aunque existen diferentes factores que limitan su uso como el tiempo que se requiere para su recolección, el transporte y la distribución en el campo, los beneficios son mayores cuando se requiere de productos limpios y de calidad. Los abonos orgánicos aumenta la retención de humedad y mejora la actividad biológica con la cual se incrementa fertilidad del suelo y por tanto su productividad.

Hay diferentes tipos de abonos orgánicos que se pueden producir en las fincas dependiendo de las necesidades y recursos que tenga el productor entre ellos está el compost, abono verde, biofermento, bocaschi, caldo súper cuatro, purines entre otros. Los procesos de producción son alcanzables y prácticos.

1.7.1 Compost. Para la elaboración de compost se requiere la recolección de material orgánico como estiércoles, restos de cosecha, desechos de la casa; ceniza, cal y tierra cultivable. Luego se procede a triturar o picar el material vegetal y se mezclan todos los materiales, se amontonan y se tapa para protegerlo de la lluvia, se debe controlar la temperatura mediante volteos pues este es un factor limitante que ocasiona pérdidas del abono si no se maneja bien, este abono se usa en todos los cultivos dependiendo del requerimiento que tenga. Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. Este uso adecuado del compost, contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos mejorando su manejabilidad (Álvarez. s.f).

1.7.2 Abono verde. En la elaboración del abono verde se usa cualquier planta competitiva y bien adaptada a un determinado lugar, que produzca una gran cantidad de biomasa y colabore con la estructura. Generalmente constituyen buenos forrajes y productos agrícolas; dentro de los beneficios obtenidos por su uso podemos citar el aumento de materia orgánica del suelo, enriquece el suelo con nutrientes disponibles,

evita erosión, mejora estructura, evita el crecimiento de arvenses, favorece la actividad de los microorganismos del suelo, disminuye ataque de insectos plaga y enfermedades (Borrero, 2009).

1.7.3 Biofermento. Es un producto que resulta de la fermentación de los desechos animales o vegetales disueltos en agua, a la que normalmente se le agrega alguna fuente de energía como la melaza, en el país se produce y usa biofermento de frutas o biofermento a base de boñiga más melaza. Se utiliza como abono foliar (Meléndez y Soto, 2003).

1.7.4 Bocashi. Es un producto que resulta de la transformación de los residuos orgánicos a un material parcialmente descompuesto es similar al compost pues se realiza en presencia del aire, pero la temperatura del montículo no debe alcanzar más de 45 a 50 °C esto se logra a través de volteos frecuentes, uno o dos veces al día, suspendiendo la adición de agua y extendiendo el montículo en una capa delgada. Cuando el bocaschi es aplicado al suelo se vuelven a activar los microorganismos, que pueden servir para competir con hongos patógenos del suelo, pero también este proceso puede quemar las plantas por lo que se debe tener cuidado en su uso (Meléndez y Soto, 2003).

1.7.5 Caldo súper cuatro. Su elaboración requiere de estiércol fresco de ganado vacuno, miel de caña, sulfato de cobre, sulfato de cinc, sulfato de magnesio, bórax, cal dolomita, roca fosfórica, agua y leche cruda. En una canaca de 50 litros se adiciona 20 kg de estiércol, 30 litros de agua limpia no clorada, 1 litro de miel de caña, 1 kg de cal dolomita y un kg de roca fosfórica, se mezclan con un madero limpio y se tapa herméticamente dejando una manguera que permite el intercambio gaseoso, luego cada 8 días se le adicionara 1 Kg de sulfato más 1 Litro de miel de caña, terminando con 1 litro de leche cruda, un mes después está listo este caldo para ser usado como fertilizante en diversos cultivos (Borrero,2009).

1.7.6 Purines. Son preparados a partir de material vegetal o estiércoles, según Stehmann (s.f), los purines aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias tanto en suelo como en la planta. Mediante la preparación de purines, se logra desarrollar cultivos de microorganismos en especial bacterias, que son importantes para la transformación de la materia orgánica del suelo en nutrientes asimilable para las plantas. Por lo tanto las plantas mejoraran su desarrollo, producción y sanidad.

Los beneficios de los purines se manifiestan en la disminución de plagas, mayor desarrollo de raíces, mayor fijación de nitrógeno en el suelo, mayor disponibilidad de carbono, mejora estructura del suelo y la capacidad de retención de agua. Para su elaboración se requiere de un recipiente plástico, en donde se agrega el material vegetal u otros insumos y se completa con agua limpia, una vez preparado se almacena en un lugar oscuro y a la sombra, tapado; el preparado se debe agitar con un palo de madera a diario durante unos minutos para la entrada de oxígeno terminada esta labor se deja tapado de nuevo. El proceso cuenta con tres fases: la maceración, dura de 12 horas a 3

días según la temperatura ambiente, esta fase es importante para obtener el extracto de las plantas que generalmente es concentrado, es útil para controlar plagas de insectos u hongos; la fermentación se da por acción de hongos levaduras y bacterias que descomponen el material vegetal, en esta etapa cambia la composición química del preparado, ya que las sustancias iniciales se transforman en encimas, aminoácidos y otros nutrientes para la planta, generalmente los preparados en fermentación se utilizan como abonos líquidos; fase de maduración, después de dos semanas las bacterias han transformado todo el material disponible. El preparado está listo cuando el material utilizado se encuentra disuelto completamente, también habrá cambiado de color y olor esto depende del material utilizado.

Los purines se utilizan para inocular el suelo con las bacterias, regando el preparado en 10 a 20 partes de agua. Algunos purines que se recomienda son de ortiga, cola de caballo, ruda, entre otros. (Stehmann, s.f)

En la Granja del SENA – Popayán, se produce un abono líquido que se le ha llamado Purín La Finca Mineralizado, para el cual se utiliza material vegetal de la granja en una proporción de 20%, un 10% con plantas ricas en nitrógeno y el 10% restante con plantas acompañantes; adicionalmente se requiere de ácidos húmicos y fulvicos, ceniza, cal dolomita, Melaza y microorganismos benéficos, estos son componentes importantes del suelo, los cuales constituyen su parte viva y son responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. Su importancia en la nutrición de las plantas se da al efectuar procesos de transformación en elementos que puedan ser asimilados por las raíces*.

Durante el proceso se han realizado pruebas en cultivos de flores en donde se observaron resultados a los quince días de la primera aplicación, y pasados tres meses de la primera aplicación las plantas no han requerido de otra.

* ANAYA, Socorro. Especialista en Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Instructora Grado 20 Biotecnología. SENA Servicio Nacional de Aprendizaje. Popayán, Colombia. Observación inédita, 2013.

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en la Finca Agropecuaria El Remanso a 2210 m.s.n.m, localizado en la vereda Pisoje alto del corregimiento Santa Bárbara Municipio de Popayán, propiedad de la Administradora Agropecuaria Claudia Cerón.

2.2 PREPARACIÓN DE BIOFERTILIZANTE “PURÍN LA FINCA MINERALIZADO”

Materiales: Una caneca de 200Lt.

Tabla 3. Insumos utilizados para la elaboración de Purín La Finca Mineralizado

Insumos	Unidad	Cantidad
Material vegetal (botón de oro, nacedero, chachafruto, ortiga)	Kg	20
Sulfatos(Zn, Mg, Mn, Fe, K, Ca, Cu)	Kg	1
Bórax (ácido bórico)	Kg	1
Melaza	Kg	10
Ácidos húmicos y fúlvicos (concentrado)	Lt	1
Cal dolomita	Kg	1
Cal fosforita	Kg	1
Levadura	Kg	0,2
Vitaminas (tarrito rojo)	Gr	300

Para preparar el Purín La Finca Mineralizado, se recolectó primero el material vegetal requerido: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), nacedero (*Trichanthera gigantea* Nees), ortiga (*Urtica dioica*), y chachafruto(*Erythrina edulis* Triana) se picó y peso hasta obtener 20 Kg del material; luego en baldes que contenían 5 L de agua cada uno, se les adicionaron 50 ml del agente quelante, para posteriormente disolver los sulfatos de cobre, magnesio, manganeso, zinc, calcio, potasio y por último hierro. Al tiempo se disolvió la miel de purga (200 gr) en agua (5 L) a 40°C, se añadió levadura.

Una vez disueltos los insumos se depositaron en una caneca de 200 L, empezando por la miel de purga, el material vegetal, los sulfatos, la cal dolomita, cal fosforita, ácidos húmicos y fulvicos y productos comerciales con registro ICA aportantes de potasio, silicio y boro; estos se mezclaron continuamente durante su adición.

Se completó el volumen a los 200 L con agua, se mezcló y se tomó el pH hasta ajustarlo a 7. Se tapa la caneca con una estopa y se almacena en un lugar seguro y protegido de la humedad y rayos solares directos. A los 15 días de fermentación se retiran el material

vegetal el cuál se disponen en el área de compostaje. Se adicionan los microorganismos antagónicos (*Metarhizium anisopliae*, *Bacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, *Trichoderma harzianum*). El purín se puede utilizar hasta los 90 días de preparado.

2.3 DETERMINACIÓN DE PARCELAS

En un área de 697m² establecida previamente con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) se delimitaron 21 parcelas de 5x5 m a una distancia de 1 m entre ellas. Una vez delimitado el terreno se procedió a tomar las muestras para el análisis de suelo (figura 1).

Figura 1. Trabajo de campo. a) Delimitación de parcelas; b) Análisis de suelo



2.4 PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

Se establecieron 21 parcelas experimentales distribuidas en 7 tratamientos (3 repeticiones por tratamiento) de la siguiente manera:

Tratamiento 0: corresponde al tratamiento local, se trabajó con el sistema de fertilización que se aplicaba en ese momento para los pastos de la finca por pastoreo (tabla 4).

Tabla 4. Tratamiento 0

	Kg/Ha
Urea	66,4
DAP	15
KCl	13,32
Sulfato de cobre	3
Sulfato de zinc	2
Bórax	5

Tratamiento 1: fertilización con Bp-150, testigo comercial orgánico producido por la casa comercial agrobiológicos Safer; la dosis recomendada por el fabricante es de 10 cc/L, utilizando 4L/ha por pastoreo.

Composición BP-150	
Nitrógeno total(N)	45,05 g/l
Fosforo asimilable(P ₂ O ₅)	34,00g/l
Carbono orgánico oxidable	53,7g/l
Densidad a 20 ⁰ C	1,17g/cc
pH en solución al 10%	3,00
Conductividad eléctrica	37,0 dS/m
<i>Salmonella sp</i>	Ausente en 25ml del producto
Enterobacterias	Menos de 10 UFC por ml de producto

Fuente: Agrobiológicos Safer

Tratamiento 2: Oasis, testigo comercial inorgánico fabricado por la casa comercial agrobiológicos Safer, las dosis recomendada por el fabricante: 10 cc /L aplicando 4 L/ha por pastoreo.

Composición Oasis	
Nitrógeno total (N)	58,0 g/l
Azufre total (S)	0,48g/l
Boro(B)	0,21g/l
Cobre(Cu)	0,23g/l
Hierro(Fe)	0,48g/l
Manganeso(Mn)	0,11g/l
Zinc(Zn)	0,07g/l
Densidad	1,06g/cc
pH en solución al 10%	7

Fuente: Agrobiológicos Safer

Tratamiento 3: Purín la Finca Mineralizado (PFM), dosificación 20 cc/L de agua, para una aplicación de 8L/ha por pastoreo.

Tratamiento 4: Purín la Finca Mineralizado (PFM), dosificación 30 cc/L de agua, para una aplicación de 12L/ha por pastoreo.

Tratamiento 5: Purín la Finca Mineralizado (PFM), dosificación 40 cc/ de agua, para una aplicación de 16L/ha por pastoreo.

Tratamiento 6: Fertilizante edáfico; para esta fertilización se tuvo en cuenta el resultado del análisis de suelo del lote. 126,7 Kg/Ha de úrea, 26,3Kg/Ha de cloruro de potasio y 360 Kg/Ha de superfosfato simple.

Las fertilizaciones se hicieron a los 60,120, 180 y 240 días. Las evaluaciones correspondieron con la dinámica de pastoreo de la finca, se trabajó en cuatro ciclos de pastoreo de la siguiente manera:

Aplicación de fertilizantes: 15 días después del pastoreo, asegurando que el forraje tuviera un mínimo de follaje que le permitiera hacer mejor aprovechamiento de los insumos, se aplicaron todos los tratamientos un mismo día en las primeras horas de la mañana. La aplicación vía foliar de purín la finca mineralizado y los dos productos comerciales (oasis y BP-150) se llevó a cabo en horas de la mañana, antes de las 10 am, para obtener una mejor asimilación de nutrientes ya que en estas horas hay una mayor apertura de estomas .Pino, M. (2014).

Según Mila (2006). Es necesario conocer las características fisicoquímicas del suelo y poder hacer un diagnóstico de deficiencias o exceso de nutrientes; en consecuencia se hizo el análisis de suelo en el área de trabajo, obteniendo las dosis necesarias para el tratamiento edáfico. La evaluación se realizó un día antes del ingreso de los animales al lote para su pastoreo.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

En todos los ensayos de campo se trabajó bajo un diseño de Bloques completos al azar, en donde el factor a bloquear fue la pendiente del terreno, dado el probable cambio de fertilidad que se puede presentar en el suelo a través de la pendiente. Se realizó análisis de varianza ($\alpha=0.05$) y prueba de rangos medios de Duncan (SPSS V 15).

El modelo estadístico corresponde a la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

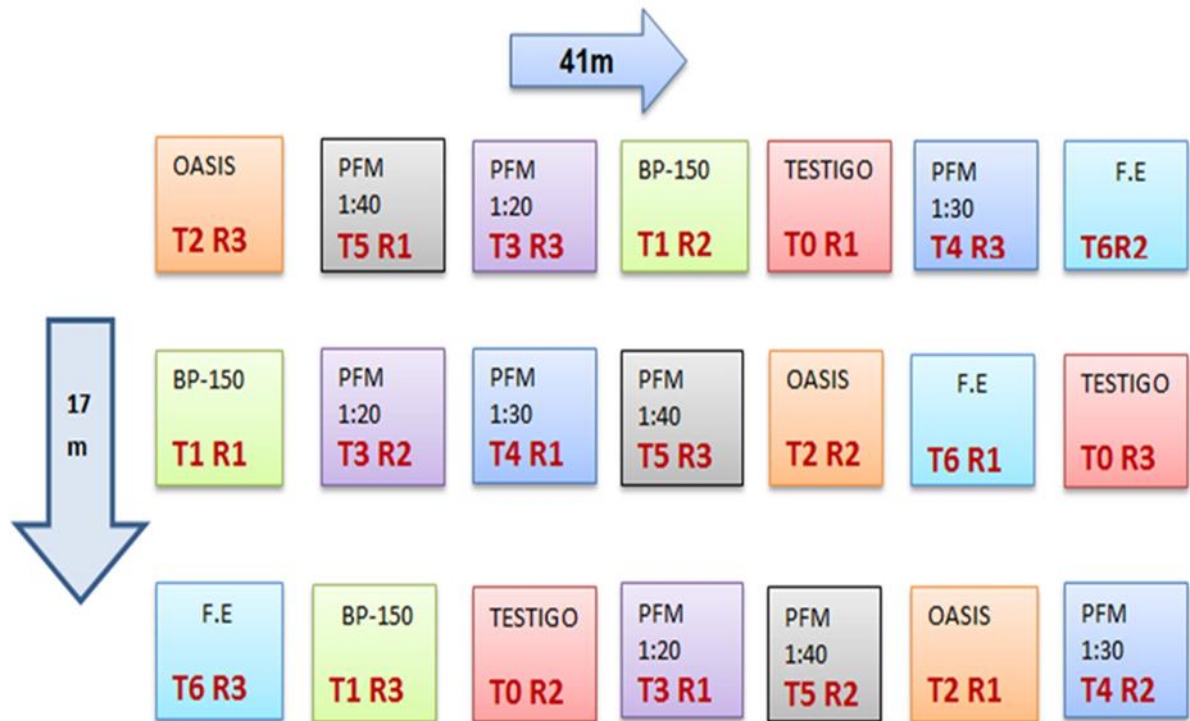
Dónde:

Y_{ij} = Respuesta de la j-ésima repetición sometida al i-ésimo tratamiento
 μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental de la j réplica sometida al i-ésimo tratamiento

Figura 2. Diagrama de campo



Variables evaluadas:

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

Vigor: para las estimaciones se empleó la escala propuesta por Machado et al. (1997). Se evaluó en una escala de 1 a 5, así:

- 1 pésimo
- 2 bajo
- 3 regular
- 4 bueno
- 5 excelente

Altura: se tomó una medida (cm) como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de las plantas en estado natural. Tomando la altura promedio de tres plantas por parcela.

Cobertura: Se dividió las parcelas, se observó la cantidad de forraje y se calificó en porcentaje (100%).

Floración: se calificó en porcentaje las plantas florecidas dentro del área de muestreo.

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

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

Enfermedades: Se procedió a recorrer las parcelas Y se consideran plantas afectadas las que presentan síntomas de enfermedades, se califican de 1 a 4 así:

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

Producción: mediante la técnica de aforo que consiste en lanzar un marco de pvc de 50 x 50 cm al azar en cada parcela para cada tratamiento, donde se tomó la muestra de forraje verde en bolsas y se procedió a pesar para determinar el forraje fresco. seguidamente se tomó una submuestra de aproximadamente 200 g., la cual se rotularon y se llevaron al horno de ventilación en donde se secó a 60° por 72 horas hasta obtener un peso constante y así determinar el contenido de materia seca de los forrajes

2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de la información, mediante el paquete estadístico SPSS V 15.0 se realizó análisis de varianza ($P=0,05$), una vez identificado mediante ANOVA la existencia de diferencias estadísticas para los casos en los que se sucedió, se procedió a su determinación mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DE SUELO

Según Eusse (1994) las recomendaciones de fertilización se deben hacer con base a los análisis químicos del suelo y en los requerimientos de la planta (Tabla 5).

Tabla 5. Resultado de análisis de suelo y requerimientos nutricionales del pasto estrella (*cynodon nlemfuensis*)

Elemento analizado	Resultado muestra	Resultado muestra(Kg/ha)	Requerimientos para pasto estrella kg/ha/año
PH- Grados-	5,50		
N-Total %	0,41	5,51	667,9
N-NO 3 %	0,07	-	0,0
N-NO 2 %	0,18	8.8	0,0
N-NH 4 %	0,16	121.68	0,0
P-ppm	7,34	-	0,0
K-meq. /100gr.	0,26	-	113,8
Ca-meq./100gr	0,80	-	379,5
Mg-meq./100gr	1,00	-	151,8
Na-meq./100gr	0,02	-	75,9
AL-meq./100gr	0,70	-	0,0
Satur. De AL-%	25,24	-	0,0
Textura	F.AR	-	

Los valores de pH se ajustan a suelos derivados de cenizas volcánicas, para la zona de estudio según la escala de pH el resultado 5.5 es calificado como moderadamente ácido, según el IGAC. En el estudio de uso de suelos del departamento del Cauca, los suelos del corregimiento de Santa Bárbara están localizados en clima frío húmedo en lomas y

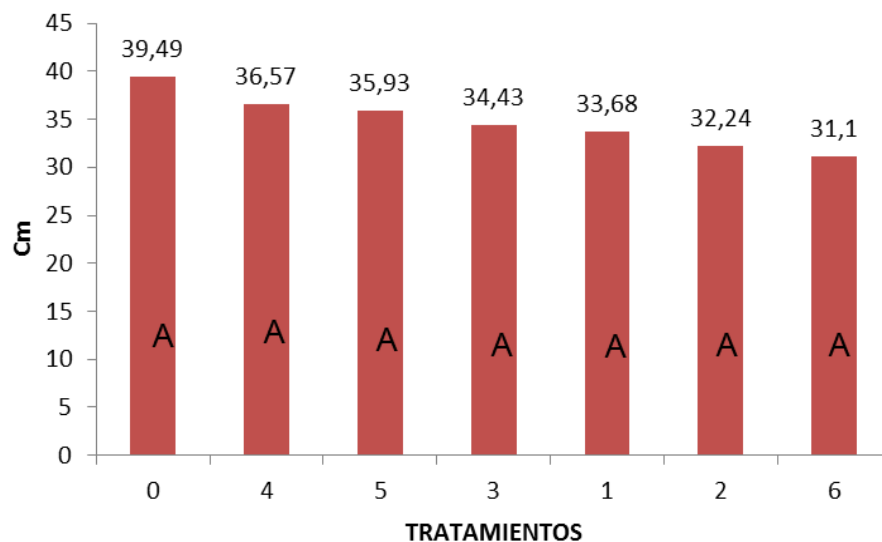
colinas, en relieves fuertemente ondulados a escarpados, originados de cenizas volcánicas y rocas ígneas; son profundos a superficiales, bien drenados, texturas moderadamente gruesa a moderadamente finas gravillosas, muy fuerte a moderadamente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja a moderada, comprende los suelos Hapludands (50%), Dystrudepts (40%) y Udorthents (10%) y se clasifican como andisoles, altos contenidos de materia orgánica, de textura franco arenosa aptos para la producción de forrajes como el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) que es considerado según Peters M., et al.(2011), tolerantes a sequía y soporte de encharcamiento, crece bien en un rango amplio de condiciones físicas de suelo y topografía, y en pH de 4.5-8.0. es una especie que extrae muchos nutrientes del suelo, por lo tanto, requiere de fertilizaciones alta de nitrógeno cuando el uso es muy intensivo.

En cuanto a las propiedades químicas son suelos con muy bajo contenido del elemento fósforo, el elemento potasio está en contenido medio a bajo no siendo suficiente para suplir las muy altas extracciones de las plantas; en contenidos de nitrógeno en forma de nitratos, nitritos y amoniacal, están en términos bajos en las muestras lo que indica que hay media actividad microbiológica en la fase interna del suelo.

De acuerdo a los requerimientos expresados por Cabalceta (1999) y comparados con la zona donde se realizó el estudio estos suelos para la producción de pasto estrella (*C. nlemfuensis*) requieren una fertilización nitrogenada balanceada en nitrógeno nítrico y amoniacal, potasio y fosforo (tratamiento 6).

3.2 ALTURA DE LAS PLANTAS

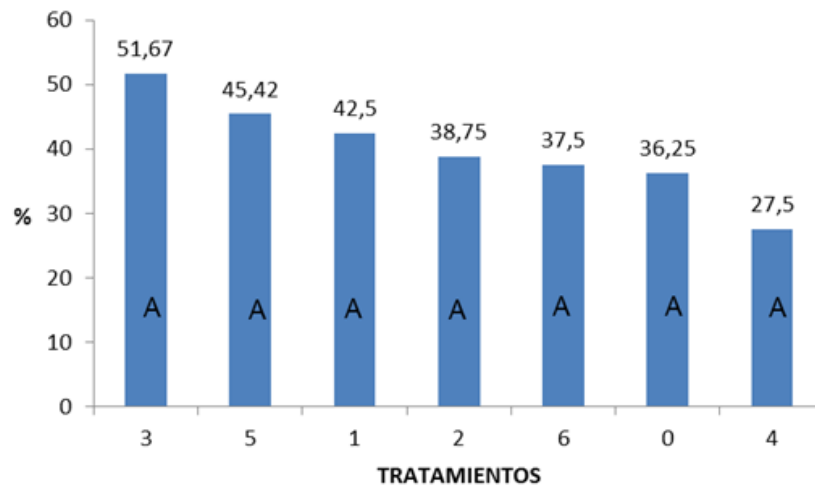
Figura 3. Alturas del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) alcanzada con los diferentes tratamientos de fertilización



Al evaluar la altura del pasto cuando se sometió a diversas fuentes de fertilización no se apreciaron diferencias estadísticas ($P=0.05$) entre los tratamientos; de esta manera se puede afirmar que el crecimiento del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) tiene una respuesta similar independiente de la fuente de fertilización; Como se observa en la figura 3, la mayor altura de las plantas se obtuvo con el tratamiento local con 39,49cm de altura; le siguen los tratamientos T_4 , T_5 , T_3 , correspondientes al PFM alcanzando alturas de 36,57, 35,93 y 34,43 cm respectivamente; con el fertilizante BP-150 se obtuvo 33,68 cm, con Oasis la altura fue de 32,24 cm. y con el tratamiento Edáfico se reportaron alturas de 31,1 cm siendo el tratamiento con menor valor para la variable evaluada.

3.3 FLORACIÓN

Figura 4. Porcentajes de floración de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) obtenidos



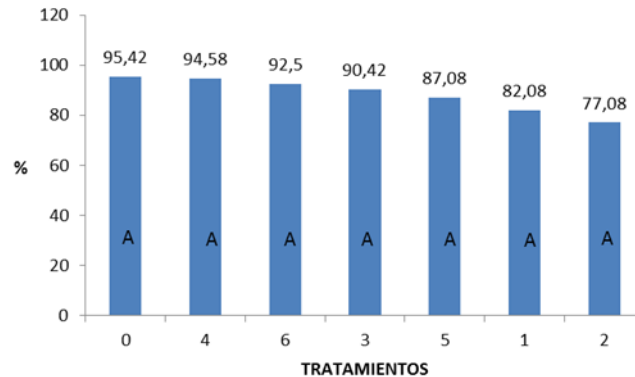
No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p=0,05$), notablemente la mayor presencia de flores se dio en el tratamiento 3 con 51% frente a un 27,5 % de floración reportada para el tratamiento 4 que fue la de menor floración (figura 4); La floración del pasto a 30 días de recuperación fue alta en todos los casos. Probablemente factores no asociados al sistema de fertilización afectan el cultivo de manera negativa ocasionando estrés que la planta expresa floreciendo.

La similitud presentada estadísticamente en la variable floración puede deberse a que ella no depende exclusivamente de los aspectos de fertilidad del suelo, ya que muchos otros factores como luz solar, temperatura, humedad ambiental y situaciones de estrés pueden provocar aumentos o disminución de la floración y estas variables no fueron controladas en la investigación.

Es probable que la floración presentada haya sido estimulada por factores que fueron similares para todos los tratamientos, lo que explicaría dicho resultado.

3.4 COBERTURA

Figura 5. Porcentaje de cobertura de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*)

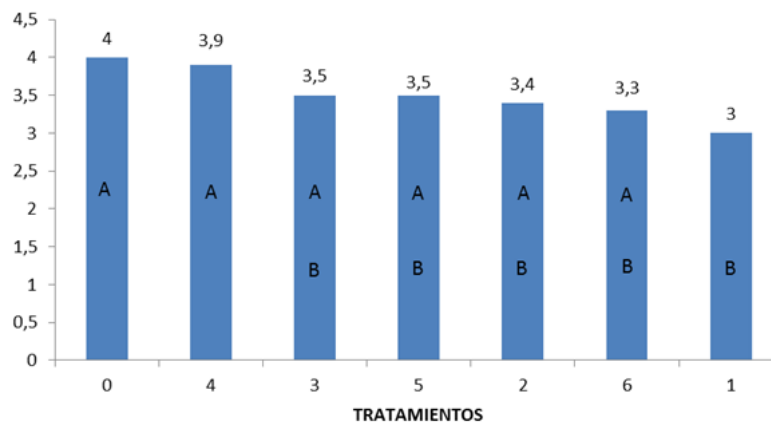


El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas ($p=0,05$) para la cobertura alcanzada por el forraje; el tratamiento local (fertilizante de la finca) tuvo el mejor comportamiento como se muestra en la figura 5. Con un 95,42% seguido por el tratamiento 4 correspondiente al fertilizante PFM dosis 30 cc/L con el que se obtuvo un 94,58% de cobertura, y el tratamiento 6 (fertilización Edáfica) que alcanza un 92,5%; luego se encuentran los fertilizantes correspondientes al purín la finca mineralizado en su orden T_3 y T_5 con valores de 90,42 y 87,08% respectivamente, por último el tratamiento, con menor cobertura fue el 2 con 77,08%.

La cobertura, expresada como la proporción del terreno, fue similar estadísticamente, lo que se explica en razón a que se trabajó en una parcela previamente establecida en la finca que se tenía en manejo similar.

3.5 VIGOR

Figura 6. Análisis de vigor para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*)



De acuerdo a los resultados obtenidos respecto al vigor, se observa diferencia estadística entre los tratamientos ($p=0,05$), indicando que al menos uno de los tratamientos se expresó con un vigor diferente a los otros (figura 6).

Para determinar las diferencias se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p=0,05$) encontrándose dos agrupamientos diferentes.

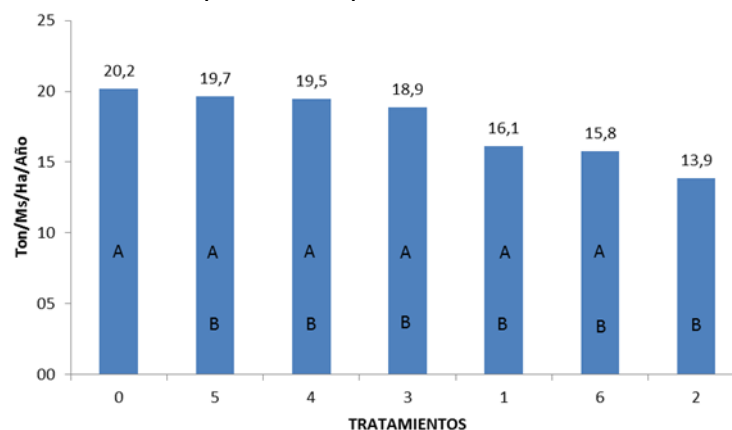
Como se muestra en la figura 6, los tratamientos T_3 , T_5 , T_2 , T_6 y T_1 fueron similares estadísticamente, al igual que los tratamientos T_0 , T_4 , T_3 , T_5 , T_2 y T_6 .

Tanto el tratamiento que incluye fertilización con elementos menores (local) como los tres tratamientos con purín la finca mineralizada, presentaran plantas más vigorosas (4, 3,9, 3,5, 3,5) frente a los dos tratamientos comerciales (3,4 y 3) y el edáfico (3,3).

El vigor es una expresión de adaptación de la planta al ecosistema y al manejo. Una modificación en la fertilidad puede expresarse en la planta como una mejor expresión tanto en tamaño de sus hojas como su color, aspectos determinantes al evaluar el vigor. Por esta razón, se puede explicar las diferencias de vigor en cada uno de los tratamientos ya que los sistemas de fertilización precisamente buscan ese tipo de expresión en la pradera, por considerarse un indicador de la producción forrajera.

3.6 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

Figura 7. Producción de forraje de *Cynodon nlemfuensis* (ton/ms/Ha/año) bajo diferentes sistemas de fertilización con un periodo de pastoreo de 37 días



Al evaluar los tratamientos frente al forraje en M.S producido, se observan diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre ellos, lo que significa que al menos uno de los tratamientos se

comportó de manera diferente. Para determinar las diferencias se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p=0,05$) encontrándose dos agrupamientos diferentes (figura 7).

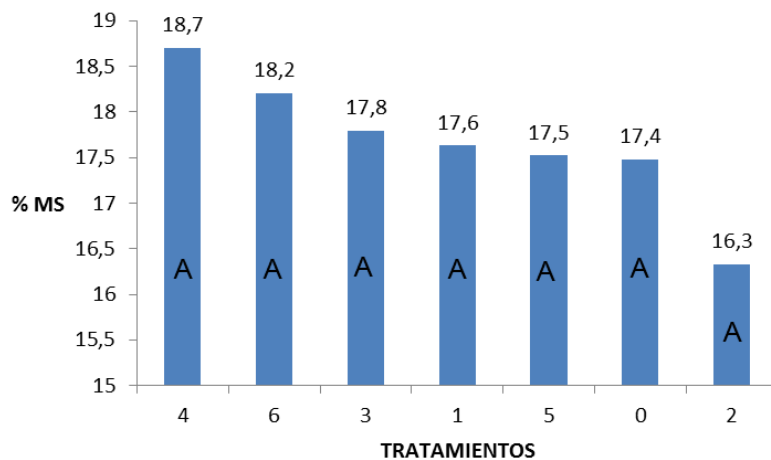
Como se observa en la figura los tratamientos T_0, T_5, T_4, T_3, T_1 y T_6 se comportaron estadísticamente similar, al igual $T_5, T_4, T_3, T_1, T_6, T_2$.

La mayor producción de M.S se alcanzó con el tratamiento local con 20,2 ton M.S/ha/año, los tres tratamientos con purín la finca mineralizado le antecedieron produciendo 19.7, 19.5 y 18.5 ton M.S/ha/año menos (T_5, T_4, T_3 respectivamente), cuando se fertilizo con BP-150 se alcanzaron 16.1 ton M.S/ha/año, así mismo la fertilización Edáfica según el análisis de suelo alcanzo una producción de 15,8 ton M.S/ha/año, mientras que al aplicar Oasis solo se alcanzó una producción de 13,9 ton M.S/ha/año.

La similitud estadística en la producción de M.S es precisamente la corroboración de la hipótesis y se explica dado que la producción de forraje en gramíneas de alta exigencia nutricional como el pasto estrella, es una respuesta directa a la fertilidad del suelo y efectivamente las diferencias en los sistemas de fertilización se expresaron en la producción de forraje.

3.7 CONTENIDO DE MATERIA SECA

Figura 8. Porcentaje de M.S en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) para los diferentes tratamientos de fertilización



En el análisis estadístico para el contenido de materia seca no se encontraron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre los tratamientos;

Como se observa en la figura 8, el tratamiento 4 se presentó el más alto contenido de M.S del pasto respecto a los demás 18,7%, seguido del tratamiento 6 con 18,2% de M.S. El tratamiento 2 con 16,3% fue el que presentó menor contenido de M.S; los tratamientos 5, 1,3 y 0 tuvieron en promedio 17,6% de M.S.

La proporción de materia seca en los forrajes no presentó variaciones estadísticas, probablemente en razón a la dinámica fisiológica de la especie (*C. nlemfuensis*) y a la igualdad en los periodos de recuperación. No obstante, en términos matemáticos, se aprecian dos tratamientos con M.S>18% y uno con menor del 17%.

3.8 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En los diferentes tratamientos no se apreciaron diferencias estadísticas ($p=0,05$) tanto para el ataque de plagas como para la presencia de enfermedades. Solamente se observó una leve presencia de ruñidores de hoja no identificados, presentando una baja incidencia de estas sin que se diera un daño de importancia económica.

3.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los costos de producción de Purín Finca Mineralizado (Tabla 6), fueron suministrados por la Esp. Socorro Anaya y corresponden a los estimados para producir un litro del biofertilizante en el SENA – Cauca.

En la tabla 6, DAP= Fosfato diamónico; PFM= Purín la finca mineralizado

Tabla 6. Costos de fertilización por Ha para los diferentes tratamiento

Tratamiento	Insumo	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
T0	Urea (Kg)	66,4	1120	74368
	DAP (Kg)	15	1320	19800
	KCl (Kg)	13,3	1420	18933
	CuSO4 (Kg)	3	10000	30000
	ZnSO4 (Kg)	2	7000	14000
	Borax (Kg)	5	5000	25000
	Total			
T1	BP-150 (L)	4	12000	48000
T2	Oasis (L)	4	8333	33333
T3	PFM (L)	8	600	4800

T4	PFM (L)	12	600	7200
T5	PFM (L)	16	600	9600
T6	Urea (Kg)	126,7	1120	141904
	KCl (Kg)	26,3	1420	37346
	Superfosfato simple (Kg)	360	1100	396000
Total				575250

Para analizar los costos de fertilización, acorde con la metodología propuesta, se estimaron los costos de los fertilizantes aplicados en dosis por hectárea, considerando que el costo por mano de obra es similar para los siete tratamientos. Como se aprecia en la tabla 6, el menor valor por fertilización corresponde al tratamiento T₃ con un costo de \$4800, seguido de los tratamientos T₄ (\$7200) y T₅ (\$9600); los fertilizantes comerciales T₂ y T₁ con un costo de \$ 33333 y \$48000 respectivamente, la fertilización local tuvo un costo de \$ 182101 y por último la fertilización edáfica según análisis de suelos con \$575250, siendo esta la de mayor costo.

Al analizar la influencia de los costos por fertilizante en la producción de materia seca de los forrajes, la que se estimó calculando la producción alcanzada por un ciclo de pastoreo y contrastándolo con el valor del fertilizante para un ciclo igualmente. Se puede apreciar (tabla 6) la diferencia marcada entre los valores del fertilizante por cada tonelada de materia seca producida; las fertilizaciones realizadas con PFM fueron menos costosas, respecto a los demás tratamientos.

Como se observa en la tabla 7, el tratamiento T₆ para producir 1,6 ton MS /ha/ pastoreo se invirtió cop \$359531 siendo la fertilización más costosa, en comparación con los tratamientos T₃, T₄ y T₅ que para producir 1,92, 1,98 y 1,99 Ton MS /Ha/pastoreo respectivamente solo requirió Cop \$3553 en promedio; con un costo de Cop \$29448 y Cop \$23808 para los tratamientos T₂ y T₁ se obtuvo una producción de 1,63 y 1,4 Ton MS /Ha. En cuanto a la fertilización local se observó que para producir 2,05 ton MS /Ha se necesitó Cop \$88829, dado el supuesto de que se requiera fertilización foliar cada pastoreo y la edáfica se aplique dos veces al año.

Tabla 7. Costos de fertilizante por aplicación.

Tratamiento	Valor de fertilización \$	Producción Ton de MS/pastoreo	Valor de fertilizante por ton /ms \$
Local	182.101	2,05	88829
PFM 40 cc/l	9600	1,99	4824
PFM 30 cc/l	7200	1,98	3636
PFM 20 cc/l	4800	1,92	2500
BP – 150	48000	1,63	29448

Edáfico	575250	1,60	359531
Oasis	33333	1,40	23809

3.10 DISCUSIÓN

En la aplicación de los fertilizantes utilizados en la presente investigación, se encontró que el patrón de comportamiento de la especie forrajera *Cynodon nlemfuensis* fue similar, para las variables altura, cobertura, floración, % materia seca y se presentaron agrupamientos para las variables vigor y producción de materia seca.

Respecto al vigor, se observaron diferencia estadística entre los tratamientos ($p=0,05$), indicando que al menos uno de los tratamientos se expresó con un vigor diferente a los demás. Según Toledo define el vigor como expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad. El tratamiento local como los tres tratamientos con PFM presentaron plantas más vigorosas (presentando un color de hojas adecuado para la especie que denota sanidad y buen estado nutricional, se aprecia buen crecimiento tomando como patrón de comparación todo el ensayo), con valoración promedio de 4, 3.9, 3.5 y 3.5 respectivamente frente al tratamiento comercial Bp-150 (3,0), esta diferencia está relacionada con lo manifestado por Thompson y Troeh (2002) quienes afirman que el crecimiento vegetal es proporcional a la cantidad disponible del nutriente más limitante. Para los tratamientos de mejor comportamiento dentro de la fertilización se le adicionaron micro elementos mientras los que se fertilizaron solo con elementos mayores la calificación de vigor fue baja, situación que influyo directamente sobre la variable.

Respecto a la producción de materia seca, teniendo en cuenta un periodo de ocupación de dos días y descanso de 35 días, cuando se aplicó una fertilización edáfica con aporte de micronutrientes (Tratamiento local) después de cada pastoreo se alcanzó la mayor producción con 20,2 ton/ms/ha/año, cuando la fertilización fue edáfica con solo elementos mayores el resultado de producción fue menor con 15,8 ton/ms/ha/año que equivale a un porcentaje del 21.8 de reducción, al respecto Forero, R (s.f) indica que las plantas además de nitrógeno, fosforo y potasio requiere de al menos 45 micro nutrientes adicionales (boro, cobre, molibdeno, etc.) para lograr un adecuado desarrollo; sin embargo Salinas (1989), citado por Navajas (2011) afirma que los forrajes no presentan respuesta a la aplicación de micro elementos, pero los resultados de la presente investigación confirman que cuando se aplicaron micro elementos mezclados con elementos mayores el comportamiento de la producción forrajera fue mejor con un incremento de 21.8% sobre el tratamiento edáfico solo con elementos mayores, no se podría afirmar si el efecto de incremento en la producción se atribuye a los micro elementos solamente, ya que Paciullo et al. (2011) citado por Navajas (2011) menciona que el incremento en la producción de materia seca observado como consecuencia de la adición del Nitrógeno, puede explicarse debido al efecto del N sobre el desarrollo de hojas, tallos y estructuras de la planta relacionadas con la producción de materia seca.

Cuando la fertilización se hizo foliar con fertilizantes inorgánico y orgánicos, la producción fue similar estadísticamente ($P=0,05$), la menor producción de materia seca se tuvo con el fertilizante comercial OASIS con 13,9 ton/ms/ha/año seguido del también comercial BP 150 con 16,1 ton/ms/ha/año. Al aplicar el fertilizante preparado en finca "Purín la finca mineralizado – PFM" en diferentes concentraciones se observó un mejor comportamiento de la producción, logrando 18,9; 19,5 y 19,7 ton/ms/ha/año para las concentraciones de 20, 30 y 40 cc/l respectivamente. Cabe destacar que las fertilizaciones con PFM, solo fueron superadas por la fertilización local, resaltándose la posibilidad para los productores de elaborar en sus fincas biofertilizante para suplir los requerimientos de sus cultivos, aprovechando los recursos con los que se cuenta para su elaboración; Melgar (2005) mencionado por Carpio (2011) en la evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad morada extranjera, en la provincia de Chimborazo republica del Ecuador a 2750 msnm, señala que en la aplicación de un producto foliar la planta aprovecha un 95% de la cantidad, mientras que en una aplicación edáfica no se aprovecha ni el 20% de la cantidad aplicada.

Según Infortambo Andina (2014) existen diferentes mecanismos para suplir los requerimientos nutricionales en plantas, esencialmente los nutrientes se absorben por las raíces, pero se ha demostrado que mediante la fertilización foliar hay aprovechamiento de nutrientes tomados por las hojas, pero en menor cantidad comparado con la fertilización edáfica; los pastos pueden fertilizarse suplementariamente vía foliar de manera más rápida y cuando existan limitantes en la fertilización edáfica.

Una dificultad en el uso de aspersiones foliares, para suministrar elementos esenciales a los cultivos, es que la translocación del elemento aplicado no es lo suficientemente rápido como para sustituir la fertilización edáfica, los mayores éxitos con la fertilización se han obtenido con la aplicación de micronutrientes y con nitrógeno en plantas cultivadas en suelos realmente deficientes en estos elementos (ICA. s.f).

Para complementar el valor nutricional del pasto, es necesario proporcionarle los elementos menores que pudieran estar limitantes en el suelo o bien que puedan ser antagonizados por el efecto de aplicaciones de la enmienda y /o NPK. (Estrada, s.f)

No obstante estos resultados, la aplicación de fertilizantes foliares probablemente deban ser complementados con aplicaciones edáficas para garantizar una producción estable en la pradera, lo anterior en razón a que el periodo de evaluación de esta investigación fue de un semestre y se desconoce la sostenibilidad de la producción en periodos mayores. esto lo corrobora Salas (2002) quien manifiesta que la fertilización foliar por lo general se realiza para corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de macronutrientes tales como N, P, K, se reconoce que la fertilización foliar solo puede complementar, pero en ningún momento sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que la dosis a aplicar vía foliar son muy pequeñas en comparación con las dosis aplicadas al suelo para obtener buenos rendimientos.

Según Anaya (2014), un beneficio adicional de la utilización de PFM es el menor tiempo de fermentación que tiene el producto, haciendo uso de éste en menor plazo (15 días). Borrero (2009) indica que el tiempo de descomposición para abonos verdes y compost de cacao es de 90 días, fermentado de estiércol vacuno 30 días, biofertilizante de estiércol vacuno 16 días y abonos orgánicos foliares 15 días. Otro beneficio es la no utilización de estiércol de origen animal en la elaboración, evitando posibles efectos contaminantes por el mal manejo de éstos. Para la preparación de abonos orgánicos que incluyan estiércol bovino se debe tener en cuenta que éste sea fresco, de ganado sano y tener precaución con los forrajes que han sido fumigados con herbicidas (Pino, 2012).

Al aplicar PFM en sus distintas concentraciones, los resultados en producción fueron superiores que cuando se fertilizó de una manera convencional con NPK según análisis de suelos. Esto probablemente se deba al aporte de nitrógeno del PFM, ya que en la elaboración del Purín La Finca Mineralizado se incorporó material vegetal (botón de oro, chachafruto, ortiga y nacedero) plantas ricas en nitrógeno. Según Calle y Murgueitio (s.f.), las hojas frescas del botón de oro contienen alrededor de 3,5% de nitrógeno; 0,3% de fósforo y 3,8% de potasio.

Las leguminosas presentan un elevado valor nutritivo además de su necesidad de fijar nitrógeno y mejorar la relación C:N del suelo, caracterizándose por ser especies de una gran importancia en los ecosistemas, debido a que permiten la sustentabilidad de estos a través del tiempo. Polo (2010) quien reporta a Espinoza (2000) y Martin y Spiller (2007), afirman que el máximo crecimiento de las plantas solo es posible con un adecuado abastecimiento de nutrientes, los requerimientos van a variar según la especie y el crecimiento de cada una. Las gramíneas no solo requieren de fósforo sino que también tienen un alto consumo de nitrógeno.

Con los diferentes sistemas de fertilización evaluados, se pudo observar que ninguno de ellos afectó el vigor del pasto estrella, como tampoco se estimuló la presencia de plagas ni enfermedades, lo que permite definir que las variables determinantes en la toma de decisiones sobre el sistema a seguir en una finca está dado por la producción forrajera alcanzada pero en especial por los costos de fertilización por tonelada de forraje producido. Cerdas (2011) cita a Montico (2005), refiriendo que “la fertilización foliar se está convirtiendo en una práctica atractiva y barata para los productores porque, integrada a otras prácticas agronómicas, se orienta a la corrección de las deficiencias nutricionales, pues favorece el desarrollo de los pastos y mejora el rendimiento y la calidad del forraje. Si bien no sustituye a la fertilización tradicional, representa un respaldo para optimizar y satisfacer los requerimientos de nutrientes de un forraje que no pueden abastecerse mediante la fertilización del suelo”.

Jiménez (2011) menciona a Kolmans (1995) “en la agricultura ecológica, se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y una estabilidad de producción a través del tiempo, contrario a lo que ocurre con la agricultura convencional en donde con el uso excesivo de fertilizantes se observan problemas de sanidad y toxicidad en el suelo”.

En relación con los costos de preparación del biofertilizante Purín La Finca Mineralizado se determinó que para producir 200 litros de solución madre solo se invirtieron Cop \$120.000 (año 2013), el litro de PFM cuesta Cop \$600. Comparado con los demás fertilizantes, este tratamiento sale más económico para el productor. Si se toma como referencia el plan de fertilización edáfico como el 100% de los costos de fertilización, y con base en lo expuesto en la tabla 7 , se aprecia una reducción importante para cada uno de los demás tratamientos; siendo para la fertilización local convencional un 75% menos; para BP- 150 92% y para Oasis 93%; y destacándose que al producir y aplicar en la finca PFM, los costos de fertilización por tonelada de materia seca producida, disminuyen en 99% frente al control para las tres concentraciones de 40, 30 y 20 cc/L. esto lo corrobora el estudio realizado por Pino, M., Bravo, O., et al. (2014) en donde concluye que el tratamiento 100% biológico es el que presenta los menores costos de producción, destacando que el uso de fertilizantes orgánicos es una buena alternativa para producción de forraje y mejoramiento de praderas.

La facilidad que tiene el productor de acceder a las materias primas necesarias para la elaboración de biofertilizante, permite que estos productos puedan convertirse en una alternativa para que se logre disminuir paulatinamente el requerimiento de fertilizantes químicos- comerciales y un desarrollo del sector rural. Borrero, 2009 ratifica que el agricultor es dependiente de tecnologías industrializadas que tienen altos costos y no permiten el reciclaje ocasionando deterioro en el medio ambiente y dificultando así el progreso del campo. Además de los beneficios ambientales, se lograra un aprovechamiento de los residuos orgánicos producto de las actividades diarias de la finca.

4. CONCLUSIONES

Al aplicar diferentes sistemas de fertilización (foliar y edáfica), la respuesta en producción de materia seca se expresó diferente en términos estadísticos ($p=0.05$), observándose dos grupos homogéneos donde el tratamiento local edáfico de diferente fuentes nutricionales produjo 20,2 ton/ms/ha/año, seguido de PFM dosis 40cc/L de agua, 30 cc/L de gua, 20cc/L de agua con producciones de 19.7, 19.5, 18.9 ton/ms/ha/año respectivamente, BP -150 con 16,1 ton/ms/ha/año , edáfico con 15,8 ton/ms/ha/año y finalmente la aplicación con un fertilizante comercial OASIS con 13,9 ton/ms/ha/año expresado menor producción.

*La fertilización en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), con PFM con la dosis evaluadas fueron iguales estadísticamente ($p=0.05$), no obstante la mejor repuesta se obtuvo con la dosis 40cc/L de agua en producción de materia seca con 19,7 ton/ms/ha/año.*

Aunque la mayor producción de materia seca se obtuvo con el tratamiento local, esta fertilización en términos económicos es una de las que requiere mayor inversión (\$182.101), antecediendo la fertilización edáfica y con productos comerciales; caso contrario sucedió con la aplicación del biofertilizante PFM que resulto más económico dependiendo de la dosis utilizada, 20cc/Lt \$4.800; 30cc/Lt \$7.200 y 40cc/Lt \$9.600, requerido para fertilizar una ha.

Según los resultados obtenidos mediante la presente investigación se puede llegar a concluir que la fertilización foliar es un método bueno y confiable para la nutrición de las plantas siempre y cuando sea complementaria con la fertilización edáfica.

5. RECOMENDACIONES

Continuar investigando sobre el uso y beneficios de biofertilizantes en praderas, determinando dosis e insumos que puedan hacer del producto más eficiente en cuanto a producción de materia seca.

Evaluar mayores dosis de aplicación de purín la finca mineralizada con el fin de observar hasta donde se presenta el incremento de la producción y su relación con los costos.

Motivar a productores en la elaboración y utilización de biofertilizantes ya que este es de fácil y económica preparación.

En función a los resultados, se recomienda seguir las evaluaciones que permitan ajustar dosis, fuentes, épocas de aplicación de fertilización orgánica e inorgánica de forma racional para que se dé un balance entre ellas y permitir así mejorar la oferta y calidad de los forrajes.

Evaluar el efecto de PFM en tiempos más prolongados para verificar la sostenibilidad de la producción y la necesidad o no de combinar con fertilización edáfica en el largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Z. Manual de prácticas agroecológicas de los Andes ecuatorianos. 1996. [Citado junio, 2014]. Disponible en internet en <<http://www.biblioteca-pdf.com/2011/08/manual-de-practicas-agroecologicas-de.html>>.

ANAYA, S. SENA Servicio Nacional de Aprendizaje. Popayán, Colombia. Observación inédita, 2013.

ALVAREZ, J. Manual de compostaje para agricultura ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca. s.f. [Citado abril, 2014]. Disponible en internet en [http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual %20compostaxe.pdf](http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual%20compostaxe.pdf) p. 4.

BERNAL, J. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. IPNI International Plant Nutrition Institute. 2003. P. 13-14.

BORRERO, C. Abonos Orgánicos Guaviare, Colombia. Abonos orgánicos para una producción sana. 2009. [Citado junio, 2014]. Disponible en internet en <http://borrerosesar.wikispaces.com/file/view/ABONOS+ORGANICOS-CARTILLA-2009.pdf>>. p. 17-26.

CABALCETA, G. XI congreso nacional agronómico / III congreso nacional de suelos (19-23, julio, 1999: San José de Costa Rica) fertilización y nutrición de forrajes de altura. Centro de investigaciones agronómicas. Universidad de Costa Rica. 1999. 243-244 p. [Citado junio, 2014] disponible en internet en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_239.pdf>.

CALLE, Z. y MURGUEITIO, E. Botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña (s.f). En: Ganadería y ambiente. Carta Fedegan No 108. Disponible en internet en: <http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Boton_de_Oro_y_Ganaderia.pdf>. p. 56

CARPIO, J. Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad morada extranjera. Trabajo de grado ingeniería agrónoma. Riobamba, Ecuador: 2011. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de recursos naturales. [Citado junio, 2014] Disponible en internet

en <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/786/1/13T0708CARPIO%20JOSE.pdf>>. 21 p.

CERDAS, R. Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. Requerimientos nutricionales de los forrajes. 2011. Vol. 12, no. 24. [Citado abril, 2013]. Disponible en internet en <<http://www.redalyc.org/pdf/666/66622581007.pdf>>. p. 118. ISSN2215-2458.

CORPOICA CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. *Cynodon nlemfuensis* (Pasto Estrella, Tumba viejos). Boletín técnico [en línea]. ISBN 978-958-740-062-5. Bogotá, Colombia: 2013. p 40. Disponible en internet en: <http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_35.pdf>

CUESTA, P. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. 2005. En: Corpoica, vol. 6, no. 2 [Citado mayo, 2014]. Disponible en internet en <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/1_FundManejoPraderas_v6n2_pp5-13.PDF>. p. 5-9

DELGADO, O. Elaboración de un manual con prácticas agroecológicas enfocándose en la producción de alimentos sanos. Trabajo de grado ingeniería agrónoma. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias agropecuarias. 2012. [Citado mayo, 2014]. p 1. Disponible en internet en <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3249/1/TESIS.pdf>>.

ESTRADA, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Primera edición. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia: 2002.

ESTRADA, L. fertilización de potreros. [Citado julio, 2014]. <<http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/pastos%20y%20forrajes/Fertilizacion%20de%20Potreros.pdf>>.

EUSSE, J. Pastos y forrajes tropicales – Producción y manejo. Colombia: 1994. Tercera Edición. Banco Ganadero. p. 123, 126, 127, 138, 139

EVALUACIONES AGROPECUARIAS MUNICIPALES DEL CAUCA (secretaria del Cauca 2006.)

FEDEGAN. Plan estratégico de la ganadería de Colombia 2019. (PEGA 2019). Colombia: 2006. Disponible en internet en: <http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf>.

FONDO GANADERO. Manejo de praderas. s.f. [Citado junio, 2014]. Disponible en internet en <<http://fondoganaderohn.com/praderas.pdf>>

FORERO, R. Agricultura y Ganadería Tropical. s.f. [Citado junio, 2014]. Disponible en internet en <http://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/08_article02_es.pdf>

GAMARRA, J. Documentos de trabajo sobre economía regional. La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza. En: Banco de la República. Bogotá: 2007. no. 95. [Citado junio, 2014] Disponible en internet en <http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-95.pdf>

GUTIÉRREZ, M. Pastos y forrajes en Guatemala: su manejo y utilización, base de la producción animal. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Zootecnia. Guatemala: 1996. 318 p.

ICA INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Bogotá, Colombia. Manual de asistencia técnica No 25.

IGAC INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento del Cauca. Bogotá: 2009. ISBN: 978-958-8323-31-2

JIMÉNEZ, E. Aplicación de Biol y Fertilización Química en la Rehabilitación de praderas "Aloag- Pichincha". Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Sangolqui, Ecuador: 2011. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de ciencias agropecuarias I.A.S.A. [Citado junio, 2014]. Disponible en internet en <<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4664/1/T-ESPE-IASA%20I-004573.pdf>>. 1-2 p.

L.M. THOMPSON y F.R. TROEH. Los suelos y su fertilidad. España: 2002. [Citado Septiembre, 2014]. Disponible en internet en <<http://books.google.com.co/books?id=AegjDhEIVAQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>>.

LOZANO, M., et al. Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes, opción tecnológica para el valle cálido de alto magdalena [En línea]. CORPOICA - MADR. Tibaitatá: 2006. [Citado mayo, 2014]. p 10-1. Disponible en internet en <<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Silvopastoriles.pdf>>.

MACHADO, R., et al. Evaluación del establecimiento de una colección de accesiones de *Brachiaria brizantha* asociadas con *Stylosanthes guianensis* CIAT-184. Pasto y forrajes. Matanzas, Cuba: 2012. No 2. Vol 35. ISSN 0864-0394. Disponible en internet en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000200003&script=sci_arttext>.

MARTIN, B. y SPILLER, L. Fertilización foliar en pasturas: Una estrategia de uso. En: Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Agosto, 2007. [Citado mayo, 2014]. Disponible en internet en <<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/7AM22.htm>>. ISSN: 16698584.

MELÉNDEZ, G. y SOTO, G. Taller de abonos orgánicos. 2003. [Citado junio, 2014]. Disponible en Internet en <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.

MONTICO, S. Fertilización foliar en pasturas: una alternativa. En: Facultad de Ciencias Agrarias UNR: Abril, 2005. [Citado abril, 2014]. Disponible en internet en <<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/7AM22.htm>>. ISSN: 16698584.

NAVAJAS, V. Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria híbrido Mulato*. Trabajo de grado Magister en Ciencias Agrarias. Bogotá D.C., Colombia.

PETERS, M; FRANCO, L.H.; SCHMIDT, A.; HINCAPIÉ, B. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia: 2011. Publicación CIAT no. 333.

PINO, M. Apoyo técnico en la realización de pruebas piloto para el mejoramiento de pasturas mediante la aplicación de biofertilizante y seguimiento a la calidad de leche dirigido a pequeños productores del Resguardo Indígena de Guachicono, La Vega (Cauca). Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Popayán, Cauca: 2012.

PINO, M., BRAVO, O., et al. Evaluación de biofertilizantes en las praderas del departamento del Cauca. FUNDACION ALPINA. Bogotá, Colombia: 2014. p. 14-56.

POLO, E. Efecto de la Fertilización Nitrogenada y Leguminosa *Arachis pintoi* CIAT 17434, en la Producción de Materia Seca y Composición Química del Pasto *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 (Mulato II). 2010. En: Instituto pro mejoramiento de la ganadería. no. 6. [Citado junio, 2014]. Disponible en Internet en <<http://www.promega.org.pa/revista/Promega6.pdf>>. ISSN: 1814-6147

SALAS, R. Cap. II. Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. En: Meléndez, G. y Molina, E. fertilización foliar: principios y aplicaciones. Costa Rica: 2002.P.13

STEHMAN, C. Purines Orgánicos. [Citado mayo, 2014]. Disponible en Internet en <<http://www.reddehuertas.com.ar/textos01a10/00405lospurines.htm>>

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

VILLALOBOS, L. y ARCE, J. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*cynodon nlemfuensis*) En la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. Disponibilidad de Biomasa y fenología. En: Centro de investigaciones en nutrición animal y escuela de zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2013. [Citado mayo, 2014]. p 92. Disponible en Internet en <<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/10715/10107>>.ISSN: 0377-92424.

ANEXOS

ANEXO A. ESTUDIO DE SUELOS

ANALITICA LTDA.

ANÁLISIS DE SUELOS POR FOTOMETRÍA- RQ-FLEX 1034/28/08/13

NOMBRE DEL PROPIETARIO: CLAUDIA CERÓN
DIRECCIÓN Y TELÉFONOS: FINCA EL REMANSO 315 2574784
NOMBRE DE LA FINCA: EL REMANSO
VEREDA: PISOJÉ ALTO
MUNICIPIO: POPAYÁN
CULTIVOS: PASTOS MEJORADOS

RESULTADOS DE LA REFLECTOMETRÍA No 1				
ELEMENTO ANALIZADO	RESULTADO MUESTRA	DISPONIBIL. ASIMILABLE	REQUERIM Kg./Ha./Año	DEFICIEN X EFICIENCIAS
PH -Grados-	5,50	5,50	6,5	1,00
N - Total %	0,41	81,12	250	337,76
N - NO 3 %	0,07	13,56	0	0,00
N - NO 2 %	0,18	36,48	0	0,00
N - NH 4 %	0,16	31,08	0	0,00
P -ppm.	7,34	33,59	75	207,03
K - meq./100 gr.	0,28	200,00	250	100,00
Ca-meq./100 gr.	0,80	320,00	800	480,00
Mg-meq/100 gr.	1,00	243,00	500	257,00
Na-meq/100 gr.	0,02	0,02	0	-0,02
AL-meq/100 gr.	0,70	0,70	0	0,70
Satur. De Al-%	25,24	25,24	0	25,24
Textura	F.A.R			

ANEXO B. FORMATOS DE EVALUACIÓN ENSAYO FERTILIZANTES FOLIARES

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

Dónde:

Rep: Repetición, **Cob:** Cobertura, **Alt:** Altura, **A Mal:** Área malezas, **A des:** Área descubierta, **PI:** Plagas, **Enf:** Enfermedades, **Flor:** Floración, **Vain:** Vaina, **MVT:** Materia Verde Total, **MVS:** Materia Verde Seca, **PPS:** porcentaje de semilla seca, **Obse:** Observaciones.

FORMATO DE EVALUACION ENSAYO FERTILIZANTES FOLIARES

FINCA : EL REMANSO

FECHA: 30 -SEP-2013

#	Trat	Rep	vigor	cob	Alt	Plagas	Enf	Flor	MVT	MVS	PSS	MS	obs
1	T ₂	R3	3	80	23	1	---	80	71	24			Malezas 5%
2	T ₅	R1	4	90	29,3	1	---	70	271	22			5%
3	T ₃	R3	4	95	26	1	---	90	331	21			Sombra 1 %
4	T ₁	R2	4	95	30,6	1	---	60	485	12			
5	T ₀	R1	5	100	42	1	---	60	545	17			
6	T ₄	R3	5	100	29,3	1	---	50	273	19			
7	T ₆	R2	3	100	21,3	1	---	80	317	22			
8	T ₁	R1	3	90	14,6	1	---	60	174	24			Malezas 5 %
9	T ₃	R2	4	100	30	1	---	80	358	17			
10	T ₄	R1	3	100	23	1	---	40	440	21			Sombra
11	T ₅	R3	3	100	24,6	1	---	50	370	20			
12	T ₂	R2	4	100	29,6	1	---	80	346	18			
13	T ₆	R1	4	100	26,6	1	---	90	274	19			
14	T ₀	R3	4	100	27,3	1	---	80	256	20			
15	T ₆	R3	3	95	14	1	---	90	221	24			Sombra-maleza 5%
16	T ₁	R3	3	100	24	1	---	90	120	28			Malezas 1%
17	T ₀	R2	4	100	26,6	1	---	90	383	19			
18	T ₃	R1	3	100	13,3	1	---	90	322	24			
19	T ₅	R2	4	100	25	1	---	90	295	25			
20	T ₂	R1	4	100	21,3	1	---	80	297	22			Malezas 1%
21	T ₄	R2	4	100	24	1	---	80	304	24			

Toledo

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21

Camino

monte

Estrella

FORMATO DE EVALUACION ENSAYO FERTILIZANTES FOLIARES

FINCA : EL REMANSO													
FECHA : 6 / NOVI / 2013													
#	Trat	Rep	vigor	cob	Alt	Plagas	Enf	Flor	MVT	MVS	PSS	MS	Obs
			1 - 5	%	Cm	1 - 4	1 - 4	%	g	g	g	%	
1	T ₂	R3	3	50	31,6	1	--	5	169				Presencia de malezas
2	T ₅	R1	3	100	33	1	--	60	416				
3	T ₃	R3	4	100	45	1	--	50	351				
4	T ₁	R2	2	90	29,6	1	--	20	315				Despunte ganado
5	T ₀	R1	5	100	48	1	--	5	212				
6	T ₄	R3	5	100	44,3	1	--	20	277				
7	T ₆	R2	3	95	29,6	1	--	40	176				
8	T ₁	R1	3	100	33	1	--	10	189				
9	T ₃	R2	4	100	39,6	1	--	70	266				
10	T ₄	R1	5	100	37,6	1	--	10	352				
11	T ₅	R3	5	100	45	1	--	50	423				Despunte ganado
12	T ₂	R2	4	100	36,6	1	--	20	325				
13	T ₆	R1	4	100	38,3	1	--	10	330				
14	T ₀	R3	4	100	32,3	1	--	10	154				Despunte ganado
15	T ₆	R3	3	100	41	1	--	30	195				
16	T ₁	R3	2	100	34,3	1	--	80	285				
17	T ₀	R2	3	100	36	1	--	10	335				Despunte ganado
18	T ₃	R1	4	100	41	1	--	10	318				Despunte ganado
19	T ₆	R2	3	100	29,3	1	--	10	367				
20	T ₂	R1	3	100	36	1	--	20	220				
21	T ₄	R2	3	100	34,3	1	--	40	260				Despunte ganado

Teleso

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21

Camino monte

Estrella

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	7,476	6	1,246	1,945	,084
	Intra-grupos	49,333	77	,641		
	Total	56,810	83			
COBERTUR	Inter-grupos	3336,310	6	556,052	1,420	,218
	Intra-grupos	30162,500	77	391,721		
	Total	33498,810	83			
ALTURA	Inter-grupos	576,206	6	96,034	1,066	,390
	Intra-grupos	6938,767	77	90,114		
	Total	7514,972	83			
FLORACIO	Inter-grupos	4197,619	6	699,603	,708	,644
	Intra-grupos	76077,083	77	988,014		
	Total	80274,702	83			
MSPORCIE	Inter-grupos	38,434	6	6,406	,699	,651
	Intra-grupos	705,676	77	9,165		
	Total	744,110	83			
MSPRODN	Inter-grupos	2725,200	6	454,200	1,590	,161
	Intra-grupos	21993,040	77	285,624		
	Total	24718,240	83			