

**Evaluación de dos tratamientos sobre el desarrollo productivo y vegetativo de
Cynodon nlemfuensis (pasto estrella)**

Carlos William Muñoz

**Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Ambientales, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)
Programa de Zootecnia
CEAD Popayán
2020**

Estimación de la base forrajera de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) mediante DCBA con tres tratamientos en la finca de la UNAD Popayán

Carlos William Muñoz

Proyecto Aplicado como requisito parcial para optar el título de Zootecnista

**Asesor
Paulo Andrés Castro León Zoot. MSc.**

**Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Ambientales, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)
Programa de Zootecnia
CEAD Popayán
2020**

Índice

INTRODUCCIÓN.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS.....	17
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
MARCO REFERENCIAL	18
MARCO TEÓRICO.....	18
<i>Forrajes tropicales</i>	18
<i>Cynodon nlemfuensis (Pasto Estrella)</i>	19
METODOLOGÍA	21
ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	21
EL ENFOQUE DISCIPLINAR DE LA INVESTIGACIÓN	21
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	22
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
VARIABLES E HIPÓTESIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	22
PLAN DE ACCIÓN.....	25
RESULTADOS.....	25
ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MV POR HECTÁREA.....	26
<i>Aprestamiento del terreno</i>	26
<i>Aforos</i>	32
COSTOS DE LA PRÁCTICA CON PASTO ESTRELLA (CN).....	35
EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA ALTURA DEL PASTOESTRELLA (CN)	36

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	48

Lista de Anexos

Anexo A. Plan de enmiendas	49
Anexo B. Datos de los aforos realizados	50
Anexo C. Prueba de normalidad para la altura del pasto estrella.....	52
Anexo D. Presupuesto del proyecto aplicado	54
Anexo E. Cronograma de actividades.....	55

Lista de Figuras

Figura 1. Diseño de los bloques en el área de siembra	27
Figura 2. Tratamiento nitrogenado	30
Figura 3. Lombricompost utilizado.....	31
Figura 4. Datos de los aforos ingresados a Minitab 17	33
Figura 5. Prueba de normalidad	33
Figura 6. Análisis de varianza de MV	34
Figura 7. Análisis de medias para los tratamientos.....	35
Figura 8. Datos de la altura del pasto estrella a los 30,60 y 90 días después del primer corte.....	37
Figura 9. ANOVA para altura a los 30 días del primer corte	37
<i>Figura 10. ANOVA para altura a los 60 días del primer corte</i>	<i>38</i>
Figura 11. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 30 días después del primer corte	38
Figura 12. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 60 días después del primer corte	39
Figura 13. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 90 días después del primer corte	39

Lista de Fotos

Fotografía 1. Ganado de leche en hacienda Balcones, Julumito, municipio de Popayán ..	14
Fotografía 2. Diseño de los bloques en el área de siembra	27
Fotografía 3. Limpieza, medición y delimitación del terreno	28
Fotografía 4. Delimitación de los bloques en el terreno	28
Fotografía 5. Encalado del terreno	29
Fotografía 6. Realización de las calles y los surcos en el área de siembra	29
Fotografía 7. Siembra el pasto estrella por estolones	30
Fotografía 8. Tratamiento nitrogenado	30
Fotografía 9. Lombricompost utilizado	31
Fotografía 10. Aplicación de los tratamientos de forma aleatoria en los bloques	31
Fotografía 11. Primeros brotes de pasto estrella	32
Fotografía 12. Datos de los aforos ingresados a Minitab 17	33
Fotografía 13. Prueba de normalidad	33
Fotografía 14. Análisis de varianza de MV	34
Fotografía 15. Análisis de medias para los tratamientos	35
Fotografía 16. Datos de la altura del pasto estrella a los 30,60 y 90 días después del primer corte	37
Fotografía 17. ANOVA para altura a los 30 días del primer corte	37
<i>Fotografía 18. ANOVA para altura a los 60 días del primer corte</i>	<i>38</i>
Fotografía 19. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 30 días después del primer corte	38

Fotografía 20. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 60 días después del primer corte	39
Fotografía 21. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 90 días después del primer corte	39

Lista de Tablas

Tabla 1. Codificación de los tratamientos.....	27
Tabla 2. Resultado de los aforos realizados.....	32
Tabla 3. Costos de los tratamientos	35
Tabla 4. Datos de altura (cm) del pasto estrella bajo los tratamientos empleados	36
Tabla 5. Incremento de la altura del pasto estrella con fertilización nitrogenada versus testigo.....	41

Resumen

Se realizó la evaluación de *Cynodon nlemfuensis* (Pasto Estrella), entre los meses de Junio y Diciembre de 2019; bajo dos métodos de fertilización (nitrogenado y orgánico), utilizando un diseño por bloques completamente al azar (DCBA); las variables evaluadas fueron altura y producción de materia verde por hectárea; los tratamientos fueron T1: testigo sin fertilización, T2: nitrogenado, con urea, y T3: orgánico, con Lombricompost, en la granja de la UNAD en el Campus de Popayán, sector de Pisojé. Para ello, se realizó estudio de suelo, se establecieron los cuadros de los bloques en un área de 50 m², se realizó la siembra según el diseño aleatorio, en cuadros de 1.66x2.50 m y se estableció el marco de aforos, así como las fechas de recolección de la información para el análisis de datos utilizando software estadístico Minitab 17.

Se encontró que existe diferencia significativa entre los tratamientos y los bloques a un nivel de confianza de 10 % siendo el mejor método de fertilización el nitrogenado porque produce más materia verde por hectárea, es económico y el crecimiento o altura del forraje es mayor a los 30 y 60 días del primer corte, en comparación con tratamiento testigo y orgánico, que resultó ser el más caro y menos eficiente.

Palabras clave

Cynodon nlemfuensis, fertilización, orgánico

Abstract

The evaluation of *Cynodon nlemfuensis* (Pasto Estrella) was carried out between the months of June and December 2019; under two fertilization methods (nitrogen and organic), using a completely randomized block design (DCBA), the variables evaluated were height and green matter production per hectare; the treatments were T1: control without fertilization, T2: nitrogen, with urea, and T3: _organic, with Lombricompost, at the UNAD farm in the Popayán Campus, PISOJÉ sector. For this, a soil study was carried out, the tables of the blocks were established in an area of 50 m², sowing was carried out according to the random design, in 1.66x2.50m frames and the capacity frame was established, as well as the Data collection dates for data analysis using statistical software Minitab 17.

It was found that there is a significant difference between treatments and blocks at a confidence level of 10%, the best method of fertilization being nitrogen because it produces more green matter per hectare, is economical and the growth or height of the forage is greater than 30 and 60 days of the first cut, compared to control and organic treatment, which proved to be the most expensive and least efficient.

Keywords

Cynodon nlemfuensis, fertilization, organic

Introducción

En este documento se aborda la estimación de la base forrajera de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) mediante DCBA con dos tratamientos en la finca de la UNAD Popayán, estudiándose las variables producción de forraje en toneladas por hectárea y la altura.

La investigación, dentro de la línea de investigación de ECAPMA denominada Alimentación, metabolismo y nutrición animal, responde a la necesidad que existe hoy de buscar alternativas de nutrición animal en las que se garantice la producción de pastos de alta calidad, producidos con criterios de sustentabilidad, dado que el uso de fertilizantes químicos tiene efectos negativos sobre el entorno; de allí que, se explore el potencial de métodos de fertilización orgánicos, siguiendo criterios de agricultura biológica. Es esta la razón por la que se contrasta los métodos de fertilización químico y orgánico, utilizando Lombricompost.

Se busca con esta investigación establecer los requerimientos más favorables para la utilización de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) como fuente de alimentación para el ganado bajo las condiciones climatológicas y de suelo existente en la meseta de Popayán.

Planteamiento del Problema

(Tucker, 2018) afirma que los sistemas productivos ganaderos han evolucionado en diferentes partes del mundo desde una gestión de los sistemas forrajeros hasta el manejo de grandes rebaños de ganado encerrados en estructuras que no tienen contacto con el entorno circundante, con lo cual se han generado consideraciones relativas al bienestar de los animales, además de aquellas relativas a la nutrición.

Tal evolución de la gestión de los sistemas productivos ganaderos ha sido motivada en los conocidos impactos ambientales adversos que tiene para el suelo y para el medio ambiente

esta actividad, particularmente cuando es de tipo extensivo, ya que el detritus orgánico del ganado contribuye a agudizar el ritmo del calentamiento global porque emite metano al entorno. Por ello,(Chalup & Fava, 2019) afirman que “ la ganadería es uno de los sectores económicos con repercusiones más graves en el ambiente, en todos los niveles, desde el local a lo mundial”(p.71). Luego, (Chalup & Fava, 2019) exponen que

La práctica de la ganadería cuando es realizada de forma que sobrepasa la capacidad de recuperación del suelo y vegetación, produce consecuencias negativas al ambiente. En esta actividad, denominada sobrepastoreo, el pisoteo produce una modificación de los horizontes del suelo, generando y/o contribuyendo a fenómenos de erosión hídrica o eólica, que, en algunos casos, lleva a procesos de desertificación y en ambientes vulnerables esta práctica degrada los suelos y la biodiversidad, disminuyendo el stock provocando la insostenibilidad de la práctica. (p.72)

Por otra parte,(Vergara, 2010) atribuye la poca productividad de la ganadería extensiva en Colombia a que dedica mucha superficie a la actividad y tiene una estructura anacrónica, que redundante en bajos niveles de rentabilidad económica, poco empleo y altos impactos negativos al medio ambiente. Sin embargo, distintos factores hacen que esta actividad sea factible en distintos espacios geográficos del país, contribuyendo a la conformación del paisaje y reconfigurando sus características. Para aumentar su rentabilidad, se ha promovido la adopción de distintos forrajes que permiten al ganadero disminuir los costos de producción a la vez que se cumplen con los requerimientos nutricionales de los rumiantes y se preserva su salud.

En este orden de ideas, según (Enciso & Burkart, 2018) diversas instituciones en Colombia, como el CIAT, han promovido los desarrollos tecnológicos en cuanto a forrajes tropicales mejorados y técnicas silvopastoriles que sirvan para mejorar la calidad de los forrajes y su adaptabilidad, minimizar los impactos ambientales y aumentar la producción.

En contraste, en la práctica, los ganaderos en regiones como el Cauca, enfrentan problemas de tipo económico y de capacitación para la implementación de estas tecnologías, de modo que persiste la problemática de pocos animales por hectárea y ganadería poco productiva y con impactos ambientales negativos.

Por tanto, en el municipio de Popayán, es escasa una actividad ganadera rentable, estructurada, que involucre experiencias sobre manejo silvopastoril y de forrajes mejorados, con prácticas de agricultura biológica, que conviertan los sistemas productivos ganaderos en sistemas sostenibles desde la óptica de la triple línea base: económico, social y ambientalmente.

En este escenario destaca la hacienda Balcones, Julumito, municipio de Popayán, una de las pocas dedicada a la producción de leche tecnificada en la región, con 94 vacas, una producción diaria de 1200 L, que le ha valido ser certificada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); sin embargo, los costos de los forrajes, el manejo de las plagas como la garrapata, la inversión en infraestructura, son factores que atentan contra la rentabilidad de la hacienda.



Fotografía 1. Ganado de leche en hacienda Balcones, Julumito, municipio de Popayán

Fuente. Cifuentes y Alban (2014), p.25

Para enfrentar esta problemática, se está pensando en la utilización de forrajes tropicales de rápido crecimiento y de alto valor nutricional idóneos para el establecimiento de sistemas silvopastoriles que sirvan para mejorar el rendimiento de la producción lechera puesto que , como explica (National Academy Press, 2001), “ la ingesta de materia seca(o verde) es u de importancia fundamental en la nutrición porque establece la cantidad de nutrientes disponibles para el animal para su salud y producción”(p.3). Luego, seleccionar un forraje de alta productividad de materia verde o seca por hectárea, y explorar métodos de fertilización que maximicen tal rendimiento, es una tarea que se requiere en la hacienda Balcones.

En consecuencia, se propone la evaluación de la producción de materia verde, de la talla y el color de *Cynodon nlemfuensis* (Pasto Estrella), utilizando un DCBA, con cuatro repeticiones, y dos tratamientos (químico y uno con abono orgánico a base de humus de lombriz californiana), con miras a una ganadería sustentable en la hacienda Balcones, Julumito, municipio de Popayán.

Justificación

Desde la perspectiva teórica, comparar el rendimiento de producción de materia verde y rapidez de crecimiento de los forrajes tropicales bajo diversas opciones de fertilización del suelo, incluyendo estrategias orgánicas es interesante porque implica investigar las tendencias actuales en sostenibilidad de las cadenas de producción ganadera, en los avances en nutrición animal y forrajes tropicales para seleccionar la mejor dieta ya que, como afirma(Wu, 2018), los animales prefieren alimentos con alta digestibilidad y con un gran potencial de energía y nutrientes, así como de contenido proteico, existiendo una correlación positiva entre digestibilidad e ingesta de alimento; los rumiantes, en particular, poseen la capacidad de seleccionar los alimentos con los contenidos proteicos que necesitan, de entre una gran variedad de forrajes.

Desde el punto de vista práctico, con esta investigación aplicada se tienen en cuenta los hitos señalados por (Burkart et al., 2018) entre los cuales se pueden señalar las grandes presiones que por alimentos se darán en el mundo hacia el año 2050, cuando la población mundial alcance los 10000 millones, necesiándose un 50% más de alimentos, requiriendo que la ganadería colombiana sea mucho más competitiva y sostenible, mitigando sus impactos ambientales, para cumplir la meta del acuerdo de París de reducir la emisión de gases de invernadero a un 14.5% desde su actual valor de 18%, ser más eficiente, con mayor grado de innovación, permitiendo aumentar su catálogo ganadero, que en la actualidad es de 23.5 millones de cabezas, con una densidad de carga de 0.6 UA/Ha, y una contribución de tan solo 1.4% del PIB nacional, con una cadena de valor ganadera orientada al mercado, la calidad e inocuidad de los productos, la máxima protección del medio ambiente, para producir más leche, para generar más empleo.

Así, esta investigación contribuye a que los ganaderos de Popayán, particularmente los de la hacienda Balcones, tengan alternativas que les permita elevar la capacidad de carga de 0.5UA/Ha, actualmente existente en la región, para que sean más eficientes y la producción sea sostenible, buscando estrategias de fertilización que minimicen los costos y maximicen la producción, pero con la mente puesta en la agricultura biológica como opción a largo plazo. Por ello, se utiliza la agricultura orgánica, que para (M. Altieri, 2018) es

Un sistema de producción que soporta la producción agrícola evitando o excluyendo en gran medida los pesticidas y fertilizantes sintéticos. Si es posible, fuentes externas, tales como los combustibles y químicos comerciales, se remplazan por recursos encontrados en la finca o cerca de la misma. (p.179)

Objetivos

Objetivo general

Evaluación de dos tratamientos sobre el desarrollo productivo y vegetativo de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella).

Objetivos específicos

1. Estimar la cantidad de forraje producido en materia verde (MV) por Hectárea del pasto estrella (CN) manejado bajo diferentes tipos de fertilización.
2. Estimar los costos de producción para los tratamientos con el fin de determinar el mejor costo por kg de MV.
3. Evaluar el efecto de los fertilizantes sobre la altura del forraje, realizando a los 30,60 y 90 días después del primer corte.

Marco Referencial

Marco Teórico

Forrajes tropicales.

(Mcgilloway, 2005) expone cómo los diferentes forrajes se pueden transformar de forma eficiente en productos como carne o leche, siendo importante la conservación de los forrajes en silos, porque en la actualidad las plantas forrajeras y pastos son un recurso global, de importancia dadas las tendencias que hacia 2020 la demanda en carne y leche del mundo se va a disparar. En consecuencia, los géneros y subgéneros de forrajes tropicales deben ser estudiados mejor y recolectarse en mayores cantidades, utilizando biotecnología para mejorar sus características para soportar programas de zootecnia.

(Humphreys, 1981) expone la importancia de conocer la distribución geográfica de los pastos y forrajes tropicales, su capacidad de variación genética, su grado de adaptabilidad al medio, los mecanismos de supervivencia empleados por estos, así como los riesgos climáticos que amenazan su supervivencia tales como las sequías, su tolerancia al frío, entre otros.

Además, (Humphreys, 1991) considera que la función de los forrajes tropicales es la de “alimentar a los animales, contribuir a la estabilidad de los paisajes y de algunos sistemas de cultivo, [...] para estos forrajes se conviertan en productos animales y se dispongan en sistemas productivos que devengan en ecosistemas resilientes”(p.1).(M. A. Altieri & Nicholls, 2005) exponen como estrategias para aumentar la resiliencia de los ecosistemas: el mejoramiento del reciclaje de la biomasa y la disponibilidad de nutrientes; asegurar las condiciones favorables del suelo para el crecimiento de las plantas; minimizar las pérdidas en los flujos de agua, aire y radiación solar; diversificación de especies y genética, y mejorar las interacciones biológicas benéficas.

(M. Altieri, 2018) expresa que

La agricultura sostenible se refiere, en general, a un modo de cultivo que intenta proporcionar una producción sustentable de largo plazo por medio del empleo de tecnologías de manejo ecológicamente sanas. Esto requiere ver la agricultura como un ecosistema, de modo que los cultivos se enfocan no en alta productividad sino en la optimización del sistema como un todo (p.32).

***Cynodon nlemfuensis* (Pasto Estrella).**

(Hernández & Pereira, 1981) expresan que

El pasto estrella, junto a otras siete especies, pertenece al género *Cynodon*, diferenciándose de *C. dactylon* por no presentar rizomas, caracterizándose por sus largos y fuertes estolones (23 m en algunos casos). De acuerdo a la agrupación de las especies de *Cynodon* hecha por Harlan, De Wet y Rawal (1970) *C. nlemfuensis* es originario del África Oriental, extendiéndose a varios países tropicales como Panamá, Guadalupe, República Dominicana, Cuba, México y en Puerto Rico, comenzando a ser en este último el pasto más extendido, el cual ha llegado a producir aproximadamente 30% más en ganancias de peso que la pangola bajo condiciones típicas de la región húmeda montañosa (Caro-Costas, Abruña, Vicente-Chandler, 1972), (p.121).

(Hernández & Pereira, 1981) consignan también que

El pasto estrella es una gramínea perenne, rastrera, con largos y fuertes estolones. En su inflorescencia se presentan varios verticilos que se originan en un punto común (digitadas) pudiendo variar en coloración de acuerdo a la variedad. Las espiguillas, al igual que en otras especies del género *Cynodon* se encuentran a un sólo lado del raquis y se desarticulan por encima de las glumas. Sus hojas, de superficie semi escabrosa y bordes lisos, son de medianas a largas, modificando su coloración verde de acuerdo a la variedad, fertilización u otras condiciones ambientales. Los tallos, rastreros o erectos son robustos y bien ramificados,

presentando un sistema radicular muy profuso y profundo de acuerdo a su hábito de crecimiento. Se propaga vegetativamente y produce una cubierta densa en un periodo relativamente corto. (p.121)

C. nlemfuensis presenta dos variedades morfológicamente distintas y bien separadas genéticamente, pero se han encontrado tipos intermedios que se cruzan fácilmente con ambas variedades botánicas (Harlan, De Wet y Richardson, 1969). La variedad robusta es más fácilmente reconocible por sus racimos muy largos, delgados y dispuestos en un verticilo. El largo de la gluma a menudo excede el 75% del largo de la espiguilla. Las plantas son grandes y robustas y el follaje suave y tierno, pero no tan peloso como en *C. plestostachyus* (Harlan, 1970). Las plantas de la variedad *nlemfuensis* tienden a ser más finas, menos robustas. Los racimos son más cortos, dispuestos en un verticilo simple; esta variedad es capaz de tolerar más color y sequía que la variedad robusta. (p.122)

(Omaliko, 1980) enfatiza en la importancia de la fecha del primer corte y la frecuencia de corte sobre la producción y calidad del pasto estrella, demostrando que retardos en el primer corte, particularmente en las estaciones tropicales de marzo y abril, como sucede en Guinea Ecuatorial, incrementan la producción de MS; este mismo efecto se logra si se realizan los cortes con intervalos de 3 semanas, pasándose de los 6800 kg/Ha a los 13000 Kg/Ha de MS.

(Weinmann, 1950) establece la importancia del tratamiento aplicado para abonar el pasto estrella porque esto incide en su productividad y afirma que “un pasto estrella bien fertilizado posee una productividad muy superior a la de los pastos naturales” (p.143). Recomienda que, si se usan tratamientos de sulfato de amonio, se debe utilizar cal para controlar la acidificación del suelo derivada de este procedimiento.

(Sotomayor-ríos & Pitman, 2001) explican que el género *Cynodon* ha sido de utilidad en entornos particularmente húmedos, fértiles, estando adaptadas algunas de las especies del género a climas más frescos y con suelos alcalinos y aún salinos. Afirman que este género, originario de África, comprende algunos de los forrajes más importantes del mundo, estando el taxon *Cynodon nlemfuensis*, con dos variedades, robusta y nlemfuensis. Esta última se ha adoptado en los trópicos, en regiones de las latitudes de América Latina, como Colombia, donde su resistencia a las enfermedades, a los insectos, su agresividad y vigor le ha valido para ser adoptada ampliamente. También, Pitman et al.,(2001), explican que los patrones climáticos en las grandes regiones tropicales definen características específicas de adaptación de los forrajes tropicales, que permiten una clasificación de los mismos.

Metodología

Enfoque de investigación

Es una investigación cuantitativa porque el proceso es secuencial y probatorio, utiliza la recolección de datos para probar las hipótesis planteadas referentes a una problemática delimitada y concreta, mediante el análisis estadístico (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2014).

El enfoque disciplinar de la investigación

Esta es una investigación aplicada, porque busca una solución práctica de un problema que se ha identificado, fundamentando la solución en un proceso con enfoque científico; sus actividades están encaminadas a la resolución del problema siguiendo pautas de investigación básica; se va a realizar en la finca de la UNAD en Popayán, ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 1760 metros y una temperatura promedio de 18 grados centígrados, en el sector de Pisojé.

Diseño de investigación

Su diseño es experimental porque se utiliza el diseño experimental de bloques completos al azar (DCBA), que, de acuerdo a (Montgomery, 2017) es un diseño que tiene como objetivo reducir el error experimental lo más posible, lográndolo porque “ cada bloque contiene todos los tratamientos, lográndose una unidad experimental más homogénea para comparar los tratamientos, eliminando la variabilidad entre bloques”(p.136) .

De acuerdo con Hernández et al., en un diseño experimental “se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador” (p.129)

Alcance de la investigación

El alcance del estudio es descriptivo porque se describen de forma fehaciente las relaciones entre las variables. De acuerdo con Hernández et al., el alcance descriptivo “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. [...] Se pretende medir o recoger información sobre los conceptos o las variables involucradas” (p.92).

Variables e hipótesis del diseño experimental

Las variables a estudiar son: la altura pasto estrella, medida en centímetros y la producción de materia verde en toneladas por hectárea. El nivel de confianza utilizado es del 10%, lo que implica un intervalo de confianza del 90% para los datos. La información se procesa mediante el software estadístico Minitab 17.

DCBA es uno de los diseños experimentales más utilizado en la práctica porque permite reducir el error experimental que no podemos controlar y que tampoco sabemos cómo va a afectar las variables.

Montgomery (2017) modela este diseño diciendo que en general hay a tratamientos que deben ser comparados y b bloques; existe una observación por cada tratamiento en cada bloque, y el orden que siguen estos tratamientos es aleatorio; el modelo estadístico se expone en el formato tradicional de modelo de efectos, como se muestra a continuación.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + c_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde, μ representa la media total, τ_i , es el efecto del tratamiento i -ésimo, β_j representa el efecto del j -ésimo bloque, y c_{ij} es el término de error aleatorio.

En este tipo de diseño, interesa probar la igualdad de medias de los tratamientos, para lo que las hipótesis de interés se pueden describir, así:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1: \text{al menos uno de los } \mu_i \neq \mu_j$$

Estas hipótesis, se pueden reescribir en términos de los efectos de los tratamientos, de la siguiente manera:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$$

$$H_1: \tau_i \neq 0, \text{ para al menos un } i$$

Con base en estas ideas, se pueden plantear las hipótesis para las variables estudiadas en esta práctica, es decir, la altura y la producción de materia verde, para el pasto estrella, con el fin de mirar cuál de los tratamientos es el mejor, al nivel de confianza prefijado.

Las hipótesis para la variable altura son las siguientes:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3$$

Donde $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$,son las medias de la altura bajo los diferentes tipos de fertilización utilizada.

Las hipótesis para la variable materia verde producida son las siguientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Donde μ_1, μ_2, μ_3 ,son las medias de la producción de forraje bajo los diferentes tipos de fertilización utilizada.

Existen dos requisitos importantes que deben satisfacerse: primero que los datos sean normales, de manera que se pueda aplicar el análisis Anova; segundo, que si existe diferencia significativa entre las medias, se requiere aplicar una prueba de comparación de medias.

Normalmente las pruebas de comparación de medias utilizadas son las de Fisher o la de Tukey, por su simplicidad.

De igual forma, si no existiese diferencia significativa entre los tratamientos puede realizarse la evolución temporal de la variable implicada, utilizando alguna prueba no paramétrica o en su defecto, la simple estadística descriptiva para dar una idea de los cambios de la altura o de la producción de biomasa verde bajo los diferentes tratamientos utilizados en esta investigación práctica.

Plan de acción

El plan de acción contiene los siguientes momentos:

- Establecer el diseño de los bloques en el área asignada. Esto conlleva delimitar el área, crear los bloques, limpiar, aplicar las adecuaciones necesarias del terreno, realizar la siembra, siguiendo el esquema aleatorio para los tres tratamientos.
- Recolectar los datos necesarios desde el aforo del primer corte y de los subsiguientes que permitan estimar la cantidad de forraje producido en MV por Hectárea del pasto estrella (CN) manejado bajo diferentes tipos de fertilización.
- Registrar los costos incurridos en el proceso de evaluación de la capacidad de producción del pasto estrella bajo los tratamientos aplicados con el fin de determinar el mejor costo por kg de MV.
- Realizar la toma de datos de altura y del color del pasto estrella, en los intervalos estipulados para evaluar el efecto de los fertilizantes sobre la altura del forraje, realizando mediciones a los 30,60 y 90 días después del primer corte.

Resultados

En la primera parte de esta sección se aborda la estimación de la producción de materia verde por hectárea del pasto estrella bajo diferentes tipos de fertilización, teniendo en cuenta que para la época de la realización de la siembra de este forraje, se presentó una coyuntura aleatoria que puso en peligro la misma práctica: la presencia de una fuerte y prolongada sequía en la región, como efecto de los cambios drásticos causados al clima por la acción humana, es decir, que se tuvo un cultivo bajo presión de cambio climático extremo, con lo cual se debió hacer irrigación adicional; a pesar de ello, se observa dentro de los datos, una fuerte incidencia de este fenómeno climático sobre las variables estudiadas, si se tiene en mente que el pasto estrella no es

resistente a la sequía y es apto para terrenos con grado elevado de humedad. Por ello, la producción de materia verde bajo los tres tratamientos empleados se analiza con un nivel de confianza del 10%.

En la segunda parte, se aborda la temática de los costos de la implementación de los distintos tipos de fertilización del pasto estrella en la configuración de bloques aleatorios considerada en la metodología.

En la tercera parte de estos resultados, se estudia la evolución de la altura del pasto, bajo los diferentes tipos de fertilización, en diferentes momentos después del primer corte. Así, se puede estimar la manera en que se producen los nuevos brotes del forraje, es decir, su poder de recuperación bajo los distintos procedimientos de fertilización.

Finalmente, se realiza la discusión de los resultados y se plantea cuáles de los tratamientos es el mejor a la luz del análisis de los datos.

Estimación de producción de MV por hectárea

Aprestamiento del terreno

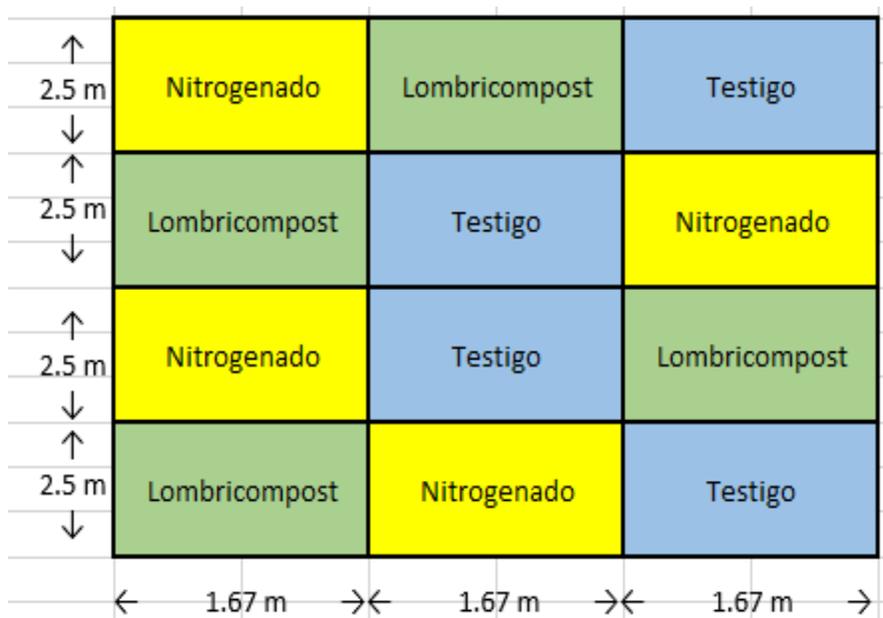
Para realizar esta actividad, el primer paso fue determinar la disposición de los bloques para los tratamientos, así como su área. Se determinó que cada bloque debería tener unas dimensiones de 2.5 m por 1.67 m , de tal manera que en el área de 50 m² que estaba disponible para la práctica, se pudieran ubicamos 12 bloques en los cuales sembrar pasto estrella (CN), bajo tres tipos de fertilización codificados como T1, T2, T3; por cada tratamiento aplicado en la práctica, se requirió de cuatro bloques; las convenciones para los tratamientos utilizados se muestran en la tabla 1, donde se observa el empleo de una fertilización testigo, otra orgánica y una química.

Tabla 1. Codificación de los tratamientos

Convenciones	
T1	Testigo
T2	Nitrogenado
T3	Lombricompost

Fuente. Elaboración propia

La disposición del diseño de bloques aleatorios utilizado las dimensiones del área de siembra y los bloques se muestra en la figura 1.



Fotografía 2. Diseño de los bloques en el área de siembra

Fuente. Elaboración propia

Este diseño se elabora en la práctica mediante una delimitación del área de siembra de los bloques, previa limpieza del terreno.

La medición y adecuación del área de siembra se ejecutaron en 5 de junio de 2009, como se muestra en la fotografía 1.



Fotografía 3. Limpieza, medición y delimitación del terreno
Fuente. Elaboración propia

De igual forma, se establecieron los bloques sobre el área de siembra delimitada y limpia. Ver fotografía 2.



Fotografía 4. Delimitación de los bloques en el terreno
Fuente. Elaboración propia

Una vez hecha la delimitación, se procede a la aplicación de las enmiendas recomendadas por el análisis de suelos realizado, mostrado en el anexo A. La primera acción fue encalar terreno, como se muestra en la fotografía 3



Fotografía 5. Encalado del terreno
Fuente. Elaboración propia

Entonces, se procedió a la realización de las calles, los surcos, en cantidades cinco por cada bloque. Ver fotografía 4[.].



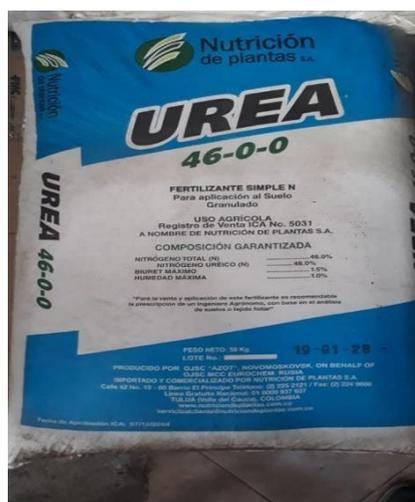
Fotografía 6. Realización de las calles y los surcos en el área de siembra
Fuente. Elaboración propia

Luego, se procedió a la siembra de 40 kg de pasto estrella por el método de estolones, en el día 7 de junio de 2019. Ver fotografía 5.



Fotografía 7. Siembra el pasto estrella por estolones
Fuente. Elaboración propia

De allí que, procedió a la aplicación de los tratamientos de fertilización en los bloques, siguiendo un orden aleatorio. Para el tratamiento químico (T2), se utilizó nitrógeno en su forma de urea, utilizando la marca “nutrición de plantas S. A.”, en su presentación de sacos de 50 kg. Ver figura 2.



Fotografía 8. Tratamiento nitrogenado
Fuente. Elaboración propia

Para el tratamiento orgánico (T3), se utilizó Lombricompost, de Tecnagro, denominado Humustec Master como el mostrado en la figura 3.



Fotografía 9. Lombricompost utilizado
Fuente. Elaboración propia

Así como se ha procedido a aplicar 3 g de urea por bloque para el tratamiento dos y 1 kg de compost por metro cuadrado en los bloques correspondientes al tratamiento tres. Los bloques seleccionados para el tratamiento testigo no se abonaron.



Fotografía 10. Aplicación de los tratamientos de forma aleatoria en los bloques
Fuente. Elaboración propia

Además, tres días después de la aplicación de los tratamientos, es decir el 19 de junio de 2019, se empiezan a observar los primeros brotes de pasto estrella como se muestra en la fotografía 7¶.



Fotografía 11. Primeros brotes de pasto estrella
Fuente. Elaboración propia

Aforos

Se realizaron tres aforos: el 17 de octubre, de noviembre y de diciembre de 2019. Los datos se consignan en el anexo B. Los se organizan con Excel 2019 y se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultado de los aforos realizados

Tratamiento	bloque	MV(g/m ²)	tmv (Ton/Ha)
1	1	995.5	10.0
1	2	1121	11.2
1	3	1389	13.9
1	4	1081	10.8
2	1	876	8.8
2	2	1276	12.8
2	3	1438.3	14.4
2	4	1590.7	15.9
3	1	1194.5	11.9
3	2	893	8.9
3	3	951.7	9.5
3	4	1005	10.1

Fuente. Elaboración propia

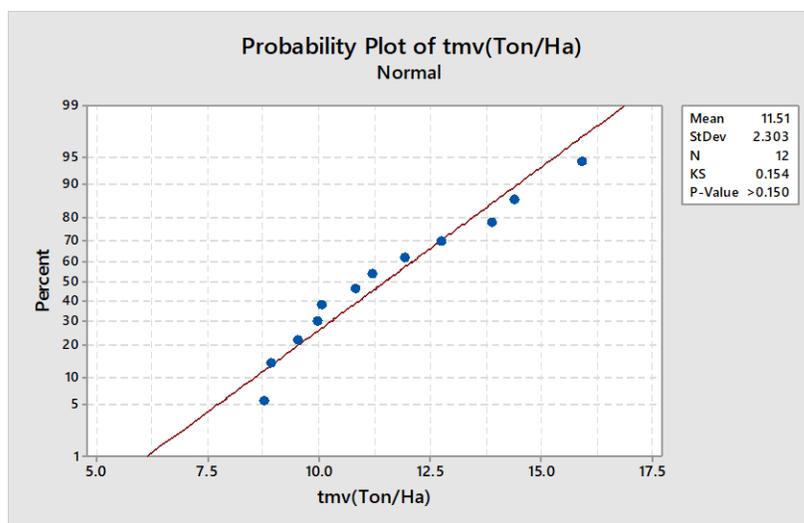
Los datos de los aforos se introducen en el software estadístico Minitab 17, como se muestra en la figura 4.

Worksheet 1 ***					
↓	C1	C2	C3	C4	C5
	Tratamiento	bloque	MV(g/m2)	tmv(Ton/Ha)	
1	1	1	995.5	10.0	
2	1	2	1121.0	11.2	
3	1	3	1389.0	13.9	
4	1	4	1081.0	10.8	
5	2	1	876.0	8.8	
6	2	2	1276.0	12.8	
7	2	3	1438.3	14.4	
8	2	4	1590.7	15.9	
9	3	1	1194.5	11.9	
10	3	2	893.0	8.9	
11	3	3	951.7	9.5	
12	3	4	1005.0	10.1	
13					

Fotografía 12. Datos de los aforos ingresados a Minitab 17

Fuente. Elaboración propia

Ahora es necesario utilizar una prueba de normalidad para los datos de la producción de material verde en toneladas por hectárea, lo que se realiza mediante la opción *prueba de normalidad* del menú estadística básica de Minitab 17; se utiliza la prueba de Kolmogorov. El resultado se presenta en la figura 5.



Fotografía 13. Prueba de normalidad

Fuente. Elaboración propia

De la gráfica anterior, se puede concluir que los datos siguen una distribución normal puesto que el valor p (0.15) es mayor a 0.1, el nivel de confianza elegido en este estudio para los cálculos, por lo que se debe aceptar la hipótesis alternativa en la prueba de Kolmogorov, es decir, que no es posible rechazar que los datos sean tomados de una población con distribución normal. Por tanto, es factible aplicarle el análisis de varianza (ANOVA), mediante la opción estadística, análisis de varianza, balanceado, lo que produce el resultado mostrado en la figura 6.

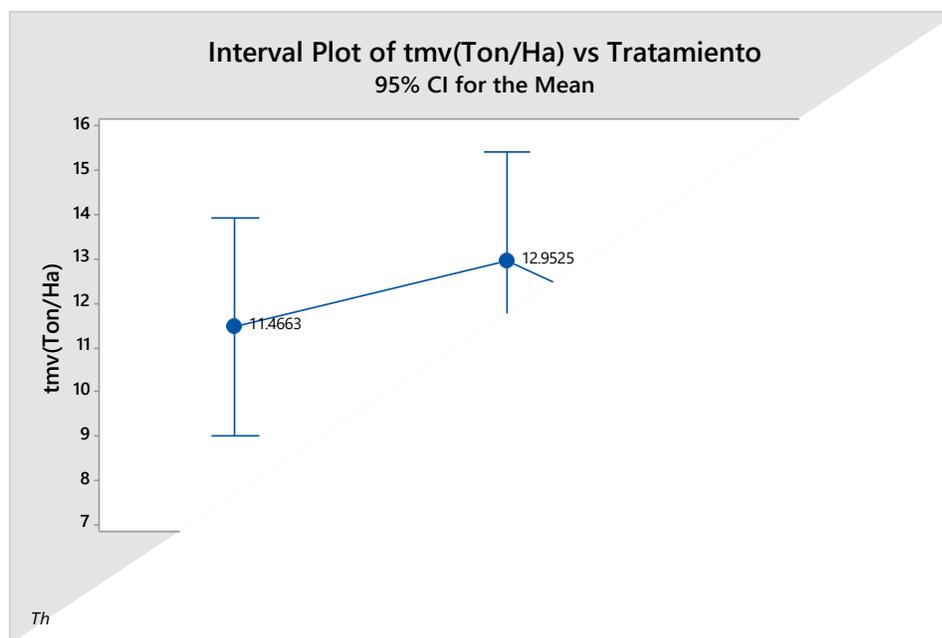
Analysis of Variance for MV(g/m2)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	2	161653	80826	1.56	0.285
bloque	3	110885	36962	0.71	0.579
Error	6	310706	51784		
Total	11	583244			

Fotografía 14. Análisis de varianza de MV
Fuente. Elaboración propia

De los resultados del análisis de varianza se concluye que los tratamientos no son significativamente diferentes ($0.285 > 0.1$) y que tampoco son significativamente distintos los bloques ($0.579 > 0.1$). La explicación más probable de este resultado es la fuerte sequía sufrida por el cultivo, que obligó a regar diariamente durante aproximadamente 100 días el área de la práctica, con el agravante que el pasto estrella no es resistente a la sequía, además de requerir terrenos muy húmedos, lo que no fue posible hacer con una presión climática tan fuerte en la zona de Pisojé, donde está la finca e la UNAD, sede Popayán.

Sin embargo, si se realiza el análisis de medias para los tratamientos, con la opción correspondiente de Minitab 17, se puede determinar cuál de los tratamientos produce más materia verde en toneladas por Ha. Ver figura 7.



Fotografía 15. Análisis de medias para los tratamientos
Fuente. Elaboración propia

En ese orden de ideas, se puede decir que el tratamiento tomo con nitrógeno, es decir, químico, produce 13 toneladas por hectárea; el tratamiento testigo, 11.47; el tratamiento orgánico, de Lombricompost, tan sólo 10.1 toneladas por hectárea. El mejor tratamiento en cuanto a la producción de materia verde bajo estas condiciones extremas de cambio climático es el químico, seguido del testigo; el peor, el tratamiento orgánico.

Costos de la práctica con pasto estrella (CN)

Los costos implicados en los tratamientos utilizados en la práctica se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Costos de los tratamientos

item	Precio unitario \$(kg)	Cantidad (Ton/Ha)	metodo aplicacion	area sembrada(m ²)	material utilizado(kg)/Ha	costo/Ha
urea	1410	0.15	voleo	50	30	42300
Lombricompost	1000	10	voleo	50	10000	\$10,000,000
total						\$10,042,300

Fuente. Elaboración propia

Se observa que el mayor costo se debe al tratamiento orgánico, que es el menos eficiente en la producción de materia verde por hectárea, en tanto que, en tratamiento testigo no ocurre ningún costo en materias primas, y el químico, que es el más eficiente en la producción de materia verde por hectárea, tiene un costo moderado. Además, la fuerte presión climática en la que se realizó el cultivo implicó un sobre costo de \$200.000 por la necesidad de riego pasto estrella, con una frecuencia de dos veces al día, durante 100 días; no se incluyen los costos de la mano de obra que fueron aportados por el estudiante de práctica. Entonces, los costos totales por hectárea de esta práctica son de \$10,242,300.

Efecto de los tratamientos sobre la altura del pasto estrella (CN)

Los datos de la altura del pasto estrella bajo los tres tratamientos utilizados, a los 30,60 y 90 días después del primer corte, se consignan en la tabla 4, en un arreglo apropiado para ser procesado en minitab 17.

Tabla 4. Datos de altura (cm) del pasto estrella bajo los tratamientos empleados

Tratamiento	bloque	Dias post primer corte		
		30	60	90
1	1	13	30	34
1	2	40	45	25
1	3	45	68	30
1	4	38	50	33
2	1	25	50	35
2	2	60	50	30
2	3	70	70	30
2	4	60	65	33
3	1	12	35	25
3	2	20	40	30
3	3	18	50	33
3	4	30	57	30

Fuente. Elaboración propia

¶ Los datos se introducen en minitab 17, como se muestra en la figura 8¶

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	Tratamiento	bloque	30	60	90
1	1	1	13	30	34
2	1	2	40	45	25
3	1	3	45	68	30
4	1	4	38	50	33
5	2	1	25	50	35
6	2	2	60	50	30
7	2	3	70	70	30
8	2	4	60	65	33
9	3	1	12	35	25
10	3	2	20	40	30
11	3	3	18	50	33
12	3	4	30	57	30

Fotografía 16. Datos de la altura del pasto estrella a los 30,60 y 90 días después del primer corte
Fuente. Elaboración propia

Para analizar la posibilidad de la aplicación de Anova se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov para los distintos datos de altura en los momentos de tiempo estudiados, por bloque aleatorio y por tratamiento aplicado, como se muestra en el Anexo C. Puede verse que, solamente es aplicable el análisis varianza a las alturas a los 30 y 60 días después del primer corte, pero no a la de los 90 días después, porque está no proviene de una población normal.

La tabla ANOVA para la altura a los 30 días del corte se muestra en la figura 9.

```

Analysis of Variance

Source          DF  Adj SS   Adj MS  F-Value  P-Value
Tratamiento    2  2300.2  1150.08   15.69   0.004
bloque         3  1510.9   503.64    6.87   0.023
Error          6   439.8    73.31
Total         11  4250.9

```

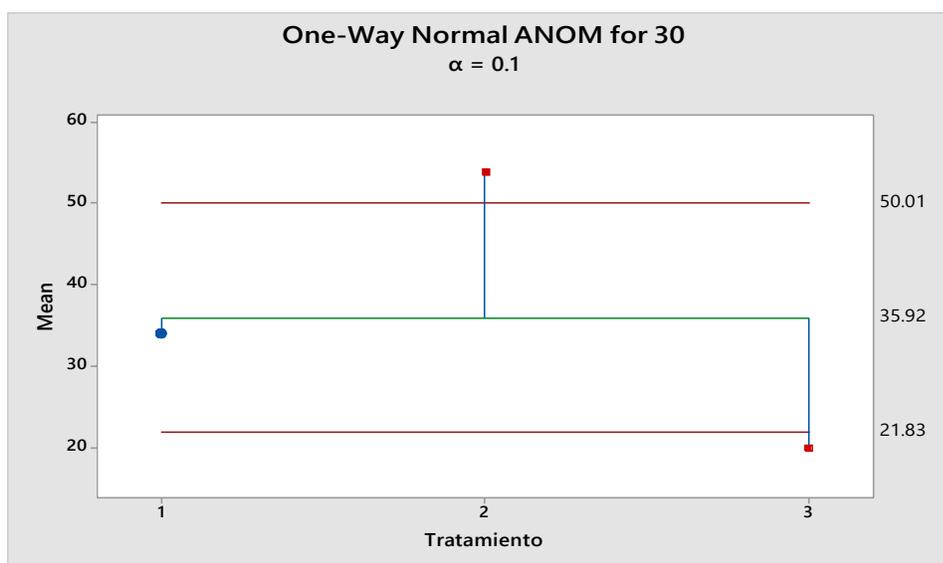
Fotografía 17. ANOVA para altura a los 30 días del primer corte
Fuente. Elaboración propia

En la figura 10, se muestran los resultados de análisis de varianza para la altura del pasto estrella a los 60 días después del primer corte.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamiento	2	391.2	195.58	5.08	0.051
bloque	3	1117.7	372.56	9.68	0.010
Error	6	230.8	38.47		
Total	11	1739.7			

Fotografía 18. ANOVA para altura a los 60 días del primer corte
Fuente. Elaboración propia

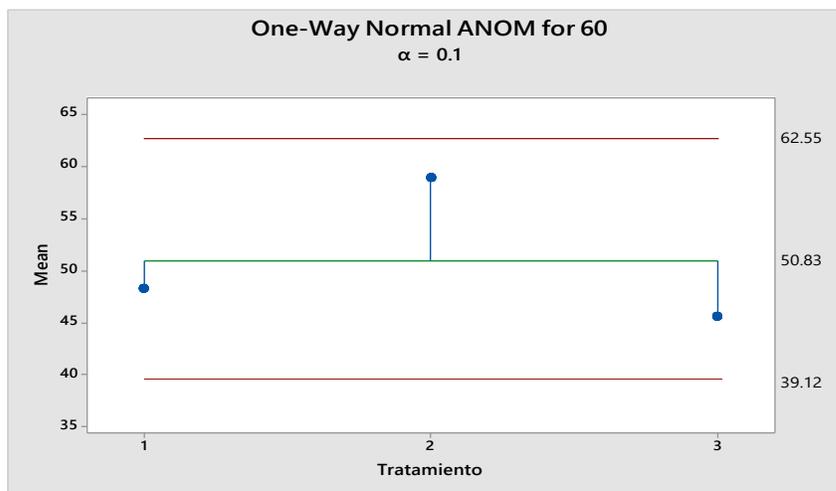
De las anteriores tablas se puede concluir que tanto tratamientos como bloques son significativos para la altura del pasto estrella a los 30 y 60 días después del corte, como lo indica el hecho que los valores p son menores a 0.1, en ambos casos. Esto implica que se debe realizar un análisis de medias. El resultado de este análisis se muestra en la figura 11.



Fotografía 19. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 30 días después del primer corte
Fuente. Elaboración propia

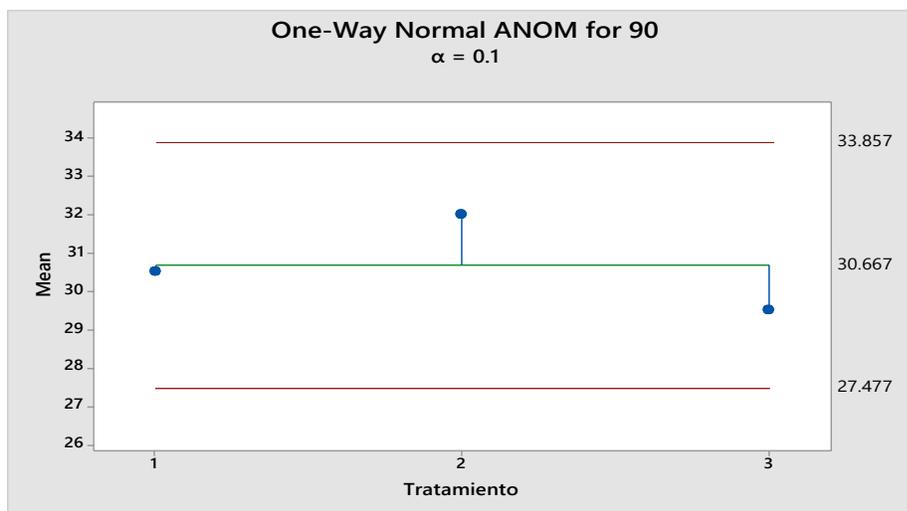
Así, se puede percibir que el pasto estrella tiene una mayor altura con el tratamiento químico (53.75 cm en promedio), en comparación 34 centímetros de altura con el testigo y a la menor altura, que es 20 centímetros, obtenida con el tratamiento orgánico.

En la figura 12 se presenta el análisis de medias para la altura del pasto estrella a los 60 días del primer corte; se observa que para el tratamiento químico que tiene una altura de 58.75 centímetros, 48.25 centímetros con el testigo y de 45.5 centímetros, con el tratamiento orgánico.



Fotografía 20. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 60 días después del primer corte
Fuente. Elaboración propia

Para para el caso de la altura del pasto estrella a los 90 días después del primer corte, con el tratamiento químico se tiene una talla de 32 cm; 30.5 cm con el testigo y solo 29.5 cm con el orgánico.



Fotografía 21. Análisis de medias de la altura del pasto estrella por tratamiento, 90 días después del primer corte
Fuente. Elaboración propia

Discusión de los resultados

Con referencia a la producción de materia verde del pasto estrella africana bajo condiciones de riego, con fertilización nitrogenada, de acuerdo a (Salaiza, Guitierrez, & Venegas, 1994), se obtienen rendimientos promedios de materia verde por hectárea de 13.6 y 13.5 toneladas, con niveles de nitrógeno de 600 y 800 kg por hectárea. Este resultado concuerda con el encontrado en este estudio en el que se determinó una producción promedio de materia verde por hectárea de 13 toneladas por hectárea, para el pasto estrella, con tratamiento químico, es decir, nitrógeno en forma de urea. A niveles de 400 y 200 kg de nitrógeno por hectárea, Salaiza et al., encontró una producción de materia verde pasto estrella de 11.8 y 10.9 toneladas por hectárea. Esto quiere decir que en promedio los resultados de materia verde por hectárea de estos autores y 12.5 toneladas, mientras que en el estudio realizado se obtiene un promedio de 13 toneladas por hectárea, lo que configura un error de sólo 3.8% por debajo del valor de referencia del estudio citado.

Por otra parte, con referencia a la altura del pasto estrella, (Yong, Pires, Aviles, & Castelan, 2012), afirman que es una función de variables climáticas y que en las estaciones secas la tasa de crecimiento del pasto estrella se ve reflejada en la menor producción de materia seca, razón por la que enfatizan en la necesidad de crear modelos de simulación del crecimiento y de la producción de materia seca de este pasto.

(Gonzalez, Velarde, & Salcedo, 2000) establecen que, con la aplicación de dosis de 80,280 y 480 kg por hectárea de fertilizantes nitrogenados, aplicado a la variedad de pasto estrella Bermuda cruce I, la altura se incrementa en 15,34 y 47%, respectivamente, sobre el tratamiento testigo; esto implica aumento promedio del 32% de la altura del pasto estrella fertilización nitrogenada para el tratamiento testigo.

Para la práctica actual, el incremento promedio de la altura del pasto estrella con tratamiento químico con referencia a la fertilización testigo significa un aumento del 28%, lo que concuerda con el valor promedio reportado por González et al., (2000). Esto se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Incremento de la altura del pasto estrella con fertilización nitrogenada versus testigo

Tratamiento	altura promedio (cm)			diferencias	
	3C	6C	90	promedio	d21
1	34	48.25	30.5	37.58	
2	53.75	58.75	32	48.17	1.28
3	20	45.5	29.5	31.67	

Fuente. Elaboración propia

Conclusiones

De acuerdo a esta práctica, el tratamiento más eficiente para la producción de materia verde es el nitrogenado, con 13 toneladas por hectárea en promedio, seguido por el tratamiento testigo de con 11.47 y 10.1 para el tratamiento con Lombricompost, que es el peor tratamiento o método de fertilización de pasto estrella bajo condiciones extremas de cambio climático que hace necesario un riesgo prolongado.

En concordancia con los resultados encontrados en esta práctica, se puede concluir que la altura de centímetros del pasto estrella a 30,60 y 90 días después del primer corte, tiene una evolución mayor para la fertilización nitrogenada para la que se obtiene una altura promedio de 48.17 centímetros, es decir un 28% más que la obtenida con el tratamiento testigo (sin fertilización). El peor de los métodos de en este caso es el orgánico, porque la altura del pasto estrella es la menor de todas, con un promedio de 31.67 cm.

Con referencia a la evolución en el tiempo de la altura, puede observarse que hay un crecimiento sostenido del pasto estrella bajo los tres tratamientos hasta los 60 días después del primer corte, sin embargo, a los 90 días del primer corte, se observa un comportamiento atípico, en el que las alturas obtenidas son menores que las de 60 días; esto, probablemente se deba al a la mayor presión climática la que estaba sometido el cultivo.

De acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar, existe diferencia significativa tanto en la producción de materia verde como en la altura, entre los métodos de fertilización utilizados con pasto estrella (CN) a un nivel de significancia de 10%, elegido por las particularidades climáticas en las que se realizó la práctica; estas diferencias tienen relevancia

porque se constatan con un análisis de varianza, técnica aplicable al proceder los datos de poblaciones con distribución normal.

Cuanto, a los costos de los tratamientos, se constató que el tratamiento más ineficiente, el orgánico, es el más costoso porque deben invertirse \$10.000.000, en tanto que paraje más eficiente del tratamiento, la urea, sólo se gastaron \$42.300.

Se concluye que, bajo el estrés producido sobre el pasto estrella por las actuales condiciones climáticas en la meseta de Popayán, la fertilización más adecuada y menos costosa es la química, a corto y mediano plazo; la fertilización orgánica s una alternativa largo plazo y bajo la condición que se tengan periodos lluviosos prolongados o que, el estado, subsidie a los productores lecheros con pagos por servicios ambientales, porque hacer agricultura orgánica resulta bajo las actuales circunstancias oneroso para aplicarse en la hacienda Balcones.

Recomendaciones

Se recomienda la utilización del software de simulación de desarrollo y producción de materia verde por hectárea para el pasto estrella, a fin de tener una idea de los resultados obtenidos en las prácticas, bajo diversas condiciones climáticas.

Se recomienda la realización de prácticas con pasto estrella y otra clase de forrajes para comparar parámetros como la rapidez de crecimiento, adaptabilidad, resistencia al pastoreo, producción forrajera y características nutricionales, bajo otras condiciones climáticas extremas.

Se recomienda realizar más prácticas como en el pasto estrella y otros métodos de fertilización orgánica diferente al Lombricompost, como por ejemplo el uso de micorrizas arbusculares, tanto en suelos húmedos y estaciones lluviosas, como en condiciones adversas de extrema sequía.

Referencias

- Altieri, M. (2018). *Agroecology*. New York: Taylor & Francis.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2005). *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. New York: CRC Press.
- Burkart, S., Enciso, K., Bravo, A., Charry, A., Muñoz, J., Hurtado, J., & Jäger, M. (2018). *Documentación y análisis metodológico de estudios en cadenas ganaderas realizadas por el CIAT en Colombia Contexto general*. Palmira: CIAT.
- Cifuentes, P., & Alban, A. (2014). *Eficacia antiparasitaria de los hongos entomopatógenos (metarhizium anisopliae) frente a la amidina (formamidina) en garrapatas de bovinos de la hacienda balcones*. Popayán: Universidad Antonio Nariño.
- Chalup, M. M., & Fava, D. E. B. (2019). Problemática Jurídica De La Producción Ganadera Sustentable Como Forma De Mitigar El Cambio Climático. *Prometeica Revista de Filosofía y Ciencias*, (18), 71. <https://doi.org/10.24316/prometeica.v0i18.243>
- Enciso, K., & Burkart, S. (2018). *Factores de adopción para forrajes tropicales en Colombia*. Palmira: CIAT.
- Gonzalez, A., Velarde, M. V., & Salcedo, A. (2000). *Fertilización Nitrogenada e índices Nutricionales en pasto Bermuda Cruza I Bajo riego en la planicie Huasteca*. Tampa: INIFAP.
- Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos; Baptista-Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). México D.F.: McGraw Hill.
- Hernández, M., & Pereira, E. (1981). *Pasto Estrella*. 4(2), 121–136.

- Humphreys, L. R. (1981). *Environmental Adaptations of Tropical Pasture Plants*.
<https://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>
- Humphreys, L. R. (1991). *Tropical Pasture Utilisation*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511525810>
- Mcgilloway, D. A. (2005). *Grassland : A Global Resource*. Glasgow: Wageningen Academic
Publisher.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis Ninth Edition*. México D.F.: Wiley.
- National Academy Press. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th ed.)*. Washington:
National Academy Press.
- Omaliko, C. P. E. (1980). Influence of initial cutting date and cutting frequency on yield and
quality of star, elephant and Guinea grasses. *Grass and Forage Science*, 35(2), 139–145.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1980.tb01503.x>
- Salaiza, A., Guitierrez, L., & Venegas, G. (1994). *Frecuencia de corte y fertilización
nitrogenada sobre la producción de forraje en pasto estrella africana bajo riego*. Las
Agujas: Universidad de Guadalajara.
- Sotomayor-ríos, A., & Pitman, W. D. (2001). *Tropical Forage Plants: Development and Use*.
New York: CRC Press.
- Tucker, C. B. (2018). *Advances in Cattle Welfare*. 1–299.
- Vergara, W. V. (2010). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de
desarrollo rural sustentable para Colombia. *Revista Ciencia Animal*, (3), 45–53. Retrieved

from <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/350>

Weinmann. (1950). *Productivity and Nutritive Value of Star Grass Pastures*.

Wu, G. (2018). *Animal Nutrition*. New York: crc pRESS.

Yong, A., Pires, V. C., Aviles, F., & Castelan, O. A. (2012). SIMULANDO EL CRECIMIENTO DEL PASTO ESTRELLA (*Cynodon plectostachyus*) EN LAS REGIONES DE CLIMA SUBTROPICAL DEL CENTRO DE MEXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 273–300.

Anexos

Anexo A. Plan de enmiendas



Sistema del Cauca
Secretaría de Agricultura
y Desarrollo Rural

Nombre: _____
Finca: Pooje
Tel / Fax: _____
Vereda: _____
Municipio: Popayán
Dpto.: 10. Cauca

Fecha entrada: 22 9 2017
Fecha salida: 7 11 2017
Material: Suelo
Tipo de análisis: COMPLETO



RESULTADOS DEL ANALISIS

N° Muestra	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	N.D.			P	Sul. A)	Al	Ca	Mg	K	Na	CaCa	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					g/kg	mg/kg	ppm															
1	4277	0,2	5,24	13,05	41,8	5,66	0,36	2,90	1,48	0,12	0,38	6,96	0,34	18,2	7,8	6,2	5,8	T	T	T	T	
		F	B	A	A	A	D	D	S	F	B	A	D	C	A	F	F					

CONSULTE AL AGRÓNOMO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN

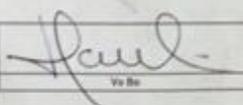
Interpretación de los resultados: A. Contenido "sulfuroso" o alto contenido de nitrógeno; B. Contenido "sulfuroso" o alto contenido; C. Contenido "sulfuroso" o alto contenido; D. Contenido "sulfuroso" o alto contenido; E. Valor muy alto "Sulfuroso" que indica un problema de contaminación o toxicidad; Para pH: 4. Suelo ácido; 5. Suelo neutro; 6. Suelo alcalino; 7. Moderadamente ácido; 8. Fuertemente ácido; 9. Muy ácido; Para M.O. A. Alto; B. Medio; C. Bajo

N° Muestra: 1	Cultivo: Establecer Pastos	CONDICIÓN: 10. Franco arenoso		
RECOMENDACIÓN FERTILIZACIÓN: Nutrientes por Ha en Kg/Mg/Kg				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO

RECOMENDACIÓN
30 a 45 días antes de iniciar el plan de fertilización y siembra aplicar e incorporar bien al suelo 300kg/ha de Cal dolomítica, más 100kg/ha de Roca Rodrónica o Calles, con el fin de neutralizar el Al presente y mejorar la relación Ca/Mg y facilitar la solubilidad de los nutrientes nativos o los agregados para que la enmienda quede en contacto más directa con el suelo se recomienda rayar, arar rastrear escarificar o como mínimo sobre pastorear el lote y su aplicación hacerla en presencia de humedad en el suelo.
1- Después de transcurrido el tiempo de la aplicación de la enmienda (x) realice inmediatamente la aplicación y en lo posible incorpore al suelo de 300kg/ha de abono 17-6-18 más 40kg/ha de Sónax. Su aplicación puede efectuarse al voleo o de acuerdo al criterio del asistente técnico. Esta mezcla solo realizarla al momento de su aplicación.
2- Después de cada segundo corte o pastoreo aplicar 200kg/ha de Urea.
3- Para el sostenimiento de la pradera aplicar 200kg/ha de abono 17-6-18 fraccionado en 2 o 3 aplicaciones al año.
4- Los dos años se puede repetir la aplicación de la enmienda y efectuar un nuevo análisis de suelo, con el fin de ajustar la recomendación de fertilizantes.
Nota: estos criterios pueden ser ajustados por el asistente técnico.

Métodos de Análisis:
Nitrógeno total: 42-74-812; Sulfuro: 8-200
P: 8-1
Ca: Mg: 1 (100-10000) mg/g
Cu: 7-12; Mn: 200-1000
Zn: 10-100; Mo: 10-100

Consulte con su Ing. Agrónomo Asesor
Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8231893 Telefax SAOR (2)8231043
E-mail: labusotocauca@hotmail.com



Vs Bs

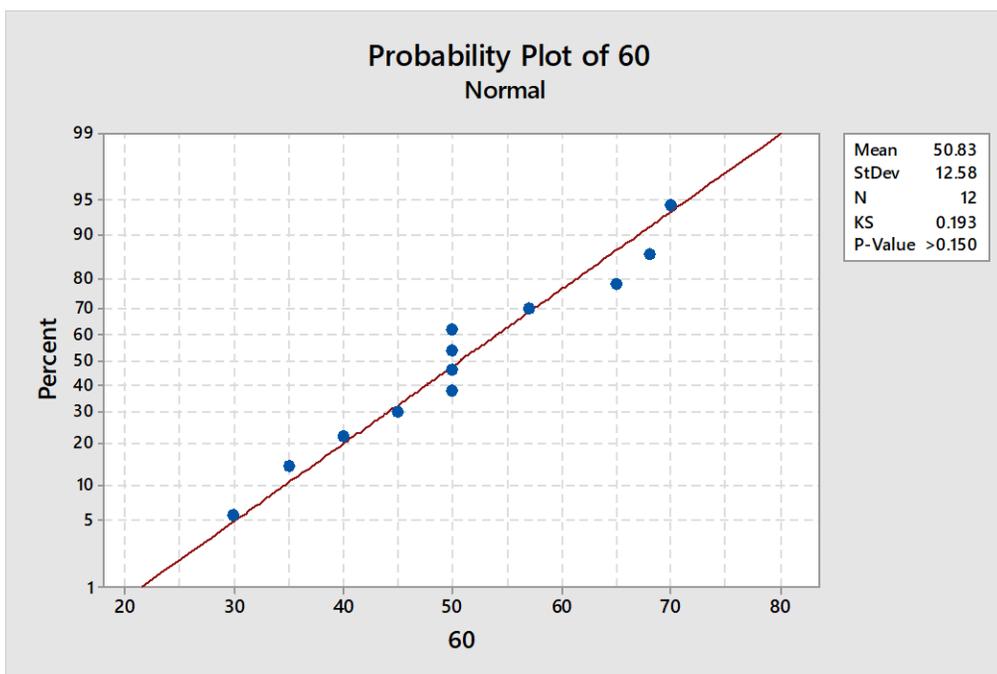
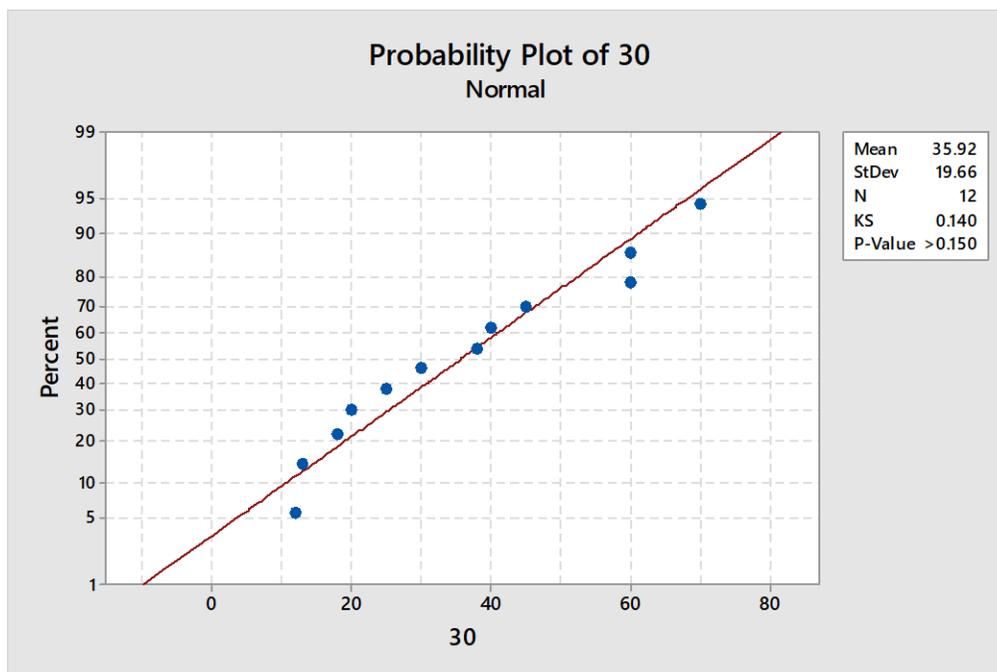
Anexo B. Datos de los aforos realizados

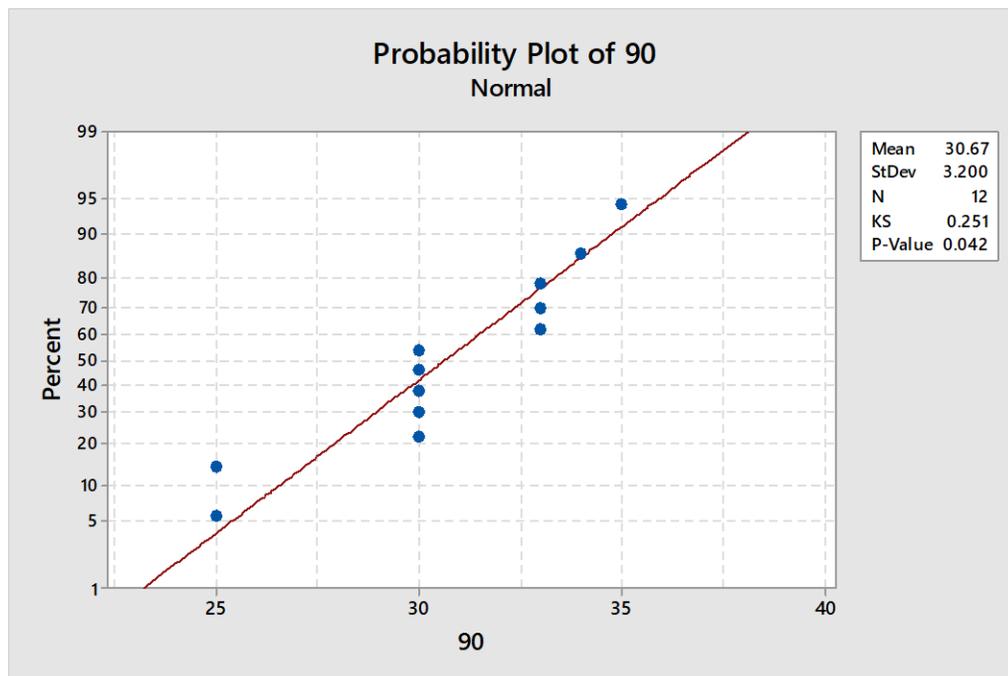
Aforo 17 de octubre				
Lote	Tratamiento	Altura (cm)	Color	Peso (gr)
1	T2	25	verde intenso	350
2	T3	12	verde claro	
3	T1	13	verde oscuro	
4	T3	20	verde claro	185
5	T1	40	verde oscuro	326
6	T2	60	verde intenso	1322
7	T2	70	verde intenso	1748
8	T1	45	verde oscuro	1060
9	T3	18	verde claro	272
10	T3	30	verde claro	488
11	T2	60	verde intenso	1830
12	T1	38	verde oscuro	472

Aforo 17 de Noviembre				
Lote	Tratamiento	Altura (cm)	Color	Peso (gr)
1	T2	50	verde intenso	942
2	T3	35	verde claro	1390
3	T1	30	verde oscuro	935
4	T3	40	verde claro	1279
5	T1	45	verde oscuro	1398
6	T2	50	verde intenso	1313
7	T2	70	verde intenso	1493
8	T1	68	verde oscuro	1473
9	T3	50	verde claro	1360
10	T3	57	verde claro	1128
11	T2	65	verde intenso	1454
12	T1	50	verde oscuro	1092

Aforo 17 diciembre

<u>Lote</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Altura(cm)</u>	<u>Color</u>	<u>Peso (gr)</u>
1	T2	35	verde intenso	1336
2	T3	25	verde claro	999
3	T1	34	verde oscuro	1056
4	T3	30	verde claro	1215
5	T1	25	verde oscuro	1639
6	T2	30	verde intenso	1193
7	T2	30	verde intenso	1074
8	T1	30	verde oscuro	1634
9	T3	33	verde claro	1223
10	T3	30	verde claro	1399
11	T2	33	verde intenso	1488
12	T1	33	verde oscuro	1679

Anexo C. Prueba de normalidad para la altura del pasto estrella



Anexo D. Presupuesto del proyecto aplicado

PRESUPUESTO DEL ANTEPROYECTO				
ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
TRABAJO DE CAMPO				
1	500	Transporte	\$1,800	\$900,000
SUBTOTAL				\$900,000
PAPELERIA Y SUMINISTRO				
1	1	Resmas de Papel Tamaño Carta	\$10,000	\$10,000
1	150	Fotocopias	\$100	\$15,000
SUBTOTAL				\$25,000
CONSUMO TELEFONIA CELULAR				
1	4	Plan telefonía celular	\$29,000	\$116,000
SUBTOTAL				\$116,000
IMPRESOS Y PUBLICACIONES				
1	1	Informe de avance del proyecto	\$30,000	\$30,000
1	1	Documento final del estudio	\$50,000	\$50,000
SUBTOTAL				\$80,000
EQUIPOS DE COMPUTO E INTERNET				
1	1	Equipo de computo	\$1,200,000	\$1,200,000
1	4	Servicio de conexión a internet	\$80,000	\$320,000
SUBTOTAL				\$1,520,000
TALENTO HUMANO				
1	UNAD	Asesor4		1,500,000
SUBTOTAL				\$1,500,000
TOTAL, DEL PROYECTO				\$4,141,000
Elaborado por: Carlos William Muñoz		Revisado por:	Aprobado por:	

Anexo E. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDAD	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8	ES 9	ES 10	ES 11	ES 12
Revisión de Análisis de suelos	■											
Preparación y aplicación de enmiendas		■										
Siembra, resiembra, toma de datos de campo.			■									
Control de malezas				■								
Enmiendas					■							
sistema de riego, aforo, análisis, aforos, toma de datos de campo,						■	■					
Determinar costo total del establecimiento del cultivar En la zona de estudio								■				
Entrega de informe final.									■	■		

