

**EFFECTO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO TANZANIA
(*Panicum maximum*) EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

**EFFECTO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO TANZANIA
(*Panicum maximum*) EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

**LAURA VANESSA ACUÑA MENDEZ
ZARITH JULIETH GONZALEZ PATIÑO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGIA
CDT GANADERO
VALLEDUPAR
2023**

**EFFECTO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO TANZANIA
(*Panicum maximum*) EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Proyecto de grado presentado como requisito de optar el título

Microbiólogo

**LAURA VANESA ACUÑA MENDEZ
ZARITH JULIETH GONZALEZ PATIÑO**

DIRECTOR:

ALDO JESUS IBARRA RONDON

Microbiólogo, Msc en Ciencias Agrarias, PhD(c) en Ciencias Agrarias

CO-DIRECTOR(A):

JEFRY MAURICIO MELO

Ing. Agrónomo

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGIA
VALLEDUPAR**

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Valledupar, _____ de _____ 2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios por haberme dado la vida y cumplir este sueño de realizarme como profesional. A mi mamá que ha estado a lo largo de este proceso apoyándome, por creer en mí siempre e impulsarme a salir adelante teniendo presente en todo momento que todo sacrificio tiene su recompensa.

A mi sobrina Salome ese angelito que está en el cielo que siempre me dio la fuerza y la fortaleza de seguir luchando por mis sueños cuando sentía que el camino al éxito se tornaba gris.

LAURA VANESSA ACUÑA MENDEZ

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, por haberme dado salud para lograr cada uno de mis objetivos y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional porque gracias a él culminare con éxito mi carrera, a mis padres, por haberme forjado como una mujer perseverante, responsable, entregada a sus propósitos y por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos y sobrinos por sus palabras y compañía en este largo proceso, a mi pareja el cual estuvo ahí en todo momento dándome su apoyo en cada decisión que tomara, por su paciencia, motivación y su ayuda hasta donde su alcance lo permitía.

ZARITH JULIETH GONZALEZ PATIÑO

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por llenarnos de sabiduría para que se llevara a cabo la elaboración y ejecución de este proyecto, a nuestros padres por ser el apoyo incondicional a lo largo de la carrera universitaria; por enseñarnos que todo sacrificio tiene su recompensa y a toda nuestra familia que siempre estuvieron apoyándonos en todo momento.

A nuestro asesor **Aldo Jesús Ibarra Rondón** por su dedicación, por ser una guía constante, por su enseñanza y conocimientos compartidos, por darnos la oportunidad de desarrollar este proyecto de grado en el centro de desarrollo tecnológico del cesar y poder entrar en el camino de la investigación.

Al **Centro de Desarrollo Tecnológico del Cesar (CDT ganadero)**, gracias por permitirnos ejecutar este proyecto en sus instalaciones y colocarnos a disposición su equipo de trabajo que sin su ayuda no hubiese sido posible la ejecución de este proyecto. A mi compañera de tesis que, aunque el camino se tornó un poco difícil logramos salir juntas adelante con este propósito que nos planteamos desde un inicio, fue un camino enriquecedor tanto profesional como personalmente, aprendimos continuamente una de la otra y sacamos adelante este proyecto.

Finalmente, agradecerle a la **Universidad Popular del Cesar** por permitir que nuestro proyecto se llevara a cabo y por darnos las herramientas necesarias a lo largo de la carrera para formarnos como profesionales.

Recuerda:

“El sacrificio de hoy será la recompensa de mañana, lucha por lo que quieres”

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
1.4 OBJETIVOS.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes.....	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1. <i>Panicum máximum</i>	21
2.2.1.1. Origen.....	21
2.2.1.2. Establecimiento.....	21
2.2.1.3. Adaptación del Pasto Guinea Tanzania	22
2.2.1.4. Taxonomía.....	22
2.2.1.5. Calidad nutricional del Pasto Guinea Tanzania	22
2.2.3. Microorganismos.....	22
2.2.3.1. <i>Pseudomonas</i>	22
2.2.3.2. <i>Bacillus</i>	22
2.2.4. Proceso de germinación de las semillas	22
2.2.5. Enfermedades y Plagas	23
2.2.6. Métodos utilizados para mejorar los cultivos	23
2.2.6.1 Fertilizante químico	23
2.2.6.2. Fertilizante orgánico.....	23
2.2.6.3 Biofertilizante	23
2.3. MARCO LEGAL	24
2.3.1. Bases legales	24
3. METODOLOGIA.....	24
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	24

3.2. POBLACION Y MUESTRA	24
3.3. LOCALIZACIÓN DE ESTUDIO	24
3.4. DESARROLLO METODOLÓGICO	25
3.4.1 Etapa 1. Elaborar un fertilizante compuesto por abono orgánico para su aplicación en el suelo del CDT ganadero.....	25
Actividad 1. Elaboración del fertilizante orgánico (compostaje).....	25
Actividad 2. Preparación del inóculo	25
3.4.2 Etapa 2. Análisis del comportamiento agronómico de las Gramíneas.....	26
Actividad 1. Siembra de semillas	26
Actividad 2. Riego.....	26
Actividad 3. Fertilización	26
3.4.2.1. Fertilizante bacteriano.....	26
3.4.2.2. Fertilizante químico.....	26
3.4.2.3. Fertilizante orgánico.....	26
Actividad 4. Características agronómicas	27
Técnica de recolección de datos	27
3.4.2.4. Altura	27
3.4.2.5. Numero de hoja	27
3.4.2.6. Peso fresco.....	27
3.4.2.7. Peso seco.....	27
3.4.2.8. Cenizas.....	27
3.4.2.9. Registros climatológicos.....	27
3.4.3. Etapa 3. Valor nutricional.....	28
3.4.3.1. Fibra en detergente neutro (FDN)	28
3.4.3.2. Fibra en detergente ácido (FDA).....	28
3.4.3.3. Lignina en detergente ácido (LDA).....	28
3.4.3.4. Extracto etéreo.....	28
3.4.3.5. Determinación de la Proteína.....	28
3.5. Tratamiento y diseño experimental.....	29
3.5.1. Establecimiento y manejo	29
3.5.2. Análisis estadístico	30
3.5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS: ALTURA (cm) Y NUMERO DE HOJAS EN TANZANIA (<i>Panicum maximum</i>).....	30
4.2 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS: PESO FRESCO (Kg/m ²), PESO SECO (Kg/m ²) Y % DE CENIZA (Kg/m ²) EN TANZANIA (<i>Panicum maximum</i>).....	33

4.5. Composición química en materia seca de tratamientos con Tanzania (<i>Panicum máximum</i>).....	35
5.CONCLUSIÓN	39
6.RECOMENDACIONES	40
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución grafica de las parcelas	30
Figura 2. Graficas de la medición de la altura promedio y numero de hojas al pasto Tanzania. Representada como A. Numero de hojas y B. La altura (cm)	32
Figura 3. Graficas de la medición del peso fresco, peso seco y % de Ceniza al pasto Tanzania. Representada como A. Peso fresco (Kg/m^2), B. peso seco (Kg/m^2) y C. % de Ceniza (Kg/m^2)	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los tratamientos	31
Tabla 2. Distribución de las subparcelas	31
Tabla 3. Prueba de ANOVA por los 5 tratamientos en los días de muestreo 20, 36, 45, 60, 75 y 90 utilizando R Studio estadístico. Representada como A. Numero de Hojas y B. La altura.	32
Tabla 4. Prueba de ANOVA por los 5 tratamientos en los días de muestreo 60, 75 y 90 utilizando R Studio estadístico. Representada como A. Peso fresco (Kg/m^2), B. Peso seco (Kg/m^2) y C. % de Ceniza (Kg/m^2)	35
Tabla 5. Composición química en materia seca en tratamientos con Tanzania (<i>Panicum maximum</i>)	37

RESUMEN

En el departamento del Cesar, la ganadería es una de las actividades económicas de mayor importancia, enfatizándose como el segundo departamento ganadero del Caribe Colombiano. En esta región, el suelo es uno de los factores más influyentes en el rendimiento de la producción ganadera; sin embargo, un manejo inadecuado refleja las limitaciones nutricionales de las gramíneas, principalmente por su alto contenido de fibra, bajo aporte de proteína, desbalance de minerales y digestibilidad baja. En este sentido, surge la necesidad de implementar estrategias agro sostenible que reduzcan el uso de fertilizantes químicos en las plantas. Con base a esto, se propone el uso de microorganismos promotores de crecimiento vegetal como una alternativa promisoría para mejorar la productividad y sostenibilidad ambiental de los sistemas agrícolas. En esta investigación se busca Determinar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento vegetal en el rendimiento del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) utilizada en la alimentación bovina. Las variables medidas fueron: altura, número de hojas, peso seco, peso fresco y cenizas. Los resultados mostraron que la aplicación de *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis* presentaron mayor efectividad en altura y valor nutricional; del mismo modo el tratamiento integral demostró unas condiciones favorables en los indicadores analizados. De todo esto se concluye que este tipo de estrategia utilizada nos permite aprovechar a los microorganismos con las plantas ya que éstos poseen múltiples atributos como la fijación biológica de nitrógeno, la producción de sustancias reguladoras de crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos.

Palabras claves: Biofertilizante, Gramíneas, Ganadería, Fertilizante químico, Compostaje.

ABSTRACT

In the department of Cesar, livestock is one of the most important economic activities, emphasizing itself as the second largest livestock department in the Colombian Caribbean. In this region, the soil is one of the most prominent factors in the performance of livestock production; however, inadequate management reflects the nutritional limitations of grasses, mainly due to their high fiber content, low protein intake, mineral imbalance, and low digestibility. In this sense, the need arises to implement agro-sustainable strategies that reduce the use of chemical fertilizers in plants. Based on this, the use of microorganisms that promote plant growth is proposed as a promising alternative to improve the productivity and environmental sustainability of agricultural systems. This research seeks to determine the effect of microorganisms that promote plant growth on the yield of Tanzania grass (*Panicum maximum*) used in bovine feeding. The measured variables were: height, number of leaves, dry weight, fresh weight and ash. The results showed that the application of *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* presented greater efficacy in height and nutritional value; In the same way, the integral treatment starts favorable conditions in the analyzed indicators. From all this it is concluded that this type of strategy used allows us to take advantage of microorganisms with the growth of plants since these have multiple attributes such as biological nitrogen fixation, the production of plant regulating substances and the biocontrol of pathogens.

Keywords: Biofertilizer, Grasses, Livestock, Chemical fertilizer, Composting.

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las actividades económicas de mayor importancia en el departamento del Cesar, destacándose su inventario bovino como el segundo departamento ganadero del Caribe Colombiano, con un hato cercano a 1,43 millones de cabezas las cuales representan el 6,87 % del hato nacional y el 30,6 % del hato regional (Abril, J, et al.,2017). El departamento del Cesar es uno de los departamentos ganaderos de la costa caribe colombiana y en el cual está localizado el municipio de Codazzi, que es una importante área productora de leche (Gamarra, 2005). En esta región, el suelo es uno de los factores más influyentes en el rendimiento de la producción ganadera (Viloria, 2003). Las especies vegetales más difundidas en la ganadería costeña son Angleton (*Dichantium aristatum*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*), Guinea (*Panicum maximum*), Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) y Braquiaria (*Brachiaria decumbens*), siendo el pasto Guinea el más productivo (Cuesta, 2005). En general, las especies vegetales tropicales son de mediana a baja calidad, dependiendo del manejo empleado (Cardenas, D., et al., 2014). De esta forma, un manejo inadecuado se refleja en las limitaciones nutricionales de estas gramíneas, principalmente por su alto contenido de fibra, bajo aporte de proteína, desbalance de minerales y digestibilidad baja (Rodriguez y Roncallo, 2013).

Por lo tanto, los suelos de la región Caribe se encuentran enmarcados en un ambiente frágil, heterogéneo y complejo, que evidencia una alta susceptibilidad a la erosión y una baja fertilidad natural, y presentan deterioro físico, químico y biológico, lo que afecta severamente su capacidad productiva y compromete la viabilidad económica de los sistemas ganaderos (Pizarro y García, 2014). La recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible constituye un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria mundial. (Abril, J, et al.,2017)

En este orden de ideas, una de las estrategias que se puede utilizar para mejorar la fertilidad del suelo y estimular la nutrición de las plantas es propiciar el incremento de la población de microorganismos, habitantes naturales del suelo, muchos de los cuales cumplen funciones diversas como el aporte de nitrógeno, elemento que es muy importante para el crecimiento de las plantas y que, por lo general, es un nutriente limitante en suelos tropicales (Roncallo, B., et al., 2010). Como el uso de *Bacillus* spp y

Pseudomonas spp, son bacterias promotoras del crecimiento vegetal, ya que éstos poseen múltiples atributos tales como la fijación biológica de nitrógeno, la producción de sustancias reguladoras de crecimiento vegetal como auxinas, y proteínas como poliaminas, el aumento del crecimiento radicular y el biocontrol de patógenos. Estas características en conjunto proporcionan un mejor desarrollo de las plantas bajo condiciones de estrés hídrico (Abril, J, et al.,2017)

Por lo tanto, el propósito de la investigación es determinar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento vegetal en el rendimiento y calidad nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) utilizado en la alimentación bovina.

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La principal limitante en los sistemas de producción de bovinos en el departamento del Cesar, está relacionada con la alimentación y la nutrición animal, particularmente en época seca, donde los pastos, principalmente monocultivo de gramíneas tales como Guinea (*Megathyrus maximus*) y Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) escasean por falta de lluvias; sumado a la alta degradación de los suelos asociado a la erosión, salinidad y desertificación, se refleja baja disponibilidad y valor nutricional de las pasturas, lo cual se traduce en bajas producciones de leche por animal (2-3 litros/animal/día), impactando severamente la eficiencia económica de los sistemas ganaderos en esta región (Mojica et al., 2017; Murillo et al., 2014), lo que hace necesario, generar programas de manejo de pasturas para potenciar la producción y garantizar la sostenibilidad biológica, económica y ambiental de la producción intensiva de los forrajes en los sistemas ganaderos (Martha, 2004).

En este sentido, la búsqueda de alternativas que mejoren la disponibilidad de nutrientes en el suelo y mejoren la capacidad adaptativa de especies forrajes particular en las temporadas de sequía, contribuiría a reducir el uso de fertilizantes químicos en el suelo y a mejorar la producción de biomasa forrajera; resaltándose en esta medida el uso de biocompuestos, como los microorganismos PCV y compost que, presentan un efecto positivo, logrando de esta manera prácticas más amigables que permitan mantener la salud del suelo y el ambiente, mientras que, al mismo tiempo se beneficia la nutrición vegetal y la economía del productor. Como lo determina el autor Gutiérrez en el año 2016 el cual afirma que los microorganismos PCV pueden ser: bioprotectores (supresión de enfermedades de plantas), biofertilizantes (aumentar la capacidad de adquisición de nutrientes) y bioestimulantes (producción de fitohormonas). Teniendo en cuenta estas propiedades de los microorganismos PCV y la versatilidad ambiental que los caracteriza, se han realizado varios esfuerzos en todo el mundo para formular y utilizar estos microorganismos como biofertilizantes. Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos vivos o partes activa de ellos, los cuales ejercen uno o varios efectos benéficos en las plantas, usando diferentes mecanismos.

Finalmente, lo que se busca en la actualidad con los problemas ambientales mencionados anteriormente son alternativas que permitan una producción agrícola que contribuya a la conservación de los recursos naturales. De acuerdo con la problemática planteada se formula el siguiente interrogante ¿Cuál es la efectividad de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa* en el rendimiento y calidad nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) utilizado en la alimentación de bovinos?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal es clave para mejorar la productividad y calidad de las pasturas bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental, puesto que, la implementación de estas prácticas de manejo en los sistemas agropecuarios está asociada a la reducción en el uso de fertilizantes sintéticos, favoreciendo el mantenimiento de la biodiversidad microbiana del suelo y mitigación del impacto ambiental.

En este contexto, el desarrollo de estrategias de fertilización integrales, que incluyan la adopción de microorganismos rizosféricos y enmiendas orgánicas, han demostrado ser de gran importancia en el contexto de la agricultura sostenible y permitiría aportar elementos científicos para el entendimiento de su acción en la promoción del crecimiento vegetal y a comprender sus efectos a nivel de campo (Altieri, 2009).

Esta investigación le permitirá al productor ganadero tener conocimiento acerca de la importancia de los efectos que causan los microorganismos promotores en el crecimiento vegetal y en el rendimiento de pastura en la alimentación de bovinos. Mediante los resultados de esta investigación se podrá analizar la calidad del contenido nutricional de las pasturas utilizadas en la alimentación del ganado bovino convirtiéndose en referentes conceptuales y metodológicos. Los resultados ofrecerán al sector agrícola información sobre la cual pueden implementar estrategias que garanticen el crecimiento de la pastura de manera sana y apropiada para la alimentación de los bovinos, particularmente en época de sequía. Por lo tanto, se diseñará unos folletos informativos que contengan estrategias que les permita a los agricultores mejorar el rendimiento de las pasturas.

1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la efectividad de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa* en el rendimiento y calidad nutricional en el pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en la alimentación de bovinos?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Determinar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento vegetal en el rendimiento y calidad nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) utilizado en la alimentación bovina.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa* sobre variables agronómicas y rendimiento del pasto Tanzania (*Panicum maximum*)
- Analizar el contenido nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) inoculado con *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Solís (2020) desarrollaron una investigación titulada “*Rendimiento de forraje de pasto ovillo inoculado con bacterias PGPB*” objetivo fue evaluar el efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el rendimiento de pasto Ovillo en condiciones de invernadero. El experimento se llevó a cabo en un invernadero de plástico tipo túnel con ventanas laterales del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (IPN), ubicado en Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala (19° 16' 50.3" latitud norte, 98° 21' 58.1" longitud oeste, 2 221 msnm). En los resultados arrojaron que el rendimiento de forraje de pasto ovillo registró que tanto en primavera como en verano existieron diferencias ($p < 0.05$) por efectos de las diferentes bacterias, en primavera *P. clororaphis* fue la que obtuvo el menor registro (2.74 g MS maceta⁻¹) y no fue diferente ($p < 0.05$) al resto de las bacterias a excepción de *E. americana* (suelo), que fue la que registró ($p < 0.05$) el mayor valor (3.5 g MS maceta), superando en 27% a *P. clororaphis* (menor registro), en 20% a *M. oxidans* y *B. toyonensis*, respectivamente y en 5% a la

misma especie, que se obtuvo del digestato.

Hernández (2001) realizaron un estudio titulado *“utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería el objetivo de este trabajo es señalar las posibilidades de utilización de los grupos microbianos que pudieran beneficiar plantas de interés utilizadas en la nutrición animal”* Los estudios sobre fijación biológica de N se iniciaron en Cuba en la década de los años sesenta con *Rhizobium* y leguminosas. En aquel período las investigaciones marcharon lentamente debido a la poca experiencia de trabajo que se tenía y además porque en aquella época se disponía y aplicaban altos niveles de fertilizantes químicos nitrogenados.

Mejía (2011) realizó un estudio titulado *“Caracterización de especies forrajeras nativas (gramíneas – leguminosas) de mayor consumo en ganadería de cría en la sabana inundable del Casanare”* cuyo objetivo caracterizar las especies forrajeras nativas (gramíneas - leguminosas) de mayor consumo por la ganadería de cría en la sabana inundable y contribuir con información para el uso sostenible de este recurso. En los resultados se observó una respuesta diferenciada en la disponibilidad de forraje en las 23 especies de forrajes estudiados, para los ecosistemas de bancos de sabana, bajos, estero, vega de río y zurales según la época seca o la época de lluvia.

Djonova (2016) en la investigación *“Respuesta de las gramíneas de pasto a la inoculación con hongos micorrízicos y Bacterias fijadoras de nitrógeno”* el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la inoculación con micorrizas biofertilizante “Mycosym TRI-TON” aplicado solo o en combinación con bacterias fijadoras de N sobre el crecimiento de leguminosas de pasto y gramíneas. El estudio es de tipo experimental. Los hallazgos demostraron que, biopreparado probado "Mycosym TRI-TON" ejerció una influencia positiva en el peso de la biomasa de la planta en todos los cultivos experimentales. Las diferentes plantas demostraron especificidad en su interacción con los microsimbiontes. En alfalfa, la inoculación dual con “Mycosym TRITON” y Rh. Meliloti166 mostró el efecto más alto y significativo sobre el peso seco de los brotes.

Pinheiro, (2020) realizaron una investigación titulada *“La aplicación de biofertilizantes en pastos degradados modificó la dinámica de C y mejoró el rendimiento de forraje en un período corto en la región tropical”* teniendo como objetivo evaluar los contenidos de C y N del suelo y *B. decumbens* crecimiento y absorción de nutrientes en diferentes

momentos después de la aplicación de HA y EDB, en una pradera con pastoreo simulado. Los cuatro tratamientos fueron: HA, EDB, HA + EDB y Control. La aplicación de HA y EDB aumentó el TOC, Clábil, stock de C del suelo ($\approx 18\%$), rendimiento de materia seca del forraje (16 a 52%) y absorción de nutrientes ($\approx 30\%$) después de 30 días ATA. Los resultados mostraron que la aplicación de HA combinado con EDB puede ser una estrategia para la recuperación de pastos degradados en la región tropical.

Criollo (2012) en la investigación “*Efecto de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) asociadas a Pennisetum clandestinum en el altiplano cundiboyacense*” plantea como objetivo determinar de forma preliminar el efecto de la inoculación de *Stenotrophomonas* y *Pseudomonas* (PGPR) en la promoción del crecimiento de *P. clandestinum* en tres etapas de desarrollo de la planta bajo condiciones de invernadero. En su metodología los microorganismos autóctonos de sistemas silvopasto-riles previamente aislados se preservaron en el Banco de sus resultados mencionan que las especies del género *Pseudomonas* se han reportado ampliamente como PGPR de diversas plantas incluyendo gramíneas (Doty et al., 2009; Okon, 2005; Andrews et al., 2003).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. *Panicum máximum*

2.2.1.1. Origen

Introducido a Tailandia desde Costa de Marfil a finales de la década de los 80, este pasto fue inmediatamente aceptado por los agricultores tailandeses porque resultó ser mucho más productivo que el pasto de guinea común y producía rendimientos muy altos de forraje de buena calidad. (TROPICAL SEEDS, s.f)

2.2.1.2. Establecimiento

El pasto Tanzania se puede sembrar en hileras, espaciadas a 50 cm, o al voleo (6–8 kg/ha). La semilla debe sembrarse en la superficie del suelo y luego cubrirse con tierra utilizando ramas de árboles o grandes escobas. La semilla no debe quedar enterrada a una profundidad superior a 1–2 cm debajo de la superficie. Aunque es fácil sembrar Tanzania a partir de macollas enraizadas, para crecer bien este pasto requiere de suelos fértiles, bien drenados.

2.2.1.3. Adaptación del Pasto Guinea Tanzania

Se puede establecer en suelos bien drenados, Ph de 5.0 a 7.5. Alturas entre 0 – 1600 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Temperatura de 18 a 27°C Precipitaciones anuales entre 800 – 2500 mm (milímetros) y tolera sequía.

2.2.1.4. Taxonomía

Tanzania (*Panicum máximum*)

Reino: Plantae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Tribu: Paniceae

Género: *Panicum*

Especie *P. máximum* Martínez, F. (2019).

2.2.1.5. Calidad nutricional del Pasto Guinea Tanzania

A los 35 días su contenido de proteína 10 – 12 % una digestibilidad 60 – 65 y su contenido de energía metabolizable es de 2.16 Mcal. Además, se puede asociar con las leguminosas como kudzú, clitoria, Maní Forrajero etc. La importancia del asocio es con el fin de aumentar el valor proteico de la ración y además aportar nitrógeno al suelo.

2.2.3. Microorganismos

2.2.3.1. *Pseudomonas*

Es el nombre propio dado al género de bacilos aerobios Gramnegativos de la familia *Pseudomonadaceae*, no fermentadores de la glucosa, catalasa positivos, con flagelos polares, que no forman esporas y que causan infecciones en el ser humano (Pinzón, 2019).

2.2.3.2. *Bacillus*

El género *Bacillus* fue reportado por primera vez por Cohn (1872), quien lo describió como bacterias productoras de endosporas resistentes al calor. Las especies de *Bacillus* pertenecen al Reino Bacteria; Filo *Firmicutes*; Clase *Bacilli*; Orden *Bacillales* y Familia *Bacillaceae*. (Villarreal, M., et al., 2018).

2.2.4. Proceso de germinación de las semillas

Este proceso termina con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla en el influyen factores externos e internos. Para que la semilla germine debe haber absorción

del agua proceso conocido como imbibición, proceso en el cual se activan procesos metabólicos que promueven la expansión del embrión, y desarrollo y emergencia de la radícula. La absorción de agua por la semilla es la etapa inicial de la germinación. (Torres, 2010).

2.2.5. Enfermedades y Plagas

Las enfermedades y plagas que afectan las gramíneas pueden generar grandes pérdidas, que son de gran importancia, debido a que si esto no se controla a tiempo pueden atentar contra el desarrollo y la persistencia de los cultivos de los pastos. Las plagas más comunes que atacan a las Gramíneas, *Gusano Cogollero (Spodoptera frugiperda)*, *Gusano pelador de los pastos (Mocis rependa)*, *Candelilla de los Pastos (Prosapia bicincta)*, *Chinche verde hedionda (Nezara viridula)*. Martinez, (2021).

2.2.6. Métodos utilizados para mejorar los cultivos

2.2.6.1 Fertilizante químico

Son nutrientes elaborados por el hombre que, generalmente, son de origen mineral, animal, vegetal o sintético. Dentro de los fertilizantes químicos están los elaborados con los “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio (Rural *et al.* 2019)

2.2.6.2. Fertilizante orgánico

Son aquellos que se forman naturalmente con una nula o poca participación del hombre para su formación; pueden ser de origen mineral, vegetal, animal o mixto. Un ejemplo de fertilizante orgánico es el estiércol. (Rural *et al.*, 2019)

2.2.6.3 Biofertilizante

Son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos (hongos y bacterias principalmente), los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Estos biofertilizantes pueden presentar grandes ventajas como una producción a menor costo, protección del ambiente y aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo. Por su uso, los biofertilizantes se podrían dividir en 4 grandes grupos; fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores del crecimiento vegetal. (Intagri, s.f)

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. Bases legales

- Resolución No. 00375 (27 de febrero de 2004). Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia. El objeto de la presente resolución es orientar la producción, importación, exportación, comercialización, uso y manejo adecuado y racional de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola para prevenir y minimizar daños a la salud humana, la sanidad agropecuaria y el ambiente bajo las condiciones autorizadas. (ICA et al., 2004)
- Resolución No. 1808 (15 noviembre 2019). Por la cual se acepta una solicitud de contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados presentada por la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA para el proyecto denominado “Aislamiento y caracterización de microorganismos de suelos del altiplano Cundiboyacense y determinación de su potencial para uso agrícola. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible et al., 2019)
- Resolución N° 4/013 de la DGSA - 14/03/2013- Registro y control de inoculantes formulados con microorganismos promotores del crecimiento de las plantas. Quedan comprendidos en esta Resolución los inoculantes que contengan una o más cepas de microorganismos promotores del crecimiento vegetal para cultivos de interés agronómico que, al aplicarse al suelo o a las semillas, promueven el crecimiento vegetal o favorecen el aprovechamiento de los nutrientes en asociación con la planta o su rizosfera. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación et al., 2013).

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio experimental de corte transversal, enmarcado en la línea de investigación de bioprospección del programa de Microbiología de la Universidad Popular del Cesar.

3.2. POBLACION Y MUESTRA

Las semillas del pasto Tanzania se adquirieron en un local comercial agropecuario en la

ciudad de Valledupar.

3.3. LOCALIZACIÓN DE ESTUDIO

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Desarrollo tecnológico del Cesar, localizado en el municipio de Valledupar (Cesar), ubicado en la Calle 65 No. 18G 49 avenida aeropuerto.

3.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

La ejecución del proyecto se llevó a cabo mediante diferentes etapas; la elaboración del fertilizante orgánico (compostaje), preparación del inóculo y el análisis de la respuesta del pasto Tanzania posterior a la aplicación de los tratamientos.

3.4.1 Etapa 1. Elaborar un fertilizante compuesto por abono orgánico para su aplicación en el suelo del CDT ganadero

Actividad 1. Elaboración del fertilizante orgánico (compostaje)

Para la preparación del fertilizante orgánico se utilizó un compostaje que se realizó en el Centro de Desarrollo Tecnológico del Cesar. Para la elaboración de este se usaron componentes tales como: tierra, estiércol de cerdo, mango, residuos vegetales, hojarasca, ceniza de tamo de maíz y melaza.

Estos componentes orgánicos se colocaron en capas siguiendo el orden que se presenta a continuación: tierra, residuos vegetales, ceniza de tamo de maíz, hojarasca, mango, estiércol de cerdo y melaza y por último se incorporaron todos los componentes. Se realizaron 6 volteos durante 4 meses con el propósito de airear la pila y disipar el calor. De igual manera se fue controlando la humedad periódicamente y la temperatura antes de realizar el volteo.

Actividad 2. Preparación del inóculo

Se utilizaron 8 cajas Petri con medio de cultivo Plate count, donde se tomaron 4 cajas para replicar la bacteria *Bacillus subtilis* y 4 cajas para replicar la bacteria *Pseudomona aeruginosa*; después se realizó la siembra y se procedió a colocar en la incubadora a 37°C durante 48h; pasado este tiempo se realizó la observación macroscópica de las colonias para después llevar a cabo la identificación microscópica por medio de la tinción de Gram.

Para la preparación de las suspensiones bacteriana se tuvo en cuenta como referencia el tubo 0.5 de la escala de Mc Farland a una concentración ajustada a 10⁸UFC/ml (Rojas,

2020).

Se realizaron dos suspensiones bacterianas con los microorganismos *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas aeruginosa*, este procedimiento se ejecutó mediante repetidas asadas que fueron depositadas en un recipiente de vidrio que contenía 1000 ml de solución salina estéril (0.9%NaCl) hasta que alcanzó la turbidez del tubo de referencia de la escala de Mc Farland según lo descrito en el estudio de (Rojas, 2020).

3.4.2 Etapa 2. Análisis del comportamiento agronómico de las Gramíneas

Actividad 1. Siembra de semillas

Esta actividad inició con el humedecimiento de las camas antes de realizar el proceso de siembra. Para realizar la siembra del pasto Tanzania se utilizaron 250 gr de semilla distribuidos en 15 parcelas; donde el tipo de siembra que se implementó fue de manera puntual utilizando 5 semillas por cada sitio a una distancia de 25cm entre sitio.

Para el tratamiento 5 se realizó una mezcla con los distintos tipos de tratamientos utilizados, en los cuales se les agregó 66 ml del inóculo de *Bacillus subtilis* y 66 ml de *Pseudomona aeruginosa* + 150 g de fertilizante químico (triple 15 NPK) + 25 Kg de compostaje por cama.

Actividad 2. Riego

Este ensayo fue ejecutado bajo condiciones de riego, el cual se realizó todos los días con una frecuencia de 3 veces en el día durante su proceso de germinación.

Actividad 3. Fertilización

3.4.2.1. Fertilizante bacteriano

Para la aplicación de la suspensión bacteriana se le aplicó 1 ml de cada uno de los microorganismos correspondientes en cada sitio al momento de realizar la siembra. (Rojas, 2020)

3.4.2.2. Fertilizante químico

Para la aplicación del fertilizante químico (Triple 15 NPK) se tuvo en cuenta que las plántulas contarán con una altura aproximada de 15 cm, a los 35 días después de su germinación se le aplicó el fertilizante químico al tratamiento 2 y 5; donde se le adicionó 150 gr de fertilizante al boleo por parcela.

3.4.2.3. Fertilizante orgánico

El fertilizante orgánico que fue implementado era tipo compostaje el cual se le aplicó al

tratamiento 3 y 5; dónde se utilizó 25 kg de compostaje en cada cama.

Actividad 4. Características agronómicas

Las características que se evaluaron fueron tomadas durante el tiempo de crecimiento de la plántula y cortes de esta: altura, número de hoja, peso seco, peso fresco.

Técnica de recolección de datos

3.4.2.4. Altura

Con una cinta métrica se tomó de forma aleatoria las medidas del crecimiento de las gramíneas en los días 20, 36, 45, 60, 75, 90 después de su germinación; teniendo en cuenta la medida desde el nivel del terreno hasta la altura máxima de las hojas.

3.4.2.5. Numero de hoja

Se tomó de manera aleatoria una plántula de cada tratamiento, para realizar manualmente su respectivo conteo de hojas.

3.4.2.6. Peso fresco

Esta actividad se realizó cortando el material vegetal producido por metro cuadrado, realizando el corte de manera uniforme a una misma altura, el corte se llevó a cabo de forma aleatoria dentro de las parcelas experimentales y fue expresado en kilogramos.

3.4.2.7. Peso seco

Esta actividad se realizó con el material vegetal producido por metro cuadrado, su determinación consistió en evaporar el agua presente en la muestra, y luego por gravimetría se estimará el porcentaje de esa fracción (Ferret A, 2003). Para el caso del actual experimento, se utilizó el método de determinación que consiste en someter la muestra a un secado en estufa de ventilación forzada a 135°C durante 6 horas (AOAC, 1990), el resultado de PS fue expresado en g de PS/m².

3.4.2.8. Cenizas

Se utilizó el método gravimétrico descrito por AOAC (1990), donde se tomó la medida del crisol vacío, el crisol con la muestra seca y el crisol con la muestra de cenizas, para así calcular el porcentaje de dicha fracción. Para dicha metodología se requiere la ignición de la muestra mediante el uso de un horno precalentado (mufla) a 600°C durante dos horas.

3.4.2.9. Registros climatológicos

Esta actividad se estuvo ejecutando en la jornada de la mañana y se fue adjuntando en

una planilla los siguientes datos: humedad, temperatura, precipitación, horas luz de día.

3.4.3. Etapa 3. Valor nutricional

3.4.3.1. Fibra en detergente neutro (FDN)

Es la fibra que queda luego de hervir al forraje en una solución de detergente neutro (sulfato lauril-sódico y ácido etilen-di-amino-tetra-acético, EDTA). En el tratamiento todo el contenido celular se disuelve y queda lo correspondiente a la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). El contenido de FDN es expresado en porcentaje del total de materia seca (Bassi, 2006).

3.4.3.2. Fibra en detergente ácido (FDA)

Es el residuo que queda luego de someter a la fibra detergente neutro a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetiltrimetilamonio). En este proceso se extrae la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Al igual que FDN, los resultados se deben expresar en porcentaje de la materia seca evaluada (Bassi, 2006).

3.4.3.3. Lignina en detergente ácido (LDA).

Es el residuo que queda al exponer la fibra en detergente ácido a una solución de ácido sulfúrico. Al igual que los casos anteriores, el resultado se expresa en porcentaje de LDA con respecto a la materia seca analizada (Bassi, 2006).

3.4.3.4. Extracto etéreo

Para determinar los lípidos ó compuestos grasos del pasto que nutricionalmente representan una fracción de alto valor energético, se agregó la muestra de manera cuidadosa el reactivo conocido como éter anhidro hasta que éste se derrame en condiciones controladas. El éter anhidro tiene la capacidad de arrastrar estos compuestos de tal forma que los separa de la muestra de pasto. Los compuestos arrastrados por el éter tardan aproximadamente 4 horas en obtenerse de manera correcta. Una vez concluido el procedimiento se pesa lo obtenido y se calcula el porcentaje correspondiente a la muestra tratada. (Mora, 2012)

3.4.3.5. Determinación de la Proteína

Para esta prueba de proteína se toman muestras y se tratan a través de un procedimiento de determinación estandarizado desde hace muchos años conocido como Proceso Kjeldahl. El material es digerido con reactivos de alta capacidad los cuales liberan cada

uno de los componentes elementales de la muestra que, en este caso, es el nitrógeno el que interesa valorar. Las proteínas están compuestas principalmente por el nitrógeno, el cual, siendo contabilizado, permite a través de una sencilla conversión numérica, obtener el valor de proteína en los forrajes y en general de los compuestos orgánicos. A través de un método indirecto de valoración con soluciones que reaccionan al detectar diferencias entre los grados de acidez de las muestras, se determina el porcentaje de nitrógeno contenido, el cual permitirá conocer la composición proteica del pasto al multiplicarse por el factor 6,25%. (Mora, 2012)

3.5. Tratamiento y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar de 5 tratamientos y 3 repeticiones. En los tratamientos se usó un tipo de gramínea de corte. La gramínea para evaluar fue: Tanzania (*Panicum maximum*); las dosis de fertilización: sin aplicación de fertilizantes (Control); aplicación de fertilizante químico (150g * parcela) a los 35 días después de la germinación, el biofertilizante basado en bacterias promotoras de crecimiento vegetal como (*Bacillus* y *Pseudomonas*), se le aplicó al momento de la siembra; del mismo modo que el compostaje.

3.5.1. Establecimiento y manejo

La siembra se realizó en sentido oriente-occidente para lo cual se utilizó material vegetativo de la gramínea de corte. La parcela experimental tiene 11 surcos de 2 m de longitud cada uno separados entre sí por 25 cm; el tamaño de la parcela total es de 12 m de ancho x 26.50 m de largo, como lo muestra la **Figura 1**.

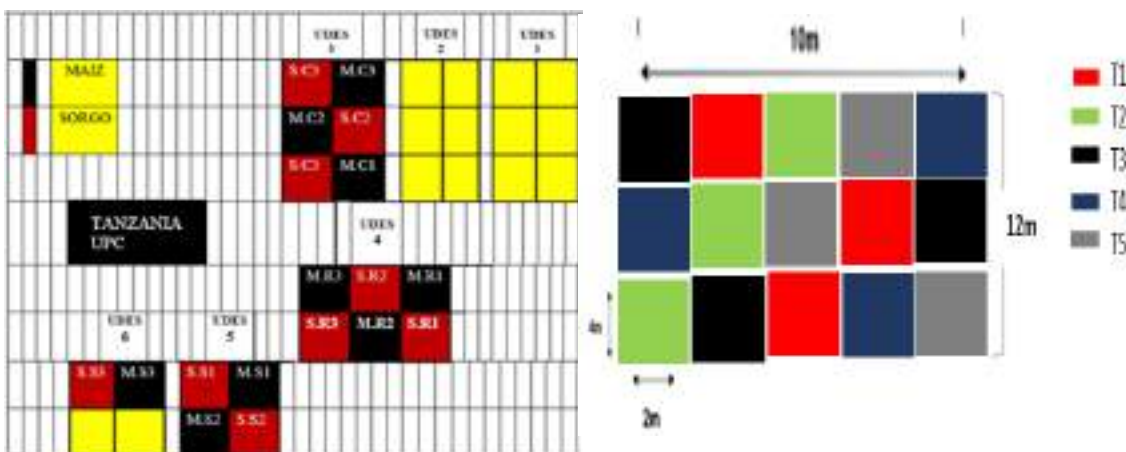


Figura 1. Distribución gráfica de las parcelas
Elaborado por: Acuña y Gonzalez (2023)

3.5.2. Análisis estadístico

Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA), usando el programa estadístico R studio (2017), versión 3.6.1 a través de un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk test, $p > 0.05$) y homogeneidad de varianzas (Bartlett's / Levene test, $p > 0.05$). Las diferencias significativas entre tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$).

3.5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

Se realizó la aplicación de 4 tratamientos más un control con 3 réplicas según la tabla.

Tanzania (<i>Panicum maximum</i>)	
N° Tratamientos	Nombre
T1	Control
T2	Químico (Triple 15 NPK)
T3	Compostaje
T4	Microorganismos (<i>Bacillus-Pseudomona</i>)
T5	Químico, Microorganismos y Compostaje

Tabla 1. Clasificación de los tratamientos
Elaborado por: Acuña y Gonzalez (2023)

Las unidades experimentales corresponden a subparcelas de acuerdo con los tratamientos del predio de 26.5m dividido en 5 partes que incluyen un área de separación de los tratamientos, en partes iguales aleatorizadas según la siguiente tabla o esquema:

Tanzania (<i>Panicum maximum</i>)				
T3	T1	T2	T5	T4
T4	T2	T5	T1	T3
T2	T3	T1	T4	T5

Tabla 2. Distribución de las subparcelas
Elaborado por: Acuña y Gonzalez (2023)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: ALTURA (cm) Y NÚMERO DE HOJAS EN TANZANIA (*Panicum maximum*)

En la **Figura 2**, se muestra la medición de la altura promedio y número de hojas al pasto

Tanzania, actividades ejecutadas a partir de los 20, 36, 45, 60, 75 y 90 días post germinación.

Figura 2. Graficas de la medición de la altura promedio y numero de hojas al pasto Tanzania. Representada como **A.** Numero de hojas y **B.** La altura (cm)

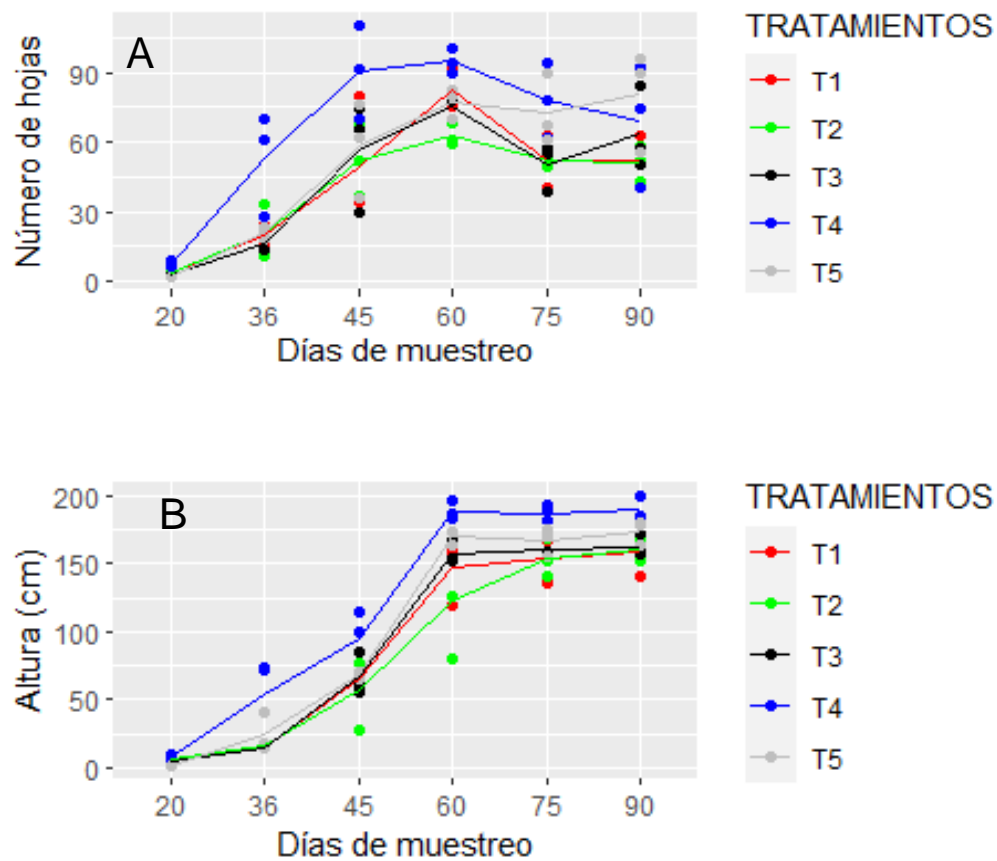


Tabla 3. Prueba de ANOVA por los 5 tratamientos en los días de muestreo 20, 36, 45, 60, 75 y 90 utilizando R Studio estadístico. Representada como **A.** Numero de Hojas y **B.** La altura.

A. Número de Hojas	DF	SUM SQ	MEAN SQ	F VALUE	PR (>F)
TRATAMIENTOS	4	12066	3017	13.47	2.27e-08 ***
DIA	5	390376	78075	348.64	< 2e-16 ***
RESIDUALS	77	17244	224		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

B. La altura	DF	SUM SQ	MEAN SQ	F VALUE	PR (>F)
TRATAMIENTOS	4	6979	1745	8.734	7.23e-06 ***
DIA	5	53995	10799	54.058	< 2e-16 ***
RESIDUALS	77	15382	200		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la **Figura 2(A)** observamos que el tratamiento con microorganismos (*Bacillus subtilis* – *Pseudomonas aeruginosa*) representados por el T4 tuvo un incremento en el número de hojas desde el día 20 hasta el día 75, pero se presenció en el tratamiento combinado con fertilizante químico, microorganismos y el compostaje, un aumento del número de hojas desde el día 75 al 90. Demostrando en la **tabla 3(A)** que hay diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos; en el tratamiento T4 obteniendo valores superiores entre 10 y 93 en los diferentes días. Como lo explica el autor Abril, J y colaboradores en el año 2017, diversas especies de *Bacillus* spp han sido reconocidas por su capacidad para mejorar la disponibilidad de nutrientes en diferentes cultivos agrícolas y forestales. Además, su habilidad para colonizar la rizósfera y tolerar condiciones ambientales extremas son características consideradas para la producción comercial de biofertilizantes. Asimismo, en otros estudios como García, M, en el año 2021, demostró como la aplicación de microorganismos eficientes en las plántulas de café, causa un efecto positivo en el número de hojas al ser inoculados desde al inicio. No obstante, la investigación de Pincay, A., (2021), explica sobre cómo influye la cantidad de Urea aplicada al pasto *Panicum maximum* cv, demostrando el mayor desarrollo a los 75 días de edad de corte, donde presentaron un largo, ancho y altura de la hoja (cm) de 87.49, 2.94 y 145.75 (cm) respectivamente y 291.75 hojas, mientras que en el corte de los 30 días fue de 53.58 en el largo de la hoja, 1.64 en el ancho y en el largo 78.75 (cm) con 191.5 hoja.

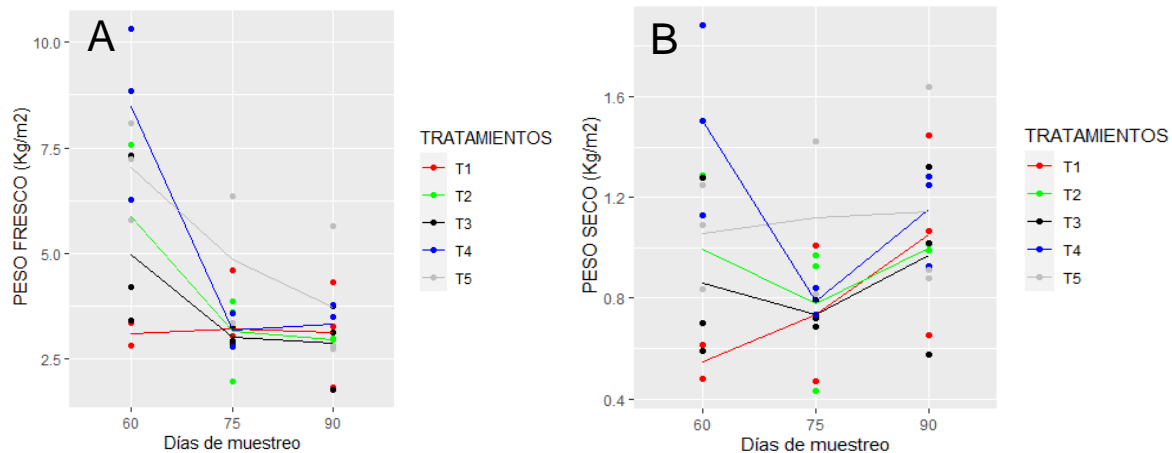
Por otro lado, en la **figura 2(B)**, en la altura de las plantas, se obtuvo una mejor altura en el T4, como se presencia en la **tabla 3(B)**, visualizando diferencias significativas ($P < 0.05$) desde el día 20 hasta el 75 entre los tratamientos, más en el tratamiento 4, similar al estudio de Abril, J., (2017), presentando diferencias significativas entre los tratamientos a los 62 días con la bacteria *Bacillus* spp , resultados similares a los reportados por

Kavamura et al. (2013) en plantas de maíz inoculadas con cepas de *Bacillus* obteniendo un aumento de 17 % en la longitud del tallo. Igualmente, el autor Roncallo, B., *et al.*, en el año 2010, explica que en dos tipos de gramíneas (maíz y sorgo) se presenta un efecto positivo sobre la altura de las plantas, lo cual está asociado con la inoculación de la semilla con las cepas nativas de *Azospirillum* spp con solubilizadoras de fosfato debido a la producción de sustancias promotoras de crecimiento vegetal, registrando un mayor tasa de crecimiento de *Panicum maximum cv tanzania* inoculado con las cepas nativas en relación con el no inoculado. Sarma y Saikia, en el año, 2014 demostraron que una cepa de *Pseudomonas aeruginosa* mejoró el crecimiento de plantas *Vigna radiata* en condiciones de sequía y también aumentó la actividad de varias enzimas antioxidantes.

4.2 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS: PESO FRESCO (Kg/m²), PESO SECO (Kg/m²) Y % DE CENIZA (Kg/m²) EN TANZANIA (*Panicum maximum*)

En la **Figura 3**, se muestra el peso fresco, peso seco y % de Ceniza al pasto Tanzania, actividades ejecutadas a partir de los 60, 75 y 90 días post germinación.

Figura 3. Graficas de la medición del peso fresco, peso seco y % de Ceniza al pasto Tanzania. Representada como **A.** Peso fresco (Kg/m²), **B.** peso seco (Kg/m²) y **C.** % de Ceniza (Kg/m²).



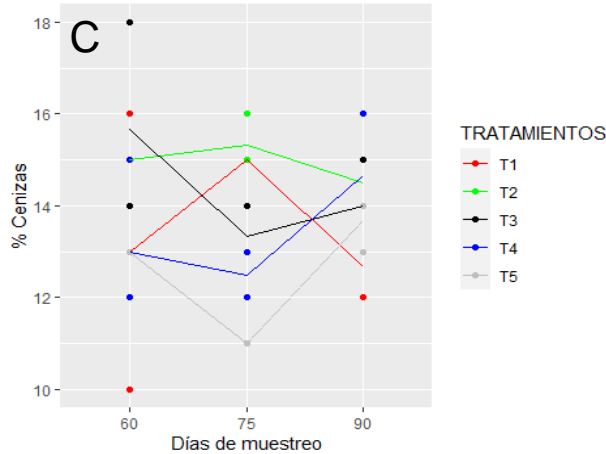


Tabla 4. Prueba de ANOVA por los 5 tratamientos en los días de muestreo 20, 36, 45, 60, 75 y 90 utilizando R Studio estadístico. Representada como **A.** Peso fresco (Kg/m^2), **B.** Peso seco (Kg/m^2) y **C.** % de Ceniza (Kg/m^2).

A. Peso fresco (Kg/m^2)	DF	SUM SQ	MEAN SQ	F VALUE	PR (>F)
TRATAMIENTOS	4	29.81	7.452	3.395	0.0197 *
DIA	2	61.87	30.933	14.090	3.77e-05 ***
RESIDUALS	33	72.44	2.195		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

B. Peso seco (Kg/m^2)	DF	SUM SQ	MEAN SQ	F VALUE	PR (>F)
TRATAMIENTOS	4	0.9144	0.22859	2.393	0.0705
DIA	2	0.3785	0.18923	1.981	0.1540
RESIDUALS	33	3.1525	0.09553		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

C. % de Ceniza (Kg/m^2)	DF	SUM SQ	MEAN SQ	F VALUE	PR (>F)
TRATAMIENTOS	4	22.40	5.600	1.885	0.136
DIA	2	1.35	0.674	0.227	0.798
RESIDUALS	33	98.03	2.971		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la **figura 3 (A y B)**, se visualizó un incremento en el T4 desde el día 60 hasta el día

90, pero en la **figura 3 (C)**, se observó un mejor resultado con el tratamiento con control químico (T2) en los días de muestreo. Aunque en la **tabla 4(A)**, presento diferencia significativa ($P < 0.05$), tanto en los días como en los tratamientos, similares al estudio Abril, J., *et al.*, en el año 2017, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo cual nuestro estudio, obtuvo la diferencia significativa en el T5, demostrando que influye el compost presentando un alto contenido de materia orgánica, pero antes de su aplicación se recomienda suministrar fertilizantes minerales para ajustarlo en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo, explicado por el autor Campos, L., en el año 2021.

De igual importancia, la investigación Cardenas, D y colaboradores, en el año 2014, con el pasto Guinea (*Panicum maximum Jacq.*) demostró que no hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados con el uso de *Azospirillum* spp, ellos presentaron mayores valores de peso seco foliar, en especial, cuando se inoculó con especies aisladas *Azospirillum* spp de con 1,62 y 1,56 g, respectivamente, con un aumento de 45,67 y 43,58% sobre el testigo químico, aunque estos incrementos no fueron significativos.

En la **tabla 4(B)**, se observó que no hay diferencia significativa ($P > 0.05$) independiente del día y el tratamiento igualmente con la **tabla 4(C)**, similares del estudio de Cassán et al., (2009) observaron diferencias significativas con respecto al control, en el peso seco radical de plantas de maíz con valores inferiores a 0,2 g/plantas, y de soya de hasta 0,58 g/planta, inoculadas con *A. brasilense* y *B. japonicum* simples o combinadas. Sin embargo, los resultados obtenidos en las plantas de pasto guinea fueron superiores con respecto a las gramíneas ya mencionadas, con valores entre 0,04 a 0,34 g/planta.

No obstante, los autores Reyes, I y Valery, A., en el año 2007, con el cultivo de maíz con el uso de la bacteria *Azotobacter* spp, incrementó significativamente el peso seco en los tratamientos químicos NK y RK, lo que la presenta como una cepa con potencial de uso en la agricultura sostenible

4.5. Composición química en materia seca de tratamientos con Tanzania (*Panicum maximum*)

La composición química en materia seca de tratamientos con Tanzania evaluados se muestra en la **Tabla 5**.

Como se puede apreciar en la Tabla 5, en contenido de MO en los tratamientos con la gramínea Tanzania se encuentra entre 53,30 – 61,15 % respectivamente. Asimismo, al contenido de PB estuvo entre 11.9 y 15.51, observándose el mayor contenido en el tratamiento de Tanzania con fertilizante químico, compostaje y microorganismos (TTO5) y en el caso del FDN Digest, se encontró entre 37,10 – 45,67, demostrándose en mayor valor el tratamiento TTO5. La proporción de carbohidratos estuvo entre 76,41 a 70,32 para la FDN, entre 43,85 y 40,28 para FDA y de 3,35 a 4,19 para la Lignina, presentándose los menores valores, para el caso de la FDN y FDA en el tratamiento TTO5, mientras en el porcentaje de Lignina, lo obtuvo el tratamiento control (TTO1).

Tabla 5. Composición química en materia seca en tratamientos con Tanzania (*Panicum maximum*)

TRATAMIENTOS	(%EE)	Proteína bruta	FDA	FDN	Materia orgánica	Lignina	FDN Digest
	%MS						
TTO1	0,91	11,89	43,76	76,41	53,85	3,35	37,10
TTO2	1,35	14,97	42,27	74,61	53,30	3,78	41,22
TTO3	1,59	12,28	40,69	71,82	58,40	3,26	38,24
TTO4	1,11	13,85	43,85	75,29	56,05	4,19	41,47
TTO5	1,74	15,51	40,28	70,32	61,15	3,63	45,67

TTO1: Tanzania (*Panicum maximum*); TTO2: Tanzania + 150g Fertilizante químico; TTO3 Tanzania + 25Kg compostaje; TTO4: Tanzania + Microorganismos; TTO5: Tanzania + Integral. Composición química expresados como porcentaje de la materia seca (%MS); MO: porcentaje de materia orgánica; Cen: porcentaje de cenizas; PB: porcentaje de proteína bruta; FDN: porcentaje fibra en detergente neutro; FDA: porcentaje fibra en ácido; Lig: porcentaje de lignina; DFDN: porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la FDN; (%EE): Extracto etéreo

Las gramíneas se han convertido en una fuente de alimento que proporciona los nutrientes necesarios en la producción ganadera. Por consiguiente, la producción de gramíneas como Tanzania (*Panicum maximum*) a veces se ve afectada debido a la baja fertilidad del suelo y bajo contenido de materia orgánica existente, por lo cual se puede mejorar con la adición de abono orgánico (Aristega, C., et al. 2021). De la misma forma, se buscan alternativas bioagradables al medio ambiente para no presentar futuras

consecuencias al suelo como es el uso de microorganismos, especialmente bacterias promotoras de crecimiento para mejorar las condiciones rizosferas del suelo. Por otra parte, según estudios realizados por Alay, A., en el año 2022, demuestra el rango de proteína presente en la gramínea esta entre 10 a 15%, cumpliendo con los datos de este estudio, obteniendo un valor de 11,89 % de PB del tratamiento control TTO1 y 15,51% al tratamiento TTO5. Asimismo, el contenido de fibra como es el FDA, mostrando un valor de 43,76%; FDN con un valor de 76,41% y el contenido de Lignina con 3,35 %, evidenciando que el pasto disminuye su contenido de fibra y de lignina presente en la gramínea conforme avanza la madurez, como lo explica el autor Alay, A. (2021), en su estudio.

Distinto en la composición química del tratamiento de Tanzania con fertilizante químico, compostaje y microorganismos TTO5, obteniendo valores favorables en PB, M.O, FDN, FDA, FDN Digest y Lignina, para su utilización tanto para campo como para futuras investigaciones, influyendo el compost presentando un alto contenido de materia orgánica, pero antes de su aplicación se recomienda suministrar fertilizantes minerales para ajustarlo en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo, explicado por el autor Campos, L., en el año 2021. De la misma forma, en este estudio se presencia que los microorganismos, como es el caso de las bacterias promotoras de crecimiento *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas aeruginosa*, cuando presencian una fuente rica de nutrientes como es la mezcla del compost con el fertilizante químico, utilizan ese medio para obtener un óptimo desarrollo, como lo demuestra Loredo, C., et al en su estudio presentado en el año 2004, interpretando que las bacterias del género *Bacillus* spp son versátiles y pueden presentar varios mecanismos para promover el crecimiento de las plantas, produciendo antibióticos y son consideradas rizobacterias promotoras del crecimiento, debido a que ejercen control biológico sobre algunos patógenos del suelo. También en la fijación de nitrógeno y solubilización de fosfatos, haciendo más disponibles los nutrimentos en la rizosfera, en beneficio de las plantas. Las bacterias del género de *Pseudomonas* spp forman estructuras de resistencia para favorecer su supervivencia en condiciones de estrés, en especial sequía, la cual es común en los pastizales de zonas áridas. La colonización de la raíz por estas bacterias está relacionada con una mayor disponibilidad de carbono y humedad en la rizosfera, la

cual es afectada por el mucílago de las gramíneas.

Cabe resaltar, en el inciso de la presencia de lignina en la materia vegetal, obtuvieron mejores resultados del tratamiento de Tanzania con compostaje TTO3 con un porcentaje del 3,26%, seguido del TTO1 con un porcentaje del 3,35%, luego el tratamiento TTO5 con 3,63 %, siguiendo el tratamiento con fertilizante químico que tuvo 3,78%, y finalmente con el tratamiento TTO4, obteniendo un porcentaje de 4,19%.

5.CONCLUSIÓN

- Se determinó que las mayores características agronómicas se presentaron cuando el pasto *Panicum máximum* cv. Tanzania tenía 75 días de edad (Tratamiento 4), presentando el número de hojas, obteniendo un aumento desde el día 20 hasta el día 75, pero desde el día 75 al 90, aumenta el tratamiento T5, mostrando diferencia significativa entre los días y los tratamientos trabajados.
- En la altura, incremento en el tratamiento T4 demostrando diferencia significativa entre los días y los tratamientos.
- El peso fresco presentó diferencias significativas tanto los días 60 hasta el día 90, en los tratamientos T5, T4 y T1, pero el peso seco y el porcentaje de ceniza, no obtuvieron diferencias significativas independiente de los días y los tratamientos.
- El PB tuvo un valor de 11,89 % del tratamiento control TTO1 y 15,51% al tratamiento TTO5. Asimismo, el contenido de fibra como es el FDA, mostrando un valor de 43,76%; FDN con un valor de 76,41% y el contenido de Lignina con 3,35 %, evidenciando que el pasto disminuye su contenido de fibra y de lignina presente en la gramínea conforme avanza la madurez, como lo explica el autor Alay, A. (2021), en su estudio.

6.RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones:

- Realizar un análisis físico químico y microbiológico al suelo
- Evaluar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento vegetal en otro tipo de pasturas como Estrella, Angleton, Brachiaria, Colosuana y Guinea.
- Evaluar el efecto de las pasturas biofertilizadas en la alimentación y producción animal.
- Realizar capacitaciones a los ganaderos sobre la importancia y la eficiencia que tienen los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en las pasturas y de qué manera se puede reducir el uso de fertilizantes químicos en el suelo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, 77, 69-90.
- Abril, J., Roncallo, B., & Bonilla, R. (2017). Efecto de la inoculación con bacterias del género *Bacillus* sobre el crecimiento de *Megathyrus maximus Jacq*, en condiciones de estrés hídrico. Revista agronómica del noroeste argentino, 37(1), 25-37.
- Alay Pincay, A. (2022). Comportamiento agronómico del pasto *Panicum maximum* cv. Tanzania, en diferentes edades de corte en la comuna San Rafael provincia de Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022). Universidad Estatal Península De Santa Elena. La Libertad.
- AOAC, A. (1990). Association of Official Analytical Chemist 1990 Official Methods of Analysis. 15 th edition.
- Andrews M, James EK, Cummings SP, Zavalin AA, Vinogradova LV, McKenzie BA. 2003. Use of nitrogen fixing bacteria inoculants as a substitute for nitrogen fertiliser for dryland graminaceous crops: progress made, mechanisms of action and future potential. Symbiosis 35:209-229.
- Aristega, M. J. C., Murillo, R. A. L., Coronel, A. L. E., & Garaicoa, D. A. R. (2021). Producción y composición química de *Megathyrus máximus* cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(4), 6427-6443.
- Bassi, Tabaré. Ing. Zoot. (2006). Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Cátedra de Manejo de Pasturas Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Campos Quiñonez, L. F. (2022). Efectos de la aplicación de compost en el pasto janeiro (*Eriochloa polystachya* Kunth) en el Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. Ecuador
- Cárdenas, D., Garrido, M., Roncallo, B., & Bonilla, R. (2014). Inoculación con *Azospirillum spp* y *Enterobacter agglomerans* en pasto guinea (*Panicum maximum Jacq.*) en el Departamento de Cesar (Colombia). Revista Facultad Nacional de

- Agronomía Medellín, 67(2), 7271-7280.
- Cassán, F., Perrig, V. Sgroy, O. Masciarelli, C. Penna and V. Luna. 2009. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). *European Journal of Soil Biology* 45: 28-35.
 - Criollo, P., Obando, M., Sánchez, L., & Bonilla, R. (2012). Efecto de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) asociadas a *Pennisetum clandestinum* en el altiplano cundiboyacense. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 189-195.
 - Cohn F. 1872. Untersuchungen Über Bakterien. Beitrage zur Biologie Pflanz. 1:127-1224.
 - Cuesta, P.A. 2005. Estrategias de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería en las regiones Caribe y Valles Interandinos. En: Manual Técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones caribe y valles interandinos", [http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/CAPITULO ATRO.pdf](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/CAPITULO%20ATRO.pdf). 24 p.; consulta: noviembre 2010
 - De-Bashan, L., Holguin, G., Glick, B., & Bashan, Y. (2007). Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. *Microbiología agrícola. Hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo*. México: Editorial Trillas, 170-224.
 - Djonova E, Petkova G, Stancheva I, Ginebra M, Michovsky T (2016). Respuesta de las gramíneas de pasto a la inoculación con hongos micorrízicos y Bacterias fijadoras de nitrógeno. *Bulgarian Journal of Soil Science® Volumen 1. Número 1. ISSN 2367-92*
 - Doty SL, Oakely B, Xin G, Kang JW, Singleton G, Khan Z, Vajzovic A, Staley JT. 2009. Diazotrophic endophytes of native black cottonwood and willow. *Symbiosis* 47:23-33
 - Ferret A. (2003). Control de calidad de forrajes. Universidad autónoma de Barcelona. XIX curso de especialización FEDNA. Madrid 23 y 24 de octubre.

Obtenido de http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_VII.pdf

- Gamarra, J.R. 2005. La economía del Cesar después del algodón. En: Documentos de trabajo sobre economía regional No. 59. En: Banco de la República. http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DT_SER-59.pdf. 116 p.; consulta: julio 2007.
- García, M. (2021). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.). UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA. Peru.
- Gutiérrez, F., (2016). Aplicación biotecnológica de bacterias rizosféricas: elicitación de sistemas defensivos sistémicos en relación con la producción de compuestos con interés farmacológico y alimentario.
- Hernández, Y., García, O. A., & Ramón, M. (2001). Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35(2), 85-97.
- ICA INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. (2004). Resolución No. 00375 (27 de febrero de 2004) por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia.
- Intagri. (s. f.). Los Biofertilizantes en la Agricultura | Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Kavamura V., Nobre S., Da Silva J., Parma M., Aparecida L., Visconi A., Domingues T., Gouvea R., Dini F., Soares I. (2013). Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. Microbiological Research 168: 183-191
- Pinheiro, P., Passos, R., Pecanha, A., & Mendonca, E. (2020). Application of biofertilizer in degraded pasture modified C dynamics and improved forage yield in a short-term period at the tropical region. Australian Journal of Crop Science, 14(12), 1889-1897.
- Loredo, López, y Espinosa, (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. Terra Latinoamericana, 22(2), 225-239. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57322211.pdf>

- Loredó-Ostí, C., López-Reyes, L., & Espinosa-Victoria, D. (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *Terra Latinoamericana*, 22(2), 225-239.
- Martha Jr. G, Corsi M, Trivelin P, Alves M. 2004. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. *Grass Forage Sci* 59,80-90.
- Martínez Viloria, F. (2019, 11 febrero). Ficha Técnica Pasto Guinea Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania). *info pastos y forrajes.com*. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-guinea-tanzania/>
- Martínez viloria, F. (2020, 21 febrero). Ficha Técnica del Pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*). *Pastos y Forrajes información Actualizada*. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/ficha-tecnica-del-pasto-bermuda-cynodon-dactylon/>
- Martínez, F. (2021). Ficha Técnica Pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*). <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-colosuana/>
- Martínez, F. (2021). Plagas que atacan a las gramíneas. <https://infopastosyforrajes.com/plagas-y-enfermedades/plagas-que-atacan-las-gramineas/>
- Mayoral-Álvarez Sandra. (2018) ¿Qué son los microorganismos? 2022, Abril 1, Conogasi.org Sitio web: <https://conogasi.org/articulos/que-son-los-microorganismos/>
- Mayoral-Álvarez, S., Reyes-González Daniela (2018, 14 de Abril) ¿Qué son los microorganismos? Conogasi, Conocimiento para la vida.
- Mejía Aldana, A. M. (2011). Caracterización de especies forrajeras nativas (Gramíneas-Leguminosas) de mayor consumo en ganadería de cría en la sabana inundable del Casanare.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020). Forrajes.
- Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación (2013). Resolución N° 4/013 de la DGSA - 14/03/2013. Registro y control de inoculantes formulados con microorganismos promotores del crecimiento de las plantas
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2019). Resolución No.1808 (15 de noviembre de 2019). Por la cual se acepta una solicitud de contrato de acceso a

recursos genéticos y sus productos derivados.

- MINSON, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic press, In. New York. 483p.
- Mora Valverde, D. (2012). ¿DE QUÉ MANERA SE ANALIZAN LOS PASTOS DE SU FINCA EN EL LABORATORIO? Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Universidad de Costa Rica.
- Mojica-Rodríguez, J. E. *Evaluación de la alimentación con forrajes tropicales sobre la producción y calidad composicional de la leche en vacas doble propósito del trópico seco colombiano*. Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de Doctor en Ciencias-Producción animal. Bogotá: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 2017
- Murillo, J. (29 de Mayo de 2014). Percepción de los actores sociales, gremiales e institucionales del proceso de explotación de los recursos naturales en el municipio de Sabana de Torres. (W. Ramirez C, Entrevistador).
- Okon Y. 2005. PGPR - technology cases of application and futureprospects. En: Hartmann A, Schmid M, Wenzel W, Hisinger L, editores. 2004. Rhizosphere— perspectives and Challenges—a Tribute to Lorenz Hiltner. Munich, Alemania. pp. 273-274.
- Pedraza, R., Teixeira, K., Scavino, A., de Salamone, I., Baca, B. E., Azcón, R. & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11(2), 155-164.
- Pinzón, A. (2019). *Pseudomonas*. Acta Med Colomb vol.44 no.1 Bogotá Ene./Mar. 2019 Publicación electrónica 12 de junio de 2019.
- Pita, J. (2018). Germinación de semillas. Núm 2090 HD. Hongos divulgadores. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Pizarro C., García H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Colombia.
- Primavesi O, Primavesi A, Almeida L, Silva A, Cantarella H. 2006. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. R Bras Zootec 35(3):683-690.

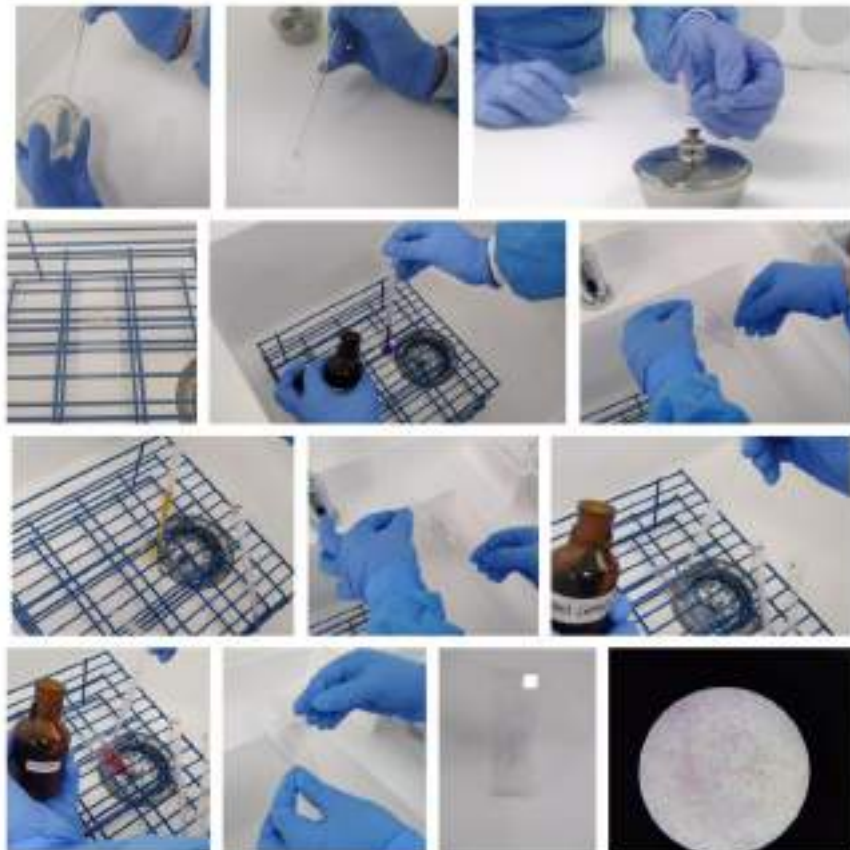
- Pinheiro, P. L., Passos, R. R., Pecanha, A. L., & Mendonca, E. D. S. (2020). Application of biofertilizer in degraded pasture modified C dynamics and improved forage yield in a short-term period at the tropical region. *Australian Journal of Crop Science*, 14(12), 1889-1897.
- Reyes, I., & Valery, A. (2007). Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mays L.*) con *Azotobacter spp.* *Bioagro*, 19(3), 117-126.
- Rojas-Badía, M. M., Bello-González, M. A., Ríos-Rocajull, Y., Lugo-Moya, D., & Rodríguez-Sánchez, J. (2020). Utilización de cepas de *Bacillus* como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales. *Acta Agronómica*, 69(1), 54-60.
- Roncallo, B., Divan Baldani, V. L., Barros Henríquez, J., Murillo Solano, J., Cárdenas, D. M., Castro Rincón, E., & Bonilla Buitrago, R. R. (2010). Producción de fertilizantes biológicos a partir de microorganismos nativos del género *Azospirillum sp.* para mejorar la productividad y sostenibilidad de gramíneas en suelos en el Cesar.
- Rodríguez Fernández, G., & Roncallo Fandiño, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 77-89.
- Ruiz Solera, F., & Gz-Janica Marzola, H. (2012). Efectos ambientales y socioeconómicos del sistema de producción ganadero con enfoque ambientalmente sostenible y el sistema tradicional, implementados en las fincas Escocia y Alejandría, respectivamente en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.
- Rural, D. A. D. S. Y. (2019). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? [gob.mx. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante](https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante)
- Santacruz, A., Cruz, R., Hernández, P., Cabrera, G., & Moya, G. (2004). Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 42(2), 261-276.
- Sarma, K., Saikia R. (2014). Alleviation of drought stress in mung bean by strain *Pseudomonas aeruginosa* GGRJ21. *Plant and Soil* 377: 111-126

- Segura, S; Echeverri, F; Patiño, A; Mejía, A. Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y alimentos para animales. 2007. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 14, número 1. Medellín, Colombia. Pags: 7
- Solís-Oba, M., Aguilar-Benítez, G., Castro-Rivera, R., Villegas-Aparicio, Y., Castro-Ramos, J. J., & Solís-Oba, A. (2020). Rendimiento de forraje de pasto ovillo inoculado con bacterias PGPB. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(SPE24), 129-139.
- Torres, B. M. J., Carrillo, M. A. M., Cancino, S. J., Garay, A. H., Pérez, J. P., & Vázquez, A. G. (2010). Rendimiento y calidad de semilla de pasto Guinea (*Panicum maximum Jacq.*) cv. Tanzania usando la fitohormona esteroidea cidef-4. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 1(3), 237-249.
- TRAXCO. (2015). Fertilización en los cultivos.
- TROPICAL SEEDS. (s.f). *Panicum maximum cv. Tanzania* (Purple guinea TD58). <https://www.tropseeds.com/es/tanzania-grass/#:~:text=PASTO%20TANZANIA&text=Antecedentes%3A%20Introducido%20a%20Tailandia%20desde,de%20forraje%20de%20buena%20calidad>.
- Vicente, Z. M. J. (2021). Optimización de la fertilización edáfica del mango (*Tommy atkins*) mediante análisis espacial, cerecita-guayas (doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).
- Villarreal-Delgado, F., Villa-Rodríguez, D., Cira-Chávez, A., Estrada-Alvarado, M., Parra-Cota, I., & Santos-Villalobos, L. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. Revista mexicana de fitopatología, 36(1), 95-130.
- Vilorio de la Hoz, J. 2003. La ganadería bovina en las llanuras del caribe colombiano. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 40. En: Banco de República, <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-40.pdf>. 86 p.; consulta: julio 2010.
- Vives Noguera, R. E. (2012). Suplementación estratégica y mejoramiento de la alimentación de bovinos en época de verano Hacienda La Nena, Municipio de Fundación Magdalena (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

ANEXOS



Tomada por: *Zarith Gonzalez, CDT Cesar*
Área de las parcelas experimentales



Tomada por: *Zarith Gonzalez, Universidad Popular del Cesar*
Identificación microscópica de las cepas de *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*



Tomada por: *Laura Acuña, CDT Cesar*
Adecuación, Trazado, Sistema de riego, Recolección de datos



Tomada por: *Laura Acuña, CDT Cesar*
Desmalezado, Siembra de semillas, Aplicación del inoculo, Presentación a la industria ganadera con nuestro director de Proyecto.



Tomada por: *Zarith Gonzalez, Laboratorio CDT Cesar*
Obtención de forraje verde y molida de la materia seca



Tomada por: *Reycard Arias, CDT Cesar*
Aplicación del fertilizante químico, obtención de forraje verde y de ceniza

PLANILLA PARA DATOS METEREOLÓGICOS DEL CDT CESAR								
FECHA	HORA	HUMEDAD	T. °C	HORAS LUZ DEL DIA	HORA	HUMEDAD	T. °C	PRECIPITACION
3/10/2022	8:11 a. m.	91%	27	5:41 a. m.	12:00 p. m.	66%	31,5	0 mm
4/10/2022	8:11 a. m.	80%	31,9	5:44 a. m.	12:00 p. m.	66%	31,4	0 mm
5/10/2022	8:11 a. m.	77%	31,6	5:40 a. m.	12:00 p. m.	59%	37,9	0 mm
6/10/2022	8:11 a. m.	75%	32,3	5:42 a. m.	12:00 p. m.	85%	28	1 mm
7/10/2022	8:11 a. m.	91%	27,7	5:42 a. m.	12:00 p. m.	99%	25,3	6 mm
8/10/2022	8:11 a. m.	86%	28,8	5:41 a. m.	12:00 p. m.	90%	32,5	0 mm
9/10/2022	8:11 a. m.	77%	31,6	5:40 a. m.	12:00 p. m.	80%	31,9	0 mm
10/10/2022	8:11 a. m.	58%	31,9	5:41 a. m.	12:00 p. m.	69%	40,1	0 mm
11/10/2022	8:11 a. m.	89%	33	5:42 a. m.	12:00 p. m.	33%	43,4	1 mm
12/10/2022	8:11 a. m.	99%	31,5	5:41 a. m.	12:00 p. m.	46%	37,9	0 mm
13/10/2022	8:11 a. m.	90%	29,6	5:41 a. m.	12:00 p. m.	52%	41,9	0 mm
14/10/2022	8:11 a. m.	94%	24	5:40 a. m.	12:00 p. m.	65%	31	10 mm
15/10/2022	8:11 a. m.	92%	27	5:42 a. m.	12:00 p. m.	80%	31,9	0 mm
16/10/2022	8:11 a. m.	66%	31,4	5:42 a. m.	12:00 p. m.	58%	37,9	0 mm
17/10/2022	8:11 a. m.	86%	28,8	5:42 a. m.	12:00 p. m.	77%	31,6	0 mm
18/10/2022	8:11 a. m.	91%	24	5:42 a. m.	12:00 p. m.	73%	29	0 mm
19/10/2022	8:11 a. m.	90%	29,6	5:42 a. m.	12:00 p. m.	60%	39,8	2 mm
20/10/2022	8:11 a. m.	89%	33	5:42 a. m.	12:00 p. m.	37%	40,5	0 mm
21/10/2022	8:11 a. m.	82%	30	5:42 a. m.	12:00 p. m.	58%	37,9	42 mm
22/10/2022	8:11 a. m.	94%	28	5:42 a. m.	12:00 p. m.	66%	31,5	15 mm
23/10/2022	8:11 a. m.	99%	31,7	5:42 a. m.	12:00 p. m.	58%	37,1	7 mm

Datos climatológicos obtenidos en las parcelas experimentales del CDT Cesar

TRATAMIENTOS	DIA	ALTURA (cm)	N HOJAS
T1	20	5	3
T1	20	6	4
T1	20	4	3
T2	20	7	5
T2	20	6	4
T2	20	4	3
T3	20	6	3
T3	20		
T3	20	3	2
T4	20	8	6
T4	20	10	9
T4	20	7	7
T5	20		
T5	20	2	2
T5	20	2	2

Altura y número de hojas promedio en el día 20

TRATAMIENTOS	DIA	ALTURA (cm)	N HOJAS
T1	36	55	80
T1	36	14	15
T1	36	16	24
T2	36	16	18
T2	36	18	33
T2	36	14	11
T3	36	15	20
T3	36	15	14
T3	36	15	14
T4	36	72	61
T4	36	73	70
T4	36	16	28
T5	36	41	18
T5	36	15	23
T5	36	18	21

Altura y número de hojas promedio en el día 36

TRATAMIENTOS	DIA	ALTURA (cm)	N HOJAS
T1	45	67	80
T1	45	63	35
T1	45	67	34
T2	45	28	37
T2	45	76	52
T2	45	65	68
T3	45	85	65
T3	45	61	74
T3	45	55	30
T4	45	114	91
T4	45	100	110
T4	45	71	70
T5	45	71	76
T5	45	71	62
T5	45	65	36
T1	60	165	92
T1	60	158	80
T1	60	120	75
T2	60	163	59
T2	60	126	60
T2	60	80	68
T3	60	167	70
T3	60	154	78
T3	60	152	78
T4	60	184	94
T4	60	196	100
T4	60	187	90
T5	60	164	82
T5	60	173	70
T5	60	174	80
T1	75	167	63
T1	75	159	54
T1	75	135	40
T2	75	168	54
T2	75	140	54
T2	75	153	49
T3	75	170	39
T3	75	155	57
T3	75	158	55
T4	75	188	78
T4	75	193	94
T4	75	181	62
T5	75	170	90
T5	75	175	67
T5	75	155	61

Altura y número de hojas promedio a los 45, 60 y 75 días

TRATAMIENTOS	DIA	ALTURA (cm)	N HOJAS
T1	90	171	63
T1	90	163	40
T1	90	140	52
T2	90	169	58
T2	90	152	52
T2	90	160	43
T3	90	172	84
T3	90	157	57
T3	90	158	50
T4	90	185	74
T4	90	200	92
T4	90	183	40
T5	90	180	90
T5	90	178	56
T5	90	163	96

Altura y número de hojas promedio a los 90 días

CENIZA (60 DIAS)	PF (Kg) (60 DIAS)	PS (Kg) (60 DIAS)	CENIZA (75 DIAS)	PF (Kg) (75 DIAS)	PS (Kg) (75 DIAS)
18	2.247	0.355	14	0.49	0.117
16	0.704	0.120	16	1.15	0.252
10	0.84	0.153	15	0.762	0.18
12	1.89	0.322	15	0.97	0.232
18	1.048	0.175	16	0.9	0.242
16	0.36	0.06	15	0.493	0.108
18	1.83	0.320	14	0.732	0.198
14	0.853	0.148	13	0.814	0.18
15	1.050	0.175	13	0.71	0.172
15	2.208	0.376	13	0.895	0.21
12	2.58	0.471	12	1.9	0.482
12	1.566	0.282	12	0.7	0.183
13	2.024	0.312	11	1.59	0.355
13	1.81	0.273	13	2.376	0.46
13	1.45	0.209	11	0.84	0.204

Promedios de Porcentaje de ceniza, Peso seco y Peso fresco pasto Tanzania a los 60 y 75 días

CENIZA (90 DIAS)	PF (Kg) (90 DIAS)	PS (Kg) (90 DIAS)
13	0.820	0.266
13	1.08	0.361
12	0.458	0.163
16	0.088	0.326
16	0.745	0.247
13	0.738	0.253
14	0.941	0.330
13	0.444	0.144
15	0.781	0.255
14	0.944	0.321
16	0.876	0.312
14	0.682	0.232
13	1.41	0.41
14	0.705	0.22
14	0.682	0.228

Promedios de Porcentaje de ceniza, Peso seco y Peso fresco pasto Tanzania a los 90 días

TRATAMIENTO	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	Nº. HOJAS	PESO FRESCO	PESO SECO	CENIZAS
T1	95.29412 cd	44.52941 c	3.152000 b	0.8060000 b	13.62500 ab
T2	85.83333 d	40.44444 c	3.876571 ab	0.9022857 ab	15.00000 a
T3	99.88235 bc	46.47059 bc	3.624444 ab	0.8542222 ab	14.33333 ab
T4	120.44444 a	65.33333 a	5.225500 a	1.1935000 a	13.50000 ab
T5	106.88235 b	54.82353 b	5.255500 a	1.1055000 ab	12.75000 b

Compilación de datos