



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CITOQUININAS EN EL
PRENDIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL PASTO KING
GRASS MORADO (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) EN
EL CENTRO DE APOYO COLONCHE – UPSE**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Johan Patricio Malavé Soriano.

LA LIBERTAD, 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CITOQUININAS EN EL
PRENDIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL PASTO KING
GRASS MORADO (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) EN
EL CENTRO DE APOYO COLONCHE – UPSE**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Johan Patricio Malavé Soriano.

Tutora: Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **MALAVÉ SORIANO JOHAN PATRICIO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 22/12/2023.



Firmado electrónicamente por:
**VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA**

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**LOURDES HILDA
ORTEGA MALDONADO**

Ing. Lourdes Ortega Maldonado, Mgtr.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**WASHINGTON VIDAL
PERERO VERA**

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.
ASISTENTE ADMINISTRATIVO

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, cuya guía, fortaleza y bendiciones han estado presentes en cada paso de esta trayectoria académica. Su amor incondicional y su sabiduría han sido la luz que ha iluminado mi camino, brindándome la fuerza para superar desafíos y la inspiración para seguir avanzando. Agradezco sinceramente por haberme permitido alcanzar una de mis metas propuestas en esta vida.

Agradezco de manera especial a mis padres Patricio y Glenda, cuyo amor, comprensión, sacrificio y constante apoyo han sido pilares fundamentales en esta etapa de mi vida y especialmente durante esta travesía académica. Agradezco profundamente su confianza en mí y su apoyo financiero que han sido cruciales para alcanzar este logro. Sus palabras de aliento en los momentos más desafiantes durante mi proceso de aprendizaje han sido muy importantes para mantenerme motivado. Su apoyo moral ha sido una fuerza impulsadora que ha marcado la diferencia en cada paso de este camino.

También quiero agradecer a mi tutora de tesis Ing. Nadia Quevedo por su orientación, paciencia y apoyo continuo para el desarrollo de esta investigación. Su perspectiva crítica y comentarios constructivos fueron de gran ayuda para mejorar la calidad de este trabajo.

Agradecer a mis compañeros de curso que compartieron momentos especiales. Dando gracias por su apoyo, amistad y colaboración constante para ayudar y el ambiente de cooperación que han hecho de esta trayectoria en una experiencia memorable y única.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo cariño y gratitud a mi familia quienes me brindaron su apoyo para este logro. Su amor incondicional, comprensión y sacrificio han sido la fuerza impulsadora detrás de mis logros académicos. A mis padres, Patricio y Glenda, su constante aliento y ejemplo de perseverancia han sido mi inspiración a lo largo de este trayecto.

A mis hermanas Evelyn y Edith, quienes me motivaron e impulsaron con sus valiosas palabras de aliento. Su apoyo incondicional y ánimo constante han sido un sostén fundamental en cada paso de este recorrido.

A mis compañeros y amigos que estuvieron ahí para apoyarme, les dedico este trabajo como reconocimiento a su constante aliento, comprensión y colaboración. Vuestra presencia durante este camino académico ha sido fundamental, cada interacción discusión y momentos compartidos ha sido fuentes de aprendizaje y crecimiento mutuo.

JOHAN PATRICIO MALAVÉ SORIANO

RESUMEN

Las citoquininas son hormonas vegetales que regulan el crecimiento y la diferenciación celular y son ampliamente usadas en cultivos de interés agrícola en el mundo como promotoras de crecimiento, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de cuatro niveles de citoquininas en el prendimiento y rendimiento del pasto King Grass morado (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro de Apoyo Colonche. Para el establecimiento del experimento se realizó un delineamiento experimental de bloques completamente aleatorio contando con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables porcentaje de prendimiento, altura de planta, diámetro del tallo, rendimiento de materia fresca (RMF), rendimiento de materia seca (RMS) y porcentaje de materia seca. Los resultados obtenidos fueron procesados por el programa estadístico INFOSTAT y las medias comparadas por el test de Duncan al 95% de confianza. Se observó que las citoquininas no estimularon de manera significativa ninguno de los parámetros evaluados bajo las condiciones de estudio, lo cual podría estar relacionado con estrés de origen biótico y abiótico.

Palabras claves: bioestimulante, hormona, nutrición vegetal, pastoreo.

ABSTRACT

Cytokinins are plant hormones that regulate cell growth and differentiation and are widely used in crops of agricultural interest in the world as growth promoters. The objective of the present work was to evaluate the effect of the application of four levels of cytokinins on the yield and performance of purple King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) under the edaphoclimatic conditions of the Colonche Support Center. For the establishment of the experiment, a completely randomized block experimental design with four treatments and four replications was used. The variables yield percentage, plant height, stem diameter, fresh matter yield (RMF), dry matter yield (RMS) and dry matter percentage were evaluated. The results obtained were processed by the INFOSTAT statistical program and the means were compared by Duncan's test at 95% confidence. It was observed that cytokinins did not significantly stimulate any of the parameters evaluated under the study conditions, which could be related to biotic and abiotic stresses.

Key words: biostimulant, hormone, plant nutrition, grazing.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CITOQUININAS EN EL PRENDIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL PASTO KING GRASS MORADO (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) EN EL CENTRO DE APOYO COLONCHE – UPSE”** y elaborado por **JOHAN PATRICIO MALAVÉ SORIANO**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firmado electrónicamente por:
**JOHAN PATRICIO
MALAVE SORIANO**

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico:	2
Objetivos	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Importancia de las gramíneas	3
1.2 King Grass Morado	3
1.2.1 Origen	4
1.2.2 Clasificación taxonómica.....	4
1.2.3 Características botánicas	4
1.3 Condiciones edafoclimáticas	5
1.3.1 Suelo	5
1.3.2 Clima.....	5
1.4 Manejo agronómico	6
1.4.1 Área de establecimiento	6
1.4.2 Propagación	6
1.4.3 Siembra	6
1.4.4 Fertilización	7
1.4.5 Frecuencia de corte	7
1.4.6 Producción de biomasa fresca y materia seca.....	7
1.5 Plagas y enfermedades	8
1.6 Calidad nutricional	8
1.7 Estimulantes del crecimiento vegetal	9
1.7.1 Fitohormonas	9
1.7.2 Uso de fitohormonas en la agricultura	9
1.8 Citoquininas	10
1.9 Efecto de las citoquininas	10
1.10 Efectos de los bioestimulantes en distintos tipos de cultivo	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1 Caracterización del área	12
2.2 Material biológico y condiciones experimentales	12
2.3 Materiales, equipos e insumos	13
2.3.1 Materiales.....	13
2.3.2 Equipos	13
2.3.3 Insumos	13
2.4 Diseño experimental	13
2.5 Conducción del experimento	15
2.5.1 Selección de semillas	15
2.5.2 Preparación del suelo	15
2.5.3 Riego	16
2.5.4 Siembra	16
2.5.5 Aplicación de las soluciones	16
2.5.6 Control de malezas.....	16
2.5.7 Control de plagas y enfermedades	16

2.5.8 Fertilización	16
2.5.9 Cosecha	16
2.6 Parámetros evaluados	17
2.6.1 Porcentaje de prendimiento	17
2.6.2 Morfológicos.....	17
2.6.3 Productivos	17
2.7 Análisis estadístico de los resultados.....	18
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
3.1 Efectos en los parámetros evaluados	19
3.1.1 Porcentaje de Prendimiento	19
3.2 Efectos de 4 concentraciones de citoquininas en los parámetros morfológicos de Pennisetum purpureum x P. typhoides	20
3.2.1 Altura de planta.....	22
3.2.2 Diámetro del tallo	22
3.3 Efectos de 4 concentraciones en los parámetros productivos de Pennisetum purpureum x P. typhoides	23
3.3.1 Rendimiento de materia fresca.....	23
3.3.2 Rendimiento de materia seca	24
3.3.3 Porcentaje de materia seca	24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
Conclusiones.....	27
Recomendaciones.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto King Grass Morado	4
Tabla 2. Efectos de las fitohormonas en diferentes especies vegetales	11
Tabla 3. Descripción de los tratamientos.....	14
Tabla 4. Grados de libertad del experimento.....	14
Tabla 5. Delineamiento experimental.....	14
Tabla 6. Análisis de varianza del parámetro porcentaje de prendimiento evaluados a los 15, 18, 22 y 25 días después de la siembra bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	19
Tabla 7. Resumen del análisis de varianza de los parámetros morfológicos: Altura (m), Diámetro (mm), bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.....	21
Tabla 8. Altura de plantas de <i>pennisetum purpureum</i> bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	22
Tabla 9. Diámetro del tallo de <i>Pennisetum purpureum</i> bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	22
Tabla 10. Análisis de varianza de los parámetros productivos: Rendimiento de materia fresca (RMF) y rendimiento de materia seca (RMS) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	23
Tabla 11. Rendimiento de materia fresca (RMF) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	23
Tabla 12. Rendimiento de materia seca (RMS) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento, Centro de Apoyo Colonche. Google Maps (2023).	12
Figura 2. Distribución de los tratamientos de tres dosis de citoquininas en pasto King Grass morado en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.	15
Figura 3. Porcentaje de prendimiento del King Grass morado (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023. Medias seguidas de una misma letra no difieren significativamente entre sí por el test de Duncan ($p<0,05$)	20
Figura 4. Porcentaje de materia seca del King Grass morado (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023. Medias seguidas de una misma letra no difieren significativamente entre sí por el test de Duncan ($p<0,05$).	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Delimitación de parcelas

Figura 2A. Selección de estacas para siembra

Figura 3A. Siembra de estacas de King Grass morado

Figura 4A. Aplicación de bioestimulante

Figura 5A. Toma de datos del diámetro del tallo

Figura 6A. Toma de datos de la altura de la planta

Figura 7A. Corte del pasto para el RMF

Figura 8A. Peso del pasto

Figura 9A. Aplicación del pasto a la estufa para la obtención de MS.

Figura 10A. Peso del pasto para obtención del RMS y MS%

INTRODUCCIÓN

Araújo (2017) señala que uno de los desafíos que presentan los ganaderos en Latinoamérica frente a las condiciones medioambientales es el uso de especies forrajeras que se adapten a los diferentes factores climáticos, ya que al implementar un sistema de producción a pastoreo se debe seleccionar la especie forrajera que más se adapte y tenga mejores condiciones nutricionales. Por eso es necesario ampliar el conocimiento sobre el potencial productivo de las especies forrajeras, para poder mejorar la eficiencia de los pastos al implantar sistemas de pastoreo.

En Ecuador las zonas dedicadas al cultivo de pastos están experimentando una reducción constante, esto debido a la preservación de reservas naturales o a la ausencia de políticas de respaldo al sector ganadero del país, por lo tanto, se hace necesario implementar técnicas que aborden estos problemas y promuevan un aumento en la producción eficaz de pastizales, esto aseguraría el suministro alimenticio y nutricional necesario para el desarrollo del sector ganadero (Rivera, 2017).

Rivera (2017) menciona que el King Grass morado es una variedad de pasto que se destaca por su capacidad para producir una gran cantidad de forraje de calidad nutricional. Esta hierba de corte es reconocida por su capacidad para aumentar la carga de ganado por hectárea.

La ganadería en Santa Elena es una de las labores importante que generan ingresos en determinadas ocasiones a los pequeños y medianos ganaderos. La mayor centralización de la actividad ganadera en la provincia son los medianos productores que aplican de manera tradicional de producción de pequeños productores, esta forma de ganadería se conoce como ganadería extensiva (Baque and Naranjo, 2017). En climas tropicales y en la península de Santa Elena, el pasto King Grass morado se perfila como una opción viable para los ganaderos locales debido a su notable capacidad de adaptación a suelos con un drenaje moderado, con niveles de fertilidad entre baja a media y su tolerancia a la sequía (Mera, 2023).

De la A (2022) manifiesta que las nuevas opciones para mejorar la productividad agrícola y reducir el uso de productos químicos perjudiciales son el empleo de bioestimulantes, transformándose en una práctica ventajosa para diversos cultivos, especialmente aquellos de naturaleza hortícola debido a su alta demanda. Estos bioestimulantes consisten en

compuestos orgánicos derivados de extractos de plantas, bacterias, hongos, algas y protozoos, que contienen aminoácidos y ácidos orgánicos, los cuales ayudan a promover un suelo dinámico al interactuar biológicamente con el entorno natural. La acción de los bioestimulantes implica reducir el consumo energético de las plantas, lo que conlleva a un aumento evidente en la cantidad de brotes, la cobertura foliar, el desarrollo de las raíces, entre otros aspectos.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal analizar el efecto que tienen las citoquininas sobre el prendimiento y rendimiento del pasto King Grass morado, con el propósito de ayudar a los agricultores a comprender cómo estas hormonas influyen en este tipo de cultivo.

Problema Científico:

¿Cuáles son los efectos que causan las citoquininas sobre el prendimiento y rendimiento del pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro de Apoyo Colonche?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar el efecto de la aplicación de citoquininas en el prendimiento y rendimiento de *Pennisetum purpureum x P. typhoides* en el Centro de Apoyo Colonche - UPSE.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el porcentaje de prendimiento de *Pennisetum purpureum x P. typhoides*.
2. Determinar el efecto de diferentes dosis de citoquinina en el crecimiento de *Pennisetum purpureum x P. typhoides*.
3. Evaluar el rendimiento de *Pennisetum purpureum x P. typhoides* bajo la aplicación de diferentes dosis de citoquinina.

Hipótesis:

La aplicación de citoquinina incrementará el porcentaje de prendimiento y rendimiento de *Pennisetum purpureum x P. typhoides*.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Importancia de las gramíneas

Navarro and Villamizar (2012) manifiestan que cerca del 25% del área total del planeta, que es aproximadamente 13,4 billones de hectáreas, se destina a pastizales. Para lograr una ganadería verdaderamente competitiva, es fundamental emplear de manera adecuada los pastos y especies esenciales.

Los seres humanos, al igual que los animales, requieren completamente del reino vegetal para su subsistencia. Entre todas las variedades de plantas, las gramíneas juegan un papel crucial. Estas plantas son esenciales para nuestro bienestar, ya que no solo nos proveen de alimentos básicos como el pan, que constituye la base de la alimentación en todo el mundo, sino que también son los componentes principales de las praderas y sabanas que alimentan a los ganados, así como a una gran parte de la fauna silvestre (Giraldo, 2010). La fuente de alimento más económica que está a nuestra disposición en nuestro entorno es el forraje (Hernández *et al.*, 2020).

Las gramíneas representan uno de los grupos de plantas más variados en todo el mundo, ya que se ubican en la tercera posición en términos de cantidad de géneros y en la quinta posición en cuanto a diversidad específica. A nivel global, la familia Poaceae o Gramineae abarca 702 géneros y 9675 especies. Los objetivos principales en la gestión de pastizales son lograr una alta productividad de estos y del ganado a un costo reducido, así como mejorar las especies utilizadas para pasto. Esto se debe a que el valor nutricional de los forrajes está determinado por la presencia de elevados porcentajes de nutrientes esenciales, como proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos, que son fundamentales para la salud, crecimiento y eficiencia productiva de los animales. También se consideran las adaptaciones biológicas que facilitan su reproducción vegetativa de manera rápida y sencilla (Dávila and Sánchez, 1996).

1.2 King Grass Morado

Rúa (2008) indica que el King gras es el resultado del cruce genético entre pasto Elefante (*P. purpureum*) y Sorgo forrajero (*P. Typhoides*). Su característica principal es su notable altura, que puede alcanzar cerca de los 3 metros, además, se distingue por su crecimiento erguido; sin embargo, debido a su altura y a las extensas y anchas hojas con bordes abundantemente peludos, el extremo de la hoja se inclina hacia abajo cuando no puede

sostener su propio peso debido a la gravedad. Los tallos son robustos y extensos, y presenta mayor frondosidad en la parte superior de la planta.

La hierba morada King Grass es una planta que dura varios años, crece en grupos compactos o cepas con tallos que alcanzan una altura de 2 a 3 metros y un grosor de 3 a 4 cm. Sus hojas son largas y presenta inflorescencias en forma de panícula esponjosa. Además, es más resistente que la caña de azúcar y está mejor adaptada a suelos de baja calidad y a condiciones áridas. Puede ser cultivada para servir como alimento para el ganado en períodos de 3 a 4 meses (Alarcón, 2016).

1.2.1 Origen

Proveniente de África y sometido a mejoramiento genético en Tifton, Georgia, Estados Unidos, a través de la selección de una descendencia que se autofecunda del pasto Merkeron, el cual es un híbrido de tamaño considerable, elegido a partir del cruce entre pasto elefante enano y pasto elefante alto. Este tipo de cultivar fue introducido en Venezuela en los años 80 y actualmente está presente en la mayoría de los países ubicados en regiones tropicales y subtropicales (Lindao, 2020).

1.2.2 Clasificación taxonómica

La Tabla 1 presenta la clasificación taxonómica del pasto King Grass Morado.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto King Grass Morado

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>Pennisetum purpureum</i>

Fuente: Arce (2013)

1.2.3 Características botánicas

El pasto King Grass morado es una variante híbrida derivada del pasto elefante *Pennisetum purpureum* en términos de su base genética, lo que implica muchas semejanzas en sus rasgos morfológicos (Vargas, 2018). El pasto elefante es una planta perenne que crece de manera erguida, alcanzando alturas de 2 a 4 metros, con tallos sólidos de 1.5 a 2 centímetros de grosor, sus hojas son lanceoladas, planas, suaves y algo ásperas, midiendo de 50 a 100 centímetros de largo y 5 centímetros de ancho, características similares a las del ecotipo

Morado, originario de la antigua República de Zimbabue en África del Sur y que se introdujo en Suramérica a través de Panamá (Rojas, 2009). Por otro lado, el King Grass morado se distingue por su morfología única, ya que tanto sus hojas como sus tallos muestran un predominante tono rojizo o púrpura en comparación con el verde, especialmente en las etapas iniciales, hasta aproximadamente los 50 días, momento en el que las hojas comienzan a adquirir un tono más verdoso (Mera, 2023).

Rivera (2017) define que es una planta que persiste durante varios años y tiene un crecimiento erguido, parecido a la caña de azúcar. Puede crecer hasta una altura de 3 metros y llegar a los 150 días con una altura de entre 1,5 y 1,8 metros. Sus tallos, que pueden medir entre 3 y 5 cm de grosor, y sus hojas anchas y largas tienen una superficie suave y son de color verde claro en su juventud, transformándose a verde oscuro a medida que maduran. Las raíces de esta planta se agrupan formando estructuras compactas y fuertes, que pueden llegar hasta 2 metros bajo tierra. Su floración se presenta en forma compacta y cilíndrica, con una longitud que oscila entre 12 y 15 cm.

1.3 Condiciones edafoclimáticas

1.3.1 Suelo

La variedad de pasto King Grass de color morado muestra una preferencia hacia suelos fértiles, pero demuestra un rendimiento productivo satisfactorio en diversas altitudes sobre el nivel del mar. En estas áreas, se encuentran con una diversidad de tipos de suelo que presentan variaciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Este tipo de pasto puede adaptarse a una amplia gama de suelos, idealmente con una composición franco-arcillosa y un pH que oscile entre 5.0 y 7.0, siempre y cuando el suelo tenga un buen drenaje (Rodríguez, 2021).

1.3.2 Clima

Hurtado (2012) señala que el King Grass prospera adecuadamente en una variedad de altitudes, desde el nivel del mar hasta los 1200 metros, siempre y cuando las temperaturas oscilen entre 18 y 30 °C. Según el mismo autor, este tipo de pasto es altamente resistente a la sequía y muestra una notable capacidad para regenerarse cuando comienzan las lluvias. Es preferente en suelos fértiles y de textura franca, con una acidez neutra o ligeramente ácida, siempre que haya un buen drenaje; sin embargo, es susceptible al exceso de humedad.

1.4 Manejo agronómico

La gestión efectiva de sistemas de pasturas implica tener en cuenta varios factores al determinar los indicadores de calidad de un pasto, esto incluye la selección del tipo de vegetación a plantar y la planificación de los momentos adecuados para realizar cortes. Es esencial considerar este último aspecto, ya que periodos de crecimiento más prolongados son beneficiosos para la planta, permitiéndole producir más cantidad de materia verde, sustancias químicas y proteínas necesarias para la alimentación de los animales. Esto resulta en una mayor digestibilidad para los rumiantes. Asimismo, las características morfológicas del pasto son cruciales para su gestión, ya que nos proporcionan información sobre su potencial de producción (Morillo *et al.*, 2016).

1.4.1 Área de establecimiento

Rodríguez (2021) menciona que para asegurar un adecuado desarrollo fenológico del pasto King Grass morado, es esencial tener en cuenta varios aspectos. Estos incluyen la ubicación óptima para cultivar la planta, la disponibilidad y accesibilidad del agua, la topografía del terreno en términos de pendientes y desniveles, así como la proximidad de la pradera al área designada para los animales. Este análisis busca anticipar posibles problemas como acumulación de agua o un drenaje inadecuado. Es crucial evaluar la fertilidad del suelo a través de pruebas de fertilidad para poder realizar ajustes necesarios, como la aplicación de enmiendas, y así optimizar el crecimiento de la planta.

1.4.2 Propagación

Esta planta se beneficia de la polinización cruzada y, por lo tanto, se debe propagar vegetativamente. Para lograrlo, se necesitan entre 3.5 y 4.5 toneladas por hectárea de tallos maduros, logrando una tasa de germinación del 60%. Estos tallos muestran tasas más altas de brotes emergentes y se establecen de manera más rápida, ocurriendo generalmente entre 90 y 120 días después de la siembra. Además, presentan un buen desarrollo de raíces, lo que garantiza una larga vida productiva para la planta (León and Cardona, 2015).

1.4.3 Siembra

Se sugiere sembrar el forraje con un ángulo de inclinación de 45 grados. La forma de plantarlo implica utilizar esquejes de 3 nudos y se aconseja emplear cañas completas que posteriormente se recortarán y se cubrirán con una capa de suelo que oscile entre 10 y 15

unidades de espesor (Barzola, 2022). Es posible sembrarlas a 40 centímetros y con una separación de 0.8 a 1 metro entre cada hilera (Lindao, 2020).

1.4.4 Fertilización

Para lograr una producción óptima de forraje, se necesitan aplicar 75 kg de nitrógeno por hectárea y 50 kg de P₂O₅ al año. Esta práctica es crucial para el proceso de corte y ensilado. Es fundamental cortar la vegetación cada 60 días, dado que en este punto la planta ha crecido más de 1 metro de altura. En otras palabras, todas las partes del pasto han crecido de manera proporcional a su edad y han generado una mayor cantidad de biomasa (Rojas, 2009).

La práctica común de administrar nitrógeno una semana luego de la cosecha, junto con la aplicación anual de un fertilizante completo que reemplace los nutrientes extraídos por la planta, asegura la consistencia en la calidad de la cosecha. La fertilización debe ser utilizada estratégicamente para equilibrar la producción de forraje (Dávila and Urbano, 2005).

1.4.5 Frecuencia de corte

En el caso del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y el King Grass, se recomienda realizar el corte lo más cercano posible al suelo, aproximadamente a una distancia de 5 a 10 centímetros. Estos cortes deben llevarse a cabo en intervalos de 35 a 45 días durante la temporada de lluvias, y cada 60 días en verano o cuando la altura del pasto alcance entre 1.20 y 1.50 metros, efectuando un corte al nivel del suelo (Cortes and Olarte, 2018).

Cunuhay and Choloquina (2011) afirman que es aconsejable realizar el corte del pasto en la tarde, luego de que las plantas hayan completado el proceso de fotosíntesis y almacenados carbohidratos solubles (como almidón) en hojas y tallos. Además, en ese momento del día, la humedad ha disminuido debido a la mayor transpiración durante el día, lo que facilita la recolección, corte y posiblemente aumenta la digestibilidad de la materia seca.

1.4.6 Producción de biomasa fresca y materia seca

El King Grass requiere un primer corte entre 90 y 150 días después de ser sembrado, seguido de cortes posteriores cada 45 días. Esto resulta en un rendimiento aproximado de 50-70 toneladas por hectárea y 10-14 toneladas por hectárea de materia seca, siempre y cuando se mantengan las condiciones óptimas de riego y fertilización. La digestibilidad de este forraje es del 56% con una suplementación alta de nitrógeno no proteico (NNP), y su valor

nutricional se traduce en un 6% de proteína cruda y un contenido de materia seca de 19 al 20% (Vargas, 2018).

Mera (2023) menciona que cuando se siembra King Grass con una separación de 0.5 metros entre plantas y 1.0 metro entre filas, y se corta cada 60 días, la producción sin aplicación de fertilizantes alcanza 102.7 toneladas por hectárea al año, lo que equivale aproximadamente a 17.11 toneladas por hectárea de materia fresca por cada cosecha.

Entre todas las variedades de plantas de la familia de los elefantes, esta es la que logra el mayor rendimiento en términos de cantidad de materia seca productiva anualmente. Con ciclos de corte cada 75 días, puede generar entre 20 a 28 toneladas de materia seca sin la necesidad de usar fertilizantes. Esto equivale a un rango de 4.11 a 5.76 toneladas por cada corte. Cuando se aplica una fertilización de 200 kg de nitrógeno por hectárea, la producción puede aumentar considerablemente, llegando a alcanzar las 38 toneladas por hectárea al año (Gonzales, 2020).

1.5 Plagas y enfermedades

Vivas *et al.* (2019) indican que las plagas que podrían dañar al *Pennisetum purpureum* incluyen la larva falsa medidora (*Mocis spp*) y la mosca pinta o salivazo (*Zulia spp*, *Aenolema spp*), que ocasionalmente provocan manchas de tono púrpura con un aspecto similar a quemaduras. Por ello, es crucial supervisar cuidadosamente el crecimiento de la planta durante la temporada de lluvias.

Entre las enfermedades predominantes que afectan al King Grass morado se encuentran aquellas causadas por hongos (*H. sacchari*). Además, esta variedad de pasto puede ser objeto de ataque por parte de bacterias y nemátodos entre las más comunes (FAO, 2015).

1.6 Calidad nutricional

La cantidad media de proteína en el Pasto King Grass morado es aproximadamente del 8%. En las hojas, varía entre el 8% y el 10%, mientras que en los tallos se sitúa entre el 4% y el 5%, además, la digestibilidad se encuentra en un rango de 55% a 70%, sin embargo, tanto esta variedad de pasto como otras especies de *Pennisetum* tienen niveles bajos de proteína, que oscilan entre el 6% y el 8%. La calidad nutricional del forraje se ve afectado de manera significativa por factores como la fertilidad del suelo y la edad de la planta. Por esta razón, se recomienda combinar este pasto con leguminosas, ya que estas tienen la capacidad de fijar

nitrógeno en el suelo, lo que garantiza una mayor disponibilidad. de nutrientes para el forraje (Martínez, 2020).

La cantidad de proteína y energía en el contenido de la planta puede cambiar dependiendo de su estado vegetativo. Investigaciones en varios tipos de *Pennisetum* en Brasil han demostrado que la mayor concentración de proteínas se localiza en las hojas (Salas, 2019).

1.7 Estimulantes del crecimiento vegetal

En la actualidad, se emplean diversos insumos para potenciar el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Entre estos, se destacan los biorreguladores o reguladores de crecimiento (RC), los cuales se definen como sustancias, ya sean naturales o sintéticas, que influyen en los procesos metabólicos de las plantas. Estos insumos, al final, tienen el potencial de aumentar tanto la productividad como la calidad de los cultivos. Dentro de los principales compuestos que regulan los procesos metabólicos en las plantas se encuentran las hormonas vegetales (HV), que actualmente se conocen diez tipos: Auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno, ácido salicílico, poliaminas, ácido jasmónico, brasinoesteroides y estrigolactonas. Las primeras cinco, llamadas 'hormonas clásicas', fueron descubiertas hace más de medio siglo (Borjas *et al.*, 2020).

1.7.1 Fitohormonas

Las fitohormonas, también conocidas como hormonas de crecimiento, son reguladores del desarrollo de las plantas. Estas sustancias, principalmente de origen vegetal, tienen la función de estimular o inhibir el crecimiento a nivel radicular o foliar (Izquierdo, 2022). Las fitohormonas son sustancias orgánicas producidas en un área específica de la planta y transportadas a otras partes del organismo, donde, en cantidades muy reducidas, desencadenan respuestas fisiológicas (De la Cruz, 2015).

1.7.2 Uso de fitohormonas en la agricultura

Corona (2020) menciona que el empleo de compuestos hormonales está en aumento en la agricultura. No obstante, al optar por estos insumos, es crucial tener conocimiento sobre la reactividad o el potencial de los compuestos que se desean utilizar. Esta consideración es vital, dado que la potencia del compuesto está directamente ligada al efecto biológico que se busca alcanzar.

1.8 Citoquininas

Este conjunto de fitohormonas desempeña un papel fundamental en los procesos de división celular, involucrados en el desarrollo de brotes laterales, la germinación de semillas, la maduración de cloroplastos, la diferenciación celular, y diversos aspectos del crecimiento vegetal, como la ralentización del envejecimiento y la transmisión de señales. Se piensa que las citoquininas se producen en tejidos jóvenes o meristemáticos, como las puntas de las raíces, los brotes de los tallos, los nódulos de las raíces de ciertas plantas leguminosas, las semillas en proceso de germinación, especialmente en el endospermo líquido y en los frutos jóvenes. Desde estos puntos de origen, se transportan a través del xilema hacia las hojas, donde se acumulan antes de ser llevadas a otros órganos, como los frutos, a través del floema (Cruz *et al.*, 2007).

1.9 Efecto de las citoquininas

Según Quilambaqui (2003), los efectos que tienen las citoquininas en los diferentes tipos de cultivos son los siguientes:

- Retarda el desarrollo de la raíz principal
- Incrementa la división celular en tejidos vegetales
- Fomenta el crecimiento de raíces secundarias
- Favorece el proceso de floración
- Estimula la formación de frutos partenocárpicos
- Induce la germinación de semillas
- Optimiza la retención de flores y frutos
- Potencia la vitalidad de la planta
- Aumenta la eficiencia fotosintética
- Previene la caída prematura y el envejecimiento de flores, frutos y hojas
- Estimula la aparición de yemas florales

1.10 Efectos de los bioestimulantes en distintos tipos de cultivo

En la Tabla 2 se observan los efectos de los bioestimulantes en diferentes cultivos por diferentes autores donde manifiestan que estimulan principalmente la brotación, floración, peso de los frutos, rendimiento y buena estructura de las plantas tanto en condiciones controladas como en no controladas.

Tabla 2. Efectos de las fitohormonas en diferentes especies vegetales

Estimulante	Cultivo	Condiciones de estudio	Modo de aplicación	Efectos	Referencia
Citoquininas	Plantas de petunia	Laboratorio	Foliar	Plantas de mayor tamaño con muy buena estructura vegetal.	(Lagoutte <i>et al.</i> , 2009)
Citoquininas	Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Mohen)	Casas de cultivo	Radicular	Aumento del número de brotes in vitro por explante con el uso de una concentración de 0,22 mg L ⁻¹ de 6- BAP	(Martínez <i>et al.</i> , 2012)
Citoquininas	Especies agaves	Invernadero	Foliar	Incremento en la cantidad de brotes por explante para propagación	(Domínguez <i>et al.</i> , 2008)
Auxinas Giberelinas Citoquininas	Cultivo de chile 'Habanero'	Campo e invernadero	Radicular	Mayores resultados significativos se observaron en relación al volumen de flores y frutos producidos por cada planta, así como en el tamaño y cantidad de frutos, y mayor producción total en ambientes de campos como en invernadero.	(Ramírez <i>et al.</i> , 2005)
Auxinas Citoquininas Giberelinas	Guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	Campo	foliar	Se verifica que la aplicación de las sustancias bioestimulantes tuvo un efecto favorable en diversas variables como la cantidad de frutos, brotes nuevos, número de flores, tamaño de la copa, área de producción lateral y volumen de la copa.	(Díaz and Rodríguez, 2016)
Etileno Auxinas Citoquininas Giberelinas	Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> Sims)	Vivero	Foliar	El empleo de bioestimulantes produjo efectos positivos en las siguientes variables: cantidad de hojas, longitud de la raíz y la producción de la masa seca de la parte radical.	(Díaz <i>et al.</i> , 2020)
Giberelinas Auxinas Citoquininas	Pimiento (<i>capsicum annun</i> , L)	Casas de cultivo	Foliar	El empleo de los bioestimulantes generó efectos favorables en la calidad y aspecto de los cultivos, mejorando el tamaño, peso, diámetro y longitud de los pimientos.	(Cabrera <i>et al.</i> , 2011)

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Apoyo Colonche – UPSE, ubicada en la parroquia Colonche del cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena, con coordenadas geográficas de -2.02261, -80.67990, UTM: zona: Santa Elena 17S. Datum WGS 84.

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger, Colonche tiene un clima tropical, siendo las precipitaciones en invierno notablemente reducidas en comparación con los meses de verano. La temperatura media anual en Colonche ronda los 23,4 °C. La precipitación media anual es de 805 mm. La zona de Colonche tiene un clima templado y la definición precisa de la temporada de verano presenta ciertos problemas (Climate Data, 2023).

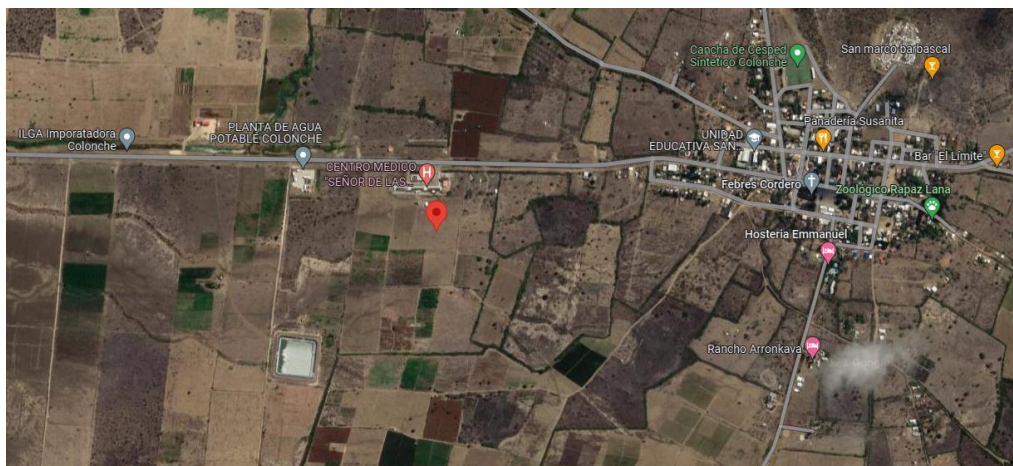


Figura 1. Ubicación del experimento, Centro de Apoyo Colonche. Google Maps (2023).

2.2 Material biológico y condiciones experimentales

Se utilizó como material vegetativo esquejes de King Grass Morado (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) provenientes de plantas establecidas hace aproximadamente cinco años en el sector de Loma Alta.

Como fitohormona se utilizó el producto Cytokin, el cual contiene 350, 500 y 650 cc utilizadas, estuvieron compuestas por una mezcla de la fitohormona y agua de acuerdo a los tratamientos establecidos.

Los suelos del Centro de Apoyo Colonche se clasifican según el mapa de órdenes de suelos del Ecuador como Entisoles Arenos, con predominancia de texturas franco-arcillosa. Los cuales se caracterizan por poseer una fertilidad de alta a media, niveles de carbono orgánico promedio de 6 t ha⁻¹ y aptitud agrícola para cultivos semipermanentes, con un riesgo agroclimático alto para sequía (Geoportal, 2023).

2.3 Materiales, equipos e insumos

2.3.1 Materiales

- Piola
- Azadón
- Rastrillo
- Pala
- Machete
- Martillo
- Estaquillas
- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Letreros de identificación
- Fundas de muestras

2.3.2 Equipos

- Balanza digital
- Pesa
- Calibrador
- Bomba mochila
- Estufa EquipLab: modelo GX125BE

2.3.3 Insumos

- Producto fitorregulador (cytokin)

2.4 Diseño experimental

La investigación se realizó bajo un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), constituida por 4 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Descripción de los tratamientos.

Código	Descripción
T1	Sin aplicación de cytokin
T2	Aplicación de dosis de 350 cc de cytokin
T3	Aplicación de dosis de 500 cc de cytokin
T4	Aplicación de dosis de 650 cc de cytokin

Tabla 4. Grados de libertad del experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Bloques	3
Tratamientos	3
Error	9

Para el establecimiento del experimento se utilizó un área total de 329.8 m², donde cada unidad experimental tuvo un área de 10,8 m² (3 x 3.6 m) con una separación de un metro entre bloques y un metro entre tratamientos, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Delineamiento experimental.

Diseño experimental	DBCA
Tratamientos	4
Bloques	4
Total, unidad experimental	16
Área de parcela	10.8 m ²
Área útil de parcela	2.08 m ²
Área del bloque	54 m ²
Área útil del bloque	8.32 m ²
Distancia entre parcela	1 m
Distancia entre bloque	1 m
Distancia de borde experimental	1 m
Área útil del experimento	33.28 m ²
Área neta del experimento	261 m ²
Área total del ensayo	329.8 m ²

Los tratamientos estuvieron distribuidos en el campo como se muestra en la Figura 2.

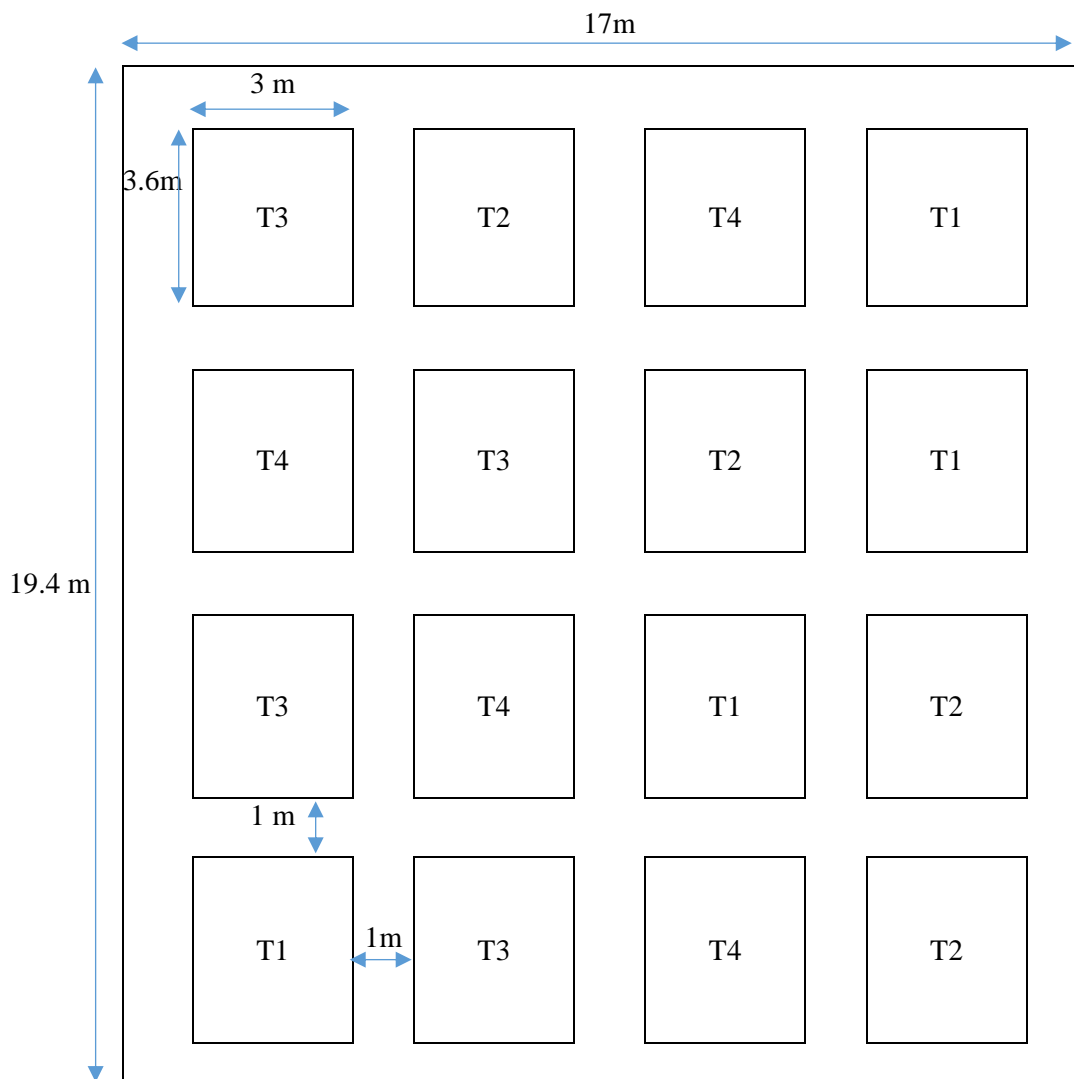


Figura 2. Distribución de los tratamientos de tres dosis de citoquininas en pasto King Grass morado en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

2.5 Conducción del experimento

2.5.1 Selección de semillas

Se seleccionaron esquejes de King Grass morado con buenas características propagativas o sea sanos, vigorosos y jóvenes conteniendo entre tres y cuatro nudos.

2.5.2 Preparación del suelo

Para asegurar un buen prendimiento de los esquejes se realizó un preparado del terreno a 30 cm de profundidad mediante mecanización con arado de discos.

2.5.3 Riego

Se implementó un sistema de riego por goteo, el riego se programó con una frecuencia diaria en días soleados y cada dos días cuando los días eran nublados. Cada sesión de riego tuvo una duración de dos horas.

2.5.4 Siembra

En el mes de julio de 2023, se llevó a cabo la plantación de esquejes de King Grass Morado. Cada esqueje estaba compuesto por tres nudos, de los cuales uno fue enterrado, mientras que los dos nudos restantes quedaron expuestos al ambiente. Estos esquejes fueron dispuestos en una inclinación aproximada de 45° con respecto al suelo durante la siembra.

2.5.5 Aplicación de las soluciones

Las aplicaciones de las soluciones se las realizó al quinto día después del trasplante con el producto fitorregulador (cytokin), con sus respectivas dosis para los diferentes tratamientos.

2.5.6 Control de malezas

Se llevó a cabo de forma manual quitando las hierbas no deseadas del campo para facilitar y potenciar el desarrollo del pasto.

2.5.7 Control de plagas y enfermedades

Durante el tiempo de ejecución del experimento se efectuaron monitoreos semanales para detectar posibles daños provocados por plagas o enfermedades.

2.5.8 Fertilización

Con la finalidad de evaluar el efecto de las citoquininas en condiciones similares a como los agricultores de la zona manejan sus pastos y que el área donde se instaló el experimento se encontraba en estado de barbecho no se llevó a cabo ningún proceso de fertilización.

2.5.9 Cosecha

La cosecha se la realizó a los 90 días después del trasplante de las estacas con ayuda de machetes afilados para posterior realizar su respectivo pesaje.

2.6 Parámetros evaluados

2.6.1 Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento se obtuvo después de los 25 días del trasplante con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{n1}{n2} \times 100$$

En donde:

n1 = número de estacas prendidas.

n2 = número de estacas trasplantadas.

2.6.2 Morfológicos

- **Altura de planta**

Con ayuda de una cinta métrica se evaluó esta variable desde la base de la planta hasta la parte aérea de la hoja, tomando en consideración 8 plantas al azar de cada tratamiento, estos datos se tomaron después de 15 días que prendieron y así mismo se realizó este proceso cada 15 días.

- **Diámetro del tallo**

Se midió el diámetro del tallo empleando un calibre a las 8 plantas al azar de cada tratamiento luego de 15 días del prendimiento y cada 15 días.

2.6.3 Productivos

- **Rendimiento de materia fresca**

Se determinó la producción de biomasa fresca en el primer corte a los 90 días de la siembra de estacas de cada tratamiento y repetición pesándolas respectivamente.

- **Rendimiento de materia seca**

Para la determinación de materia seca se procedió a tomar 100 g de forraje fresco de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, posteriormente se colocó a secar dentro de las fundas de muestras en una estufa a 70 °C durante 48 horas a peso constante, y así obtener el resultado de esta variable.

- **Porcentaje de materia seca**

Esta variable se obtuvo con los 100 g de forraje fresco y con los datos conseguidos del peso seco, en donde se calculó el porcentaje de materia seca mediante la fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{PS}{PF} \times 100$$

Donde;

PF: Peso fresco de la muestra (g)

PS: Peso seco de la muestra (g).

2.7 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza con el test F, por el programa estadístico INFOSTAT. Cuando los efectos fueron significativos, se realizó un ANOVA y test de Duncan para comparación de medias con un nivel de significancia $p < 0,05$, los gráficos fueron procesados con el Microsoft Excel 2020.

Los valores de porcentaje de prendimiento fueron transformados a logaritmo neperiano con la finalidad de reducir la heterocedasticidad y la normalización de distribución de los datos.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

3.1 Efectos en los parámetros evaluados

3.1.1 Porcentaje de Prendimiento

En la Tabla 6 se presenta el resumen de análisis de varianza del parámetro porcentaje de prendimiento evaluado a los 15, 18, 22 y 25 días después de la siembra. Se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos en todos los momentos evaluados.

Tabla 6. Análisis de varianza del parámetro porcentaje de prendimiento evaluados a los 15, 18, 22 y 25 días después de la siembra bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

F.V	Cuadrados medios								
	Porcentaje de prendimiento								
	G.L	15 DDS	Pr>Fc	18 DDS	Pr>Fc	22 DDS	Pr>Fc	25 DDS	Pr>Fc
Trat	3	0.15*	0.0002	0.02*	0.0004	0.02*	0.0006	0.01*	0.0049
Error	9	0.01		0.0011		0.0012		0.0009	
% CV		9.6		8.85		18.26		42.14	
Media		43.87%		69.04%		83.06%		93.49%	

*Significativo; ^{ns} No significativo

En la Figura 3 se observa que las diferentes concentraciones de citoquininas no estimularon el prendimiento en las plantas de *Pennisetum purpureum x P. typhoides*, siendo el tratamiento control el que presentó los mayores porcentajes con incrementos de 19.41%, 8.58%, 13.54% y 8.79 % a los 15, 18, 22 y 25 DDS respectivamente en comparación con la dosis más baja de citoquininas (T2).

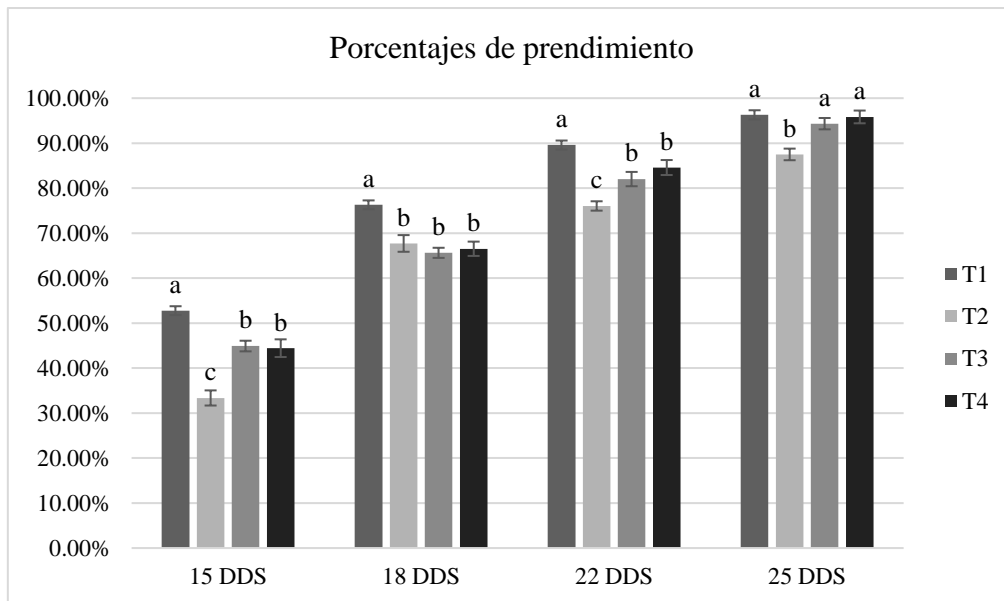


Figura 3. Porcentaje de prendimiento del King Grass morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023. Medias seguidas de una misma letra no difieren significativamente entre sí por el test de Duncan ($p < 0,05$)

3.2 Efectos de 4 concentraciones de citoquininas en los parámetros morfológicos de *Pennisetum purpureum x P. typhoides*

En la Tabla 7 se muestran los resultados del análisis de varianza para los parámetros morfológicos altura del pasto (Alt) y diámetro del tallo (Diam) evaluados a los 40, 55, 70 y 85 días después de la siembra. Se observa que la variable altura presentó diferencias significativas cuando fue evaluada a los 55, 70 y 85 días, mientras que la variable diámetro no presentó diferencias significativas.

Tabla 7. Resumen del análisis de varianza de los parámetros morfológicos: Altura (m), Diámetro (mm), bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

		Cuadrados medios															
		Parámetros morfológicos															
F.V	G.L	Alt	Pr>Fc	Alt	Pr>Fc	Alt	Pr>Fc	Alt	Pr>Fc	Diam	Pr>Fc	Diam	Pr>Fc	Diam	Pr>Fc	Diam	Pr>Fc
		40 DDS		55 DDS		70 DDS		85 DDS		40 DDS		55 DDS		70 DDS		85 DDS	
Tratamiento	3	0.0019 ^{ns}	0.4409	0.02*	0.0088	0.04*	0.0006	0.04*	0.0007	4.54 ^{ns}	0.1398	3.87 ^{ns}	0.1504	4.13 ^{ns}	0.0641	3.51 ^{ns}	0.0589
Error	9	0.0019		0.0028		0.0025		0.0025		1.93		1.71		1.19		0.97	
% Cv		8.6		5.56		3.01		2.6		8.66		6.17		4.22		3.62	
Media		0.51		0.94		1.67		1.93		16.034		21.175		25.862		27.294	

*Alt: Altura, Diam: Diámetro. *Significativo; ^{ns} No significativo*

3.2.1 Altura de planta

En la Tabla 8 se observa que los tratamientos con las citoquininas no ejercieron un estímulo en la altura de las plantas evaluadas, presentándose el tratamiento control con los mayores valores, infiriéndose que bajo las condiciones de estudio la aplicación de citoquininas tuvo un efecto reductor del crecimiento que osciló entre los 8 a 19 cm cuando es comparado con el tratamiento con la dosis más baja de citoquininas.

Tabla 8. Altura de plantas de *Pennisetum purpureum* bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

Altura de planta (m)				
Tratamiento	40 días	55 días	70 días	85 días
T1	0.52 a	1.03 a	1.82 a	2.08 a
T2	0.48 a	0.95 ab	1.63 b	1.89 b
T3	0.51 a	0.86 c	1.61 b	1.87 b
T4	0.53 a	0.93 bc	1.63 b	1.89 b
CV%	8.60%	5.56%	3.01%	2.60%

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Duncan ($p < 0,05$).

3.2.2 Diámetro del tallo

La Tabla 9 muestra los resultados obtenidos del diámetro del tallo en donde se observa que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los diferentes días de evaluación. Esto sugiere que las diferentes dosis de citoquininas aplicadas no tuvieron un impacto significativo en el grosor o desarrollo del tallo de las plantas en las diferentes etapas de evaluación, observándose un comportamiento similar al de la altura, donde el tratamiento control presentó mayores valores de diámetro.

Tabla 9. Diámetro del tallo de *Pennisetum purpureum* bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

Diámetro del tallo (mm)				
Tratamiento	40 días	55 días	70 días	85 días
T1	17.16 a	22.1 a	26.66 a	28.19 a
T2	15.75 ab	21.16 ab	26.1 ab	27.44 ab
T3	14.69 b	19.82 b	24.38 b	25.98 b
T4	16.54 ab	21.63 ab	26.32 a	27.57 ab
CV%	8.66%	6.17%	4.22%	3.62%

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Duncan ($p < 0,05$).

3.3 Efectos de 4 concentraciones en los parámetros productivos de *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*

En la Tabla 10 se observa el resumen de análisis de varianza de los parámetros productivos: rendimiento de materia fresca (RMF) y rendimiento de materia seca (RMS), en donde, se observa que en ambas variables existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 10. Análisis de varianza de los parámetros productivos: Rendimiento de materia fresca (RMF) y rendimiento de materia seca (RMS) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

F.V	Cuadrados medios				
	Parámetros productivos				
	G.L	RMF	Pr>Fc	RMS	Pr>Fc
Trat	3	280.91*	<0.0001	10.83*	0.0003
Error	9	1.95		0.54	
% CV		2.02		6.6	
Media		69.275		11.16	

RMF: Rendimiento de materia fresca, RMS: Rendimiento de materia seca. *Significativo; ^{ns} No significativo

3.3.1 Rendimiento de materia fresca

Se observa una variación notable en el rendimiento de materia fresca entre los diferentes tratamientos, siendo el tratamiento control el de mayor rendimiento de masa fresca (78.79 t ha⁻¹), seguido por el tratamiento T4 con la concentración más alta de citoquininas (70.98 t ha⁻¹), el tratamiento T2 (68.89 t ha⁻¹), y el tratamiento T3 presenta con el rendimiento más bajo (58.45 t ha⁻¹) como se muestra en la Tabla 11. No se observa una relación en la reducción del rendimiento con el incremento de la dosis de citoquininas.

Tabla 11. Rendimiento de materia fresca (RMF) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

Tratamiento	RMF
T1	78.79 a
T2	68.89 b
T3	58.45 c
T4	70.98 b
CV%	2.02%

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Duncan (p<0,05).

3.3.2 Rendimiento de materia seca

En la Tabla 12 se puede visualizar una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en relación con la variable rendimiento de masa seca, en donde el tratamiento control obtuvo un rendimiento superior a los tratamientos con diferentes dosis de citoquininas, presentando valores de 12.66 t ha⁻¹, seguido por el tratamiento T4 (650 mg de Cytokin) con un rendimiento de 12.35 t ha⁻¹, el T2 (350 mg) con valores de 10.46 t ha⁻¹, siendo el rendimiento más bajo el T3 (500 mg) con valores de 9.17 t ha⁻¹.

Tabla 12. Rendimiento de materia seca (RMS) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023.

Tratamiento	RMS
T1	12.66 a
T2	10.46 b
T3	9.17 c
T4	12.35 a
CV%	6.60%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), por el test de Duncan.

3.3.3 Porcentaje de materia seca

En la Figura 4 se observa el porcentaje de materia seca de los diferentes tratamientos aplicados en el estudio. No se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento con dosis de citoquininas de 650 mg (T4) ejerció un incremento de la masa seca del 0.94%, seguido por el tratamiento con dosis de 500 mg (T3) con incrementos del 0.9% y el tratamiento con dosis de 300 mg (T2) con incrementos de 0.14% cuando son comparados con el tratamiento control.

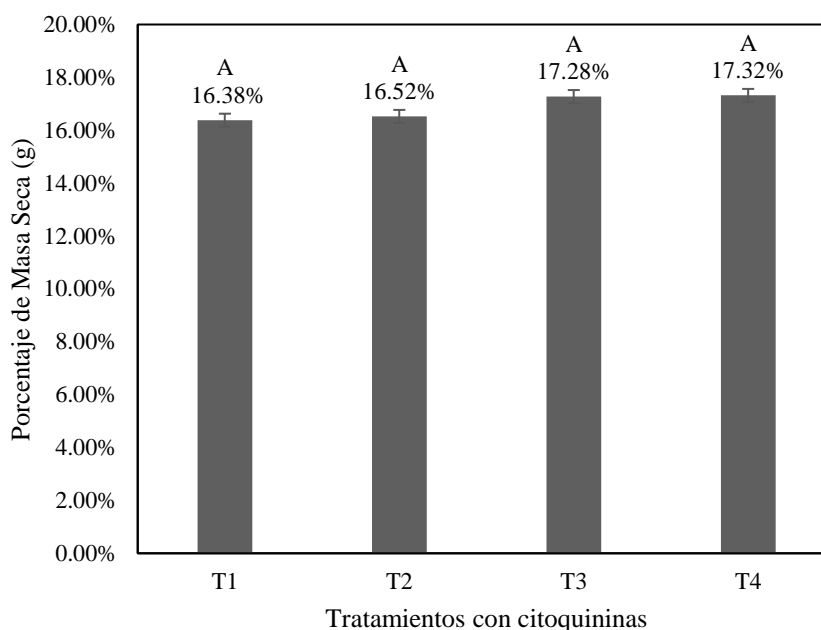


Figura 4. Porcentaje de materia seca del King Grass morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) bajo el efecto de diferentes dosis de citoquininas en el Centro de Apoyo Colonche, 2023. Medias seguidas de una misma letra no difieren significativamente entre sí por el test de Duncan ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos se observó que no hubo un estímulo de las concentraciones de citoquininas en relación con el prendimiento, los parámetros morfológicos y los parámetros productivos del pasto King Grass morado en las condiciones evaluadas en el experimento, esta falta de respuesta podría deberse a que si bien las citoquininas son conocidas por la promoción del crecimiento de ciertos tejidos vegetales su efecto puede variar dependiendo de la interacción con otras hormonas vegetales y las condiciones ambientales (Juárez *et al.*, 2022; Bohórquez *et al.*, 2011).

En un estudio anterior Díaz and Rodríguez (2016), menciona que el uso de fitohormonas vegetales en plantas de Guayaba (*Psidium guajava* L.) tuvo efectos positivos en diferentes variables, como la cantidad de frutos, nuevos brotes, número de flores, tamaño de la copa, área de producción lateral y volumen de la copa. Además, investigaciones realizadas por Cabrera *et al.* (2011) demostraron que la aplicación de bioestimulantes en cultivos de pimiento (*capsicum annun*, L) generó reacciones favorables en la calidad y aspecto de las plantas, mejorando de esta manera el tamaño, peso, diámetro y longitud de los frutos. Así mismo, Díaz et al. (2020) confirmaron que el uso de bioestimulantes en plantas de maracuyá

(*Passiflora edulis* Sims) tuvo efectos positivos en la cantidad de hojas, longitud de la raíz y mayor producción. Estos estudios contrastan con el trabajo actual del pasto King Grass morado, lo que sugiere que la respuesta a los bioestimulantes o fitohormonas pueden variar significativamente entre diferentes especies vegetales.

No obstante, es importante resaltar que hubo un incremento porcentual del contenido de masa seca de los tratamientos con citoquininas en relación al tratamiento control, lo cual es importante ya que la masa seca del pasto está relacionada con la calidad del alimento para bovinos y tiene un impacto directo sobre el metabolismo y la producción animal (CTP, 2022).

Este comportamiento podría ser explicado por la ausencia de fertilización al cultivo, ya que según estudios realizados por Corte *et al* (2013), la productividad de masa seca de las plantas forrajeras del género *Panicum* bajo riego son afectadas negativamente por las dosis de nitrógeno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La aplicación de citoquininas en el pasto King Grass morado bajo las condiciones experimentales establecidas revelan que el empleo de citoquininas no ejerció un estímulo positivo en el prendimiento y parámetros morfológicos y productivos del cultivo.

Se observó un efecto reductor de las diferentes dosis en los parámetros prendimiento, morfológicos y de rendimiento de masa fresca y seca, el cual no estuvo relacionado con la dosis de citoquininas aplicada.

El parámetro porcentaje de masa seca fue estimulado porcentualmente con la aplicación de citoquininas y se observó una relación con el incremento de las dosis aplicadas.

Recomendaciones

- Realizar estudios en la aplicación de otras dosis de citoquininas en diferentes etapas del pasto *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides* con diferentes niveles de fertilización.
- Realizar estudios comparativos con otras especies vegetales similares para comprender si la falta de respuesta a las citoquininas es específica en esta especie o es un fenómeno más en general para los *pennisetum*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón Rafael, L. (2016) *Efecto de la aplicación de abono orgánico de cuyaza composteado y sin compostear en la producción del pasto king grass morado (penissetum purpureum x penissetum typhoides), en tingo maría*, Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Araújo, D. (2017) *Morfofisiología e intercambio gaseoso del pasto Panicum maximum Brs Zuri bajo salinidad y riego*. Tesis de doctorado. Universidad Federal de Ceará.

Arce Barzoza, B.A., Peña Quiñones, A.J. and Rocha Cárdenas, E.A. (2013) ‘Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia’.

Baque, E. and Naranjo, R. (2017) *Ganadería climáticamente inteligente integrando la reversión de degradación de tierras y reducción del riesgo de desertificación en provincias vulnerables*, Ministerio del Ambiente.

Barzola Yanqui, E.M. (2022) *Efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el establo ‘Los Patitos E.I.R.L’ - Chosica*. Tesis. Universidad Peruana Unión.

Bohórquez Sandoval, C., Álvarez-Herrera, J.G. and Niño-Medina, R.C. (2011) ‘Giberelinas y 6-bencilaminopurina en la plantación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido adrale RZ F1’, Revista Temas Agrarios, 16(2), pp. 42.

Borjas, R., Julca, A. and Alvarado, L. (2020) ‘Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura’, Journal of the Selva Andina Biosphere , 8(2), pp. 150–164.

Cabrera, M., Borrero, Y., Rodríguez, A., Angarica, M. and Rojas, O. (2011) ‘Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*capsicum annum*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido’, Ciencia en su PC, (4), pp. 32–42.

Climate Data (2023) *Clima en Colonche*. Disponible en: <https://en.climate-data.org/south-america/ecuador/santa-elena-province/colonche-178308/#temperature-graph>. Consultado: 9/10/2023.

- Corona, J. (2020) *Las citoquininas: herramienta para incrementar la productividad de ornamentales*. Disponible en: <https://www.metroflorcolombia.com/las-citocininas-herramienta-para-incrementar-la-productividad-de-ornamentales/>. Consultado: 8/11/2023.
- Corte, C.J., Andreotti, M., De Paula, C.M., Minhoto, M.C., Mascarenhas, K.S. and Buzetti, S. (2013) ‘Productividad de masa seca y proteína cruda de forraje del género *Panicum* después del intercultivo con maíz y fertilización nitrogenada’, *Ciencia Do solo*, pp. 1–4.
- Cortes Martínez, D.E. and Olarte Blandon, O.J. (2018) ‘Pasto de corte king grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides*), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias’, *Documentos de Trabajo ECAPMA*, 2(1).
- Cruz, M., Melgarejo, L.M. and Romero, M. (2007) ‘Fitohormonas’, Departamento de biología. Universidad de Colombia. Bogotá, pp. 39–62.
- CTP (2022) *Consumo de matéria seca por bovinos de corte: importância nutricional*. Disponible en: <https://www.cptcursospresenciais.com.br/blog/consumo-de-materia-seca-por-bovinos/>. Consultado: 5/12/2023.
- Cunuhay Pilatásig, J.A. and Choloquina Choloquina, M.T. (2011) *Evaluación de la adaptación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembras en el campus Juan Lunardi y Naste del cantón Paute*. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana.
- Dávila Aranda, P. and Sánchez Ken, J. (1996) ‘La importancia de las gramíneas como forraje en México’, *Revista de cultura científica*, pp. 32–34.
- Dávila, C. and Urbano, D. (2005) ‘Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos’, *Manual de Ganadería Doble Propósito*, pp. 194–198.
- De la A, Z.R. (2022) *Evaluación de dos bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de pimiento (*Capsicum annum Var. Marconi*) en la Parroquia Anconcito, Provincia de Santa Elena*. Trabajo de Integración Curricular. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- De la Cruz, M. (2015) *Uso de una fitohormona vegetal con tres diferentes dosificaciones en la bellota del cultivo de orito (*Musa spp*) en el Cantón Mana*. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Díaz, G., Rodríguez, G., Montana, L., Miranda, T., Basso, C. and Arcia, M. (2020) 'Efecto de la aplicación de bioestimulantes y Trichoderma sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en vivero', *Bioagro*, 32(3), pp. 195–204.

Díaz, G. and Rodríguez, G. (2016) 'Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes sobre el desarrollo y productividad en plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) "Cubana Roja"', *Revista de la Facultad de Agronomía*, 42(1), pp. 1–13.

Domínguez, M.S., Alpuche, A.G., Vasco, N.L. and Pérez, E. (2008) 'Efecto de citocininas en la propagación in vitro de agaves mexicanos', *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), pp. 317–322.

Geoportal (2023) *Geoportal Ecuador – Infraestructura de Datos Espaciales*. Disponible en: <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>. Consultado: 5/12/2023.

Giraldo Cañas, D. (2010) 'Gramíneas (Poaceae) ornamentales y usadas en artesanías en Colombia', *Polibotánica*, 30(30), pp. 163–191.

Gonzales, K.D. (2020) *Pasto King Grass Morado (Pennisetum purpureum x P. typhoides)*, *Info Pastos y Forrajes.com*. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/pasto-king-grass-morado/>. Consultado: 26/09/2023.

Hernández, M., González, J., Arrieta, A., Silva, K. and Del Ángel, O. (2020) 'Control in vitro de *Mocis latipes* presente en pastizales de Tantoyuca, Veracruz', *Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan*, 8(2), pp. 36–42.

Hurtado Cerna, J. (2012) *Efecto de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto King Grass morado (Saccharum sinense L.) en la región San Martín - Calzada*. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Izquierdo, R.S. (2022) *Efectos de las auxinas y citoquininas sobre el desarrollo productivo en el cultivo de maracuyá (Passiflora Edulis) en el Ecuador*. Tesina. Universidad Técnica de Babahoyo.

Juárez Rodríguez, L., Pérez Grajales, M., Castro Brindis, R., Segura Miranda, A., Magaña Lira, N. and Magdalena Villar, J.J. (2022) 'Evaluación de dosis, periodos de aplicación y residualidad de paclobutrazol en tomate', *Bioagro*, 34(1), pp. 63.

Lagoutte, S., Divo de Sesar, M. and Vilella, F. (2009) ‘Efecto del tamaño de celdas y citoquininas en el crecimiento de plantas de petunia’, *Phyton* (Buenos Aires), 78(1), pp. 31–36.

León Ramírez, O.G. and Cardona Agredo, D.C. (2015) *Respuesta agronómica del establecimiento de seis gramíneas forrajeras de corte en el peniplano de Popayán*. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

Lindao Vera, G.D. (2020) *Caracterización morfológica de pasto King Grass “morado” (Pennisetum purpureum), en las condiciones edafoclimáticas de Babahoyo*. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de ciencias agropecuaria carrera de ingeniería agronómica.

Martínez, S., Gómez, R., Posada, L., Barbón, R., Acosta, M., Reyes, M., Pérez, M., Torres, D., Pons, M., La O, M., Aguilera, A. and Tejeda, M. (2012) ‘Efecto de dos citoquininas, ácido ascórbico y sacarosa en la obtención de plantas in vitro de Sorghum bicolor para la formación de callos’, *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2), pp. 101–110.

Martínez Viloría, F. (2020) *Pasto King Grass Morado (Pennisetum purpureum x P. typhoides)*. Disponible en: https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/pasto-king-grass-morado/#Origen_y_descripcion_del_Pasto_King_Grass_Morado. Consultado: 22/09/2023.

Mera Orrala, W.O. (2023) *Efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento y composición química del King Grass morado (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides) en manglaralto, Santa Elena*. Trabajo de Integración Curricular. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Morillo, A.C., Tovar, Y.P. and Morillo, Y. (2016) ‘Caracterización morfológica de Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran en la provincia de Lengupá’, *Ciencia en Desarrollo*, 7(2), pp. 23–33.

Navarro, O.M. and Villamizar Corpas, I. (2012) ‘Vista de Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea mombaza (*panicum maximum, jacq*), bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel de campano (*pithecellobium saman*) en sampués, sucre’, *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 4(2).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2015) *Gramíneas de corte*.

Quilambaqui, J.C. (2003) ‘El efecto de las fitohormonas en la fruticultura’, *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 2(1), pp. 29–30.

Ramírez, L., Castillo, A., Aceves, N. and Carrillo, A. (2005) ‘Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en Chile “Habanero”’, *Revista Chapingo serie horticultura*, 11(1), pp. 93–98.

Rivera, R.R. (2017) *Evaluación de dos sistemas y cuatro distancias de siembra del pasto King grass morado (Pennisetum purpureum), en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos*. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica de Babahoyo.

Rodríguez Granado, J.M. (2021) *Comportamiento agronómico del pasto King Grass morado (Pennisetum purpureum) a diferentes edades de corte en la parroquia manglaralto provincia de Santa Elena*. Trabajo de Integración Curricular. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rojas (2009) *Análisis bromatológico Pasto Elefante Morado*. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/52159370/ANALISIS-BROMATOLOGICO-PASTO-ELEFANTE-MORADO>. Consultado: 10/10/2023.

Rúa Franco, M. (2008) *Pastos de Corte para el trópico | Engormix, Engormix.com / Ganadería / Pasturas Tropicales*. Disponible en: https://www.engormix.com/ganaderia/pasturas-tropicales/pastos-corte-tropico_a27580/. Consultado: 21/09/2023.

Salas Guerrero, J.X. (2019) *Incremento de biomasa del pasto king grass morado (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides) mediante la aplicación de fertilización edáfica más foliar en la zona de Babahoyo*. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Babahoyo.

Vargas Muñoz, D. (2018) *Establecimiento de pasto King Grass (Pennisetum Sp.), con diferentes métodos de fertilización, como alternativa de alimentación de bovinos, en la finca de la UNAD Popayán, Departamento del Cauca*. Tesis. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Vivas Quila, N.J., Criollo Dorado, M.Z. and Cedeño Gómez, M.C. (2019) ‘Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach’, *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1).

ANEXOS



Figura 1A. Delimitación de parcelas



Figura 2A. Selección de estacas para siembra



Figura 3A. Siembra de estacas de King Grass morado



Figura 4A. Aplicación de bioestimulante



Figura 5A. Toma de datos del diámetro del tallo



Figura 6A. Toma de datos de la altura de la planta



Figura 7A. Corte del pasto para el RMF



Figura 8A. Peso del pasto



Figura 9A. Aplicación del pasto a la estufa para la obtención de MS.



Figura 10A. Peso del pasto para obtención del RMS y MS%